

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. Гулого І.С.**  
**Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан  
факультету)

\_\_\_\_\_ Сергій БЛАЖЕНКО  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Сергій БАЛЮТА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Електротехніка та інформаційні технології»

на тему: «Проект реконструкція районної трансформаторної підстанції 35/10 кВ ПАТ «Черкасиобленерго». База даних електротехнічного обладнання підприємства.».

Виконав: здобувач\_4\_ курсу, групи ЕЛ4-3

\_\_\_\_\_ Дзигун Євгеній Анатолійович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ доцент Омельчук А.О. \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_ Сірик А.О. \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ Грищенко А.Г. \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.

І.С. Гулого

Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту

Освітній ступінь бакалавр

**Спеціальність** 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (код і назва)

Освітньо-професійна програма «Електротехніка та інформаційні технології» (назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Дзигун Євгеній Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи** «Проект реконструкція районної трансформаторної підстанції 35/10 кВ ПАТ «Черкасиобленерго». База даних електротехнічного обладнання підприємства.»

керівник роботи доцент Омельчук А.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від 05.04.2024 року № 256 -кв

2. Строк подання здобувачем роботи 30.05.2024р.

3. Вихідні дані до роботи Опис підприємства і його розміри. Перелік обладнання і його потужність. Розташування технологічного обладнання в цеху.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вибір силових трансформаторів цеху. Вибір кількості і потужності силових пунктів. Розрахунок перерізу кабелів. Вибір автоматичних вимикачів. Розрахунок струмів КЗ. Розгляд питань охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Проект електричної схеми підстанції
2. Розрахункова схема мережі 10 кВ.
3. Релейний захист підстанції.
4. Схема грозового захисту підстанції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	доц.Сірик А.О.		

7. Дата видачі завдання 05.04.2024р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Визначення.потужності підприємства	05.04.2024р.	
2	Розробка варіантів реконструкції	13.04.2024 р	
3	Техніко-економічне порівняння варіантів	20.04.2024 р	
4	Розрахунок струмів КЗ.	25 04.2024 р	
5	Вибір електричних апаратів	30.04.2024р	
6	Вибір трансформаторів струму та напруги	05.05.2024 р	
7	Розрахунок електроосвітлення	10.05.2024 р	
8	Релейний захист.	14.05.2024 р	
9	Охорона праці	17.05.2024 р	
10	Спецпитання	20.05.2024 р	
11	Оформлення графічної частини проекту	25.05.2024 р	
12	Оформлення пояснювальної записки проекту	27.05.2024 р.	
	Сдача на перевірку	30.05.2024 р.	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Дзигун Є.А.

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

Омельчук А.О.

## Анотація

Дзигун Євгеній . Дипломний проект на тему :  
« Проект реконструкція районної трансформаторної підстанції  
35/10 кВ ПАТ «Черкасиобленерго»

Національний Університет Харчових Технологій, Київ -2024  
141. «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Додана пояснювальна записка складається із вступу, 8 розділів та списку використаної літератури. Обсяг проекту становить 62 сторінки .

До опису надано графічну частину, яка складається із чотирьох креслень : проект електричної схеми підстанції, розрахункова схема мережі 10 кВ, релейний захист підстанції, схема грозового захисту підстанції.

Дипломний проект включає проектні рішення по заміні технологічно застарілих і погано зарекомендованого в експлуатації електрообладнання підстанції та впровадження нового електроустаткування і елементів, що підвищують пропускну здатність підстанції та надійність електропостачання споживачів. Це обумовлено наднормативним фізичним зношенням електрообладнання підстанції, змінами в режимах навантаження підстанції внаслідок розбудови споживачів в районі підстанції, недостатньою чутливістю релейного захисту підстанції та незадовільними рівнями напруги в електромережі підстанції 35/10 кВ. Виконані необхідні розрахунки підтверджують ефективність пропонованої реконструкції підстанції. Розраховано заземлюючий пристрій підстанції та її блискавкозахист.

**Ключові слова :** електрична підстанція, силовий трансформатор, релейний захист, грозовий захист.

## **Abstract**

Dzyhun Yevhenii. Diploma project on the topic :

" Reconstruction of the 35/10 kV district transformer substation of

PJSC "Cherkasyoblenergo" "

National University of Food Technologies, Kiev -2024

141. "Electric power engineering, electrical engineering and  
electromechanics"

The added explanatory note consists of an introduction, 10 sections and a list of used literature. The project is 62 pages .

The description includes a graphical part consisting of four drawings: design of the electrical scheme of the substation, design diagram of the 10 kV network, relay protection of the substation, lightning protection scheme of the substation.

The diploma project includes design solutions for the replacement of technologically outdated and poorly recommended electrical equipment of the substation and the introduction of new electrical equipment and elements that increase the throughput of the substation and the reliability of electricity supply to consumers. This is due to excessive physical wear and tear of the substation's electrical equipment, changes in the substation's load modes due to the development of consumers in the substation's area, insufficient sensitivity of the substation's relay protection, and unsatisfactory voltage levels in the substation's 35/10 kV power grid. The performed necessary calculations confirm the effectiveness of the proposed reconstruction of the substation. The grounding device of the substation and its lightning protection are calculated.

**Keywords:** electrical substation, power transformer, relay protection, lightning protection.

## ЗМІСТ

Вступ .....	7
1 Опис існуючої підстанції .....	9
2 Розробка варіантів реконструкції .....	10
3 Техніко економічне порівняння варіантів .....	15
4 Розрахунок струмів трифазного короткого замикання.....	18
4.1 Складання схеми заміщення.....	18
4.2 Розрахунок струму КЗ на збірних шинах РП 330,110 та 35 кВ...	20
5 Вибір електричних апаратів та струмопровідних частин.....	25
5.1 Вибір вимикачів і роз'єднувачів.....	25
5.2 Вибір трансформаторів струму.....	26
5.3 Вибір трансформаторів напруги.....	27
5.4 Вибір струмопровідних частин та підвісних ізоляторів.....	29
5.5 Вибір обмежувачів перенапруг .....	30
5.6. Вибір електричних апаратів за номінальними параметрами.....	31
6 .Розрахунок релейного захисту для заданої ділянки .....	33
7. Охорона праці .....	40
8. Спеціальне завдання .....	46
Література .....	62

					<b>ДП 2024 141</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Зміст</b>			
Розробив		<i>Дзигун Є.А.</i>				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Омельчук А.О.</i>				6		
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>						

## **ВСТУП**

Головні схеми підстанції вибираються на підставі схеми розвитку енергосистеми або схеми електропостачання району.

На підстанціях 35 - 750 кВ переважно встановлюють два або три трансформатори (автотрансформатора). Вибір числа й потужності автотрансформатора виконується з урахуванням вимог до надійності електропостачання, характеру графіків навантаження й припустимих систематичних і аварійних перевантажень трансформаторів за ДСТ.

При дипломному проектуванні використовують нормативні матеріали, складені на базі узагальнення досвіду проектування, монтажу й експлуатації електричних підстанцій. Наприклад, правила (ПУЕ), норми (НТП), провідні вказівки (за розрахунками струмів короткого замикання, вибору й перевірки апаратів і провідників за умовою короткого замикання).

Застосовують типові проектування підстанцій, принцип якого складається у використанні при проектуванні об'єкта раніше розроблених фрагментів проекту. Кожна проектована підстанція індивідуальна, оскільки індивідуальні вихідні дані, умови й отже технічне завдання на її проектування.

Даний дипломний проект присвячений реконструкції електричної частини підстанції 330 кВ. Підстанція призначена для електрозабезпечення зростаючих навантажень промислового вузла.

Ріст потреб в електроенергії в Україні забезпечує гарні перспективи розвитку цієї галузі. При цьому повинна забезпечуватися економічна експлуатація енергетичних об'єктів, а також висока якість проектних і будівельних робіт. По цьому розрахунок ефективності проектування й розширення трансформаторної підстанції є досить актуальним.

					<b>ДП 2024 141</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Вступ</b>		
Розробив		<i>Дзигун Є.А.</i>					
Перевірив		<i>Омельчук А.О.</i>					
Н. Контр.							
Затвердив		<i>Балюта С.М.</i>					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						7	
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

Живлення підстанції виконано двома лініями 330 кВ. Живлення споживачів виконано одинадцятьма лініями 110 кВ з максимальним навантаження кожної 24 МВт.

Метою дипломної роботи є розрахунок показників економічно ефективності реконструкції підстанції.

					<b>ДП 2024      141</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

## 1. ОПИС ІСНУЮЧОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Підстанція 330 кВ була побудована в 1977 році, для забезпечення електропостачання промислових підприємств. Складається з двох розподільних пунктів відкритого типу: ВРП-330 кВ і ВРП-110 кВ. Зв'язок між напругами 330 та 110 кВ виконано за допомогою двох автотрансформаторів типу АТДЦТН-200000/330/110/35.

ВРП 330 кВ виконаний по схемі чотирикутника (квадрата) (рис. 1.1) - ця схема економічна (чотири вимикача на чотири приєднання), дозволяє виконувати опробування та ревізію будь якого вимикача без порушення роботи її елементів. Схема має високу надійність.

ВРП 110 кВ виконаний по схемі дві робочі і одна обхідна система шин (рис. 1.2).

У цій схемі реалізовані вимоги по створенню умов для ревізій та опробувань вимикачів без перерви роботи. У нормальному режимі обхідна система шин (ОСШ) знаходиться без напруги, роз'єднувач РО, з'єднуючий лінії і трансформатори з обхідною системою шин, вимкнений. В схемі передбачений обхідний вимикач ОВ, котрий може бути приєднаний до будь-якої системи шин за допомогою розвилки з двох роз'єднувачів. Системи шин у цьому випадку розташовані паралельно одна одній. Вимикач ОВ може замінити любий інший вимикач, без порушення електрозабезпечення споживачів, хоча і пов'язаний з великою кількістю перемикань.

Живлення власних потреб підстанції здійснюється від під'єднаних трансформаторів типу ТМ-250/35 до виводів низької напруги АТ.

					<b>ДП 2024 141</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>Дзигун С.А.</i>			<b>Опис існуючої підстанції</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Омельчук А.О.</i>					9	
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.								
Затвердив		<i>Балюта С.М.</i>						

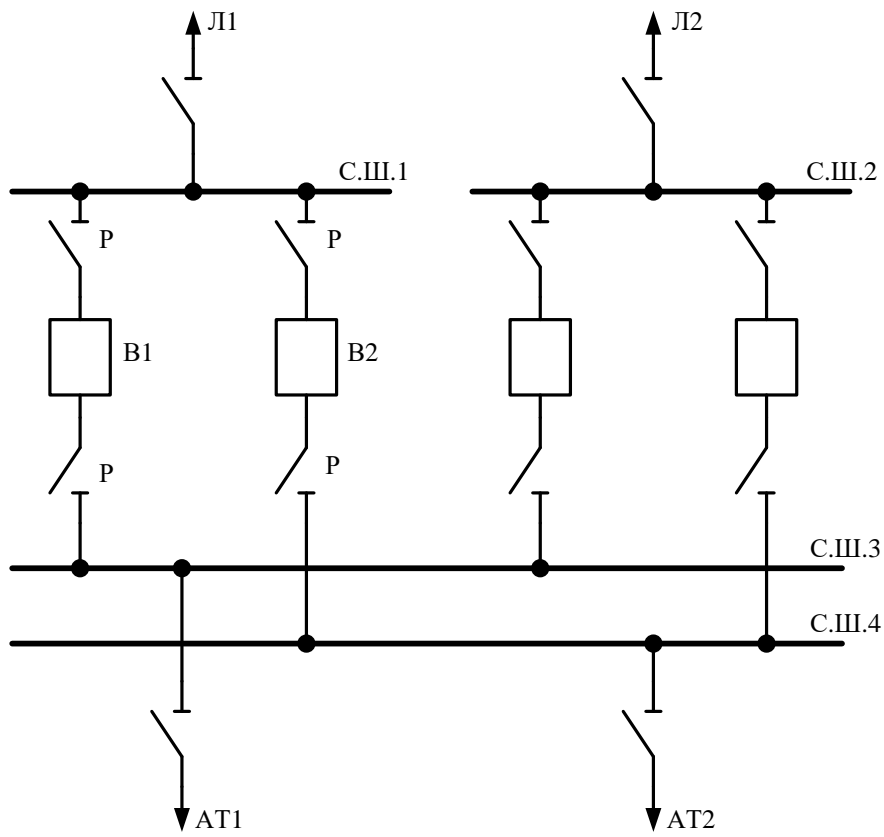


Рис. 1.1. Схема ВРП 330 кВ

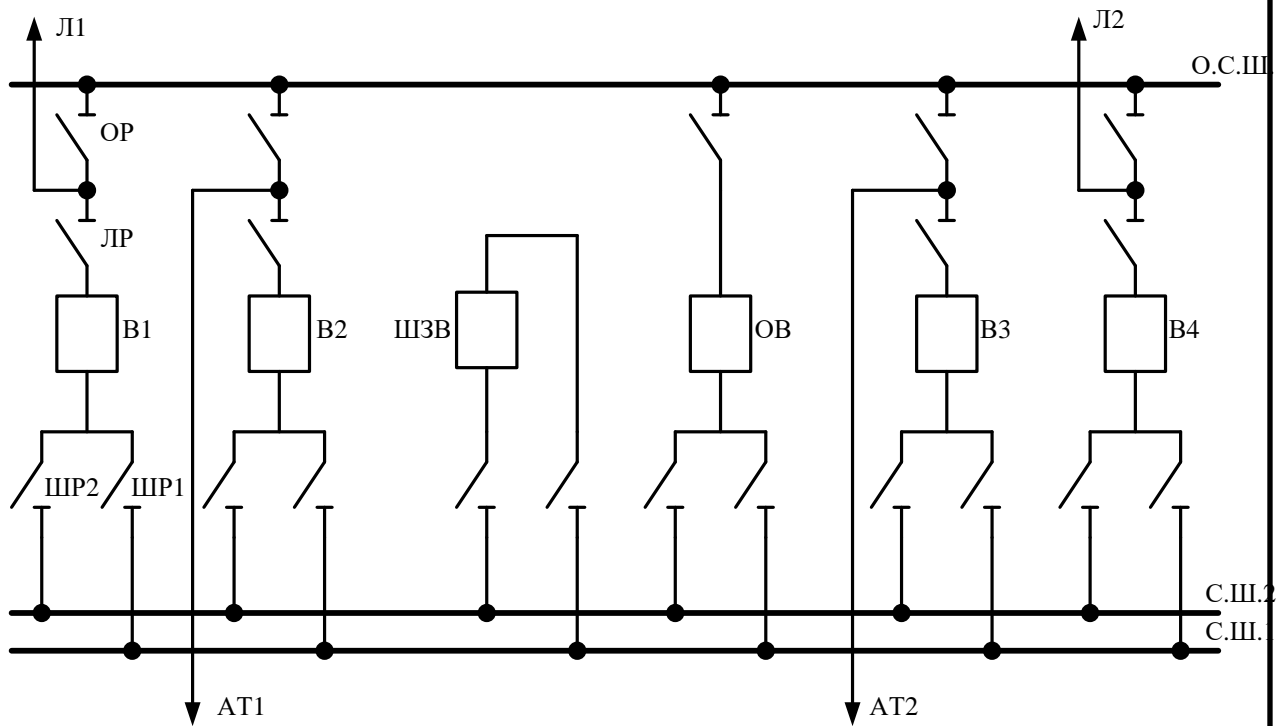


Рис. 1.2. Схема ВРП 110 кВ

										Арк.
										10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ДП 2024 141</b>					

## 2 РОЗРОБКА ВАРІАНТІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ

У зв'язку з будівництвом трьох ліній 110 кВ які під'єднуються до існуючого ВРП-110 кВ, виникає необхідність перерахунку пропускної потужності підстанції та визначення варіантів щодо підвищення її потужності.

Характеристика навантаження існуючих 11 ліній та 3 ліній, що будуються наведені в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1

п/п	Напруга, кВ	Кількість	Навантаження ліній		Коефіцієнт потужності $\cos\varphi$	Коефіцієнт одночасності $k_o$
			$P_{\max}$ , МВт	$P_{\min}$ , МВт		
1	110	11	24	18	0,9	0,85
2	110	3	26	21	0,9	0,85

Визначаємо повне максимальне навантаження РП – 110 кВ

Максимальна активна потужність:

$$P_{\max} = n_l \cdot P_{одл} \cdot k_o, \text{ МВт}$$

$$P_{\max} = ((11 \cdot 24) + (3 \cdot 26)) \cdot 0,85 = 290,7 \text{ МВт}$$

Максимальна реактивна потужність:

$$Q_{\max} = P_{\max} \cdot \text{tg}\varphi_{\max}, \text{ Мвар}$$

Тангенс кута діелектричних втрат:

$$\text{tg}\varphi = \text{tg}(\arccos 0,9) = 0,48$$

$$Q_{\max} = 290,7 \cdot 0,48 = 139,54 \text{ Мвар}$$

Повна потужність:

					<b>ДП 2024 141</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Дзигун С.А.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Омельчук А.О.				11	
Н. Контр.					<b>Варіанти реконструкції</b> ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		Балота С.М					

$$S_{\max} = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{ МВА}$$

$$S_{\max} = \sqrt{290,7^2 + 139,54^2} = 322,46 \text{ МВА}$$

Перевірка потужності встановлених автотрансформаторів за (2.1) забезпечує живлення усіх споживачів у нормальному режимі при оптимальному навантаженні.

$$S_{\text{роз.АТ}} = \frac{S_{\max}}{k_{ав} \cdot (n-1)}, \text{ МВА} \quad (2.1)$$

де  $k_{ав}$  – коефіцієнт аварійного перевантаження трансформаторів,  $k_{ав}=(1,35-1,4)$ ;

$n$  – кількість трансформаторів,  $n=2$ .

Розрахунок необхідної потужності трансформаторів

$$S_{\text{роз.АТ}} = \frac{S_{\max}}{1,4 \cdot (2-1)} = \frac{322,46}{1,4 \cdot (2-1)} = 230,33 \text{ МВА}$$

Встановлені на підстанції - 2 x АТДЦТН-200000/330/110

$$S_{\text{НОМ}} = 200 \text{ МВА.}$$

Вони будуть систематично перенавантажуватись, оскільки встановлена потужність трансформаторів  $S_{\text{ВСТ}} = 200 \text{ МВА}$ , що менше  $S_{\text{роз.АТ}} = 230,33 \text{ МВА}$ . Тобто не виконується умова:

$$S_{\text{ВСТ}} \geq S_{\text{роз.АТ}}$$

Розглянемо два найбільш ймовірні варіанти реконструкції підстанції 330 кВ «Броварська».

#### Варіант-1

Реконструкції підстанції полягає у наступному: замінюються два існуючих автотрансформатори зв'язку типу АТДЦТН-200000/330/110/35 на два автотрансформатори зв'язку типу АТДЦТН-250000/330/110/35.

$$S_{\text{НОМ}} = 250 \text{ МВА.}$$

										Арк.
										12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП 2024

141

При цьому систематичного перенавантаження не буде, оскільки встановлена потужність трансформаторів  $S_{ВСТ} = 250$  МВА, що більше  $S_{дiс.А\delta} = 230,33$  МВА. Тобто виконується умова:

$$S_{ВСТ} \geq S_{роз.АТ}$$

Перевіряємо трансформатор на аварійне перевантаження. При аварійному перенавантаженні повинна виконуватися умова:

$$1.4 \cdot S_{НОМ.ТР} \geq S_{max};$$

$$1.4 \cdot 250 МВА = 350 МВА \geq 322,46 МВА .$$

#### Варіант-2

Реконструкції підстанції складається із установки третього автотрансформатора зв'язку типу АТДТН-200000/330/110/35 та зміни схеми з'єднання ВРП-330 кВ із «чотирикутника» на 3/2 (3 вимикача на 2 приєднання). У цьому варіанті в роботі завжди знаходяться два автотрансформатори.

$$S_{НОМ} = 2 * 200 МВА.$$

При цьому систематичного перенавантаження не буде, оскільки встановлена потужність трансформаторів  $S_{ВСТ} = 2 * 200$  МВА, що більше  $S_{роз.АТ} = 230,33$  МВА. Тобто виконується умова:

$$S_{ВСТ} \geq S_{роз.АТ}$$

Перевіряємо трансформатор на аварійне перевантаження. При аварійному перенавантаженні повинна виконуватися умова:

$$1.4 \cdot S_{НОМ.ТР} \geq S_{max};$$

$$1.4 \cdot 2 * 200 МВА = 560 МВА \geq 322,46 МВА .$$

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2024 141				

Отже, обидва варіанти задовольняють всі вимоги. Вибір оптимального варіанту проводиться за техніко-економічним порівнянням варіантів.

					<b>ДП 2024 141</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

### 3. ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ

Порівняльну оцінку варіантів проводимо співставляючи зведені витрати обох варіантів.

$$Z = E_H \cdot K_1 + C, \text{ [тис.грн.]},$$

де  $E_H = 0.1$  - нормативний коефіцієнт окупності капіталовкладень.

$K_1$  - одноразові капіталовкладення

$$K_1 = n \cdot K_T, \text{ [тис.грн.]},$$

$K_T$  - вартість одного трансформатора.

$C$  – щорічні поточні витрати виробництва при нормальній експлуатації

$$C = K_1 \cdot (K_{TP} + K_A) + B_o \cdot \Delta W_1, \text{ [тис.грн.]},$$

де  $K_{TP}$  – коефіцієнт відрухування на поточний ремонт і обслуговування ( $K_{TP} = 0.03$ );

$K_A$  – коефіцієнт амортизаційних відрухування ( $K_A = 0.063$ );

$B_o$  - середня собівартість 1кВт·год електричної енергії ( $B_o = 145,0$  коп/кВт·год)

$\Delta W_1$  - річні втрати потужності та електричної енергії в автотрансформаторах складають

$$\Delta W_{AT} = \Delta P_x T + \Delta P_{к вн} \left[ \frac{S_{maxBH}}{S_{ном}} \right]^2 \cdot \tau_{BH} + P_{к сн} \left[ \frac{S_{maxCH}}{S_{ном}} \right]^2 \cdot \tau_{CH} + \Delta P_{к нн} \left[ \frac{S_{maxHH}}{S_{ном}} \right]^2 \cdot \tau_{HH}$$

$$\tau_{BH} = \tau_{CH} = \tau_{HH} = 6000 \text{ год}$$

					<b>ДП 2024 141</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Техніко-економічне порівняння</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Дзигун Є.А.						
Перевірив		Омельчук А.О.					15	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		Балюта С.М						

Обмотка НН автотрансформаторів не завантажена, тому втрати електроенергії в ній ми не визначаємо.

Розрахунок втрат електроенергії на обмотках ВН,СН:

$$\Delta P_{k\text{ВН}} = 0.5 \left( \Delta P_{k\text{ВН-СН}} + \frac{\Delta P_{k\text{ВН-НН}}}{K_{\text{В.АТ}}^2} - \frac{\Delta P_{k\text{СН-НН}}}{K_{\text{В.АТ}}^2} \right);$$

$$\Delta P_{k\text{СН}} = 0.5 \left( \Delta P_{k\text{ВН-СН}} + \frac{\Delta P_{k\text{СН-НН}}}{K_{\text{В.АТ}}^2} - \frac{\Delta P_{k\text{ВВ-НН}}}{K_{\text{В.АТ}}^2} \right);$$

$$K_{\text{В.АТ}} = \frac{U_{\text{номВН}} - U_{\text{номСН}}}{U_{\text{номВН}}} = \frac{330 - 115}{330} = 0,651.$$

Визначаємо зведені витрати для кожного варіанту.

#### ВАРІАНТ-1

2 x АТДЦТН – 250000/330/110

$$S_{\text{НОМ}} = 250 \text{ МВА}; U_{\text{ВН}} = 330 \text{ кВ}; U_{\text{СН}} = 115 \text{ кВ}; P_x = 180 \text{ кВт};$$

$$P_{k\text{ВН-СН}} = 660 \text{ кВт}; P_{k\text{ВН-НН}} = 490 \text{ кВт}; P_{k\text{СН-НН}} = 400 \text{ кВт};$$

Вартість: АТ-123000 тис.грн., залишкова вартість демонтованих АТ-38400 тис.грн..

$$\Delta P_{k\text{ВН}} = 0.5 * \left( 660 + \frac{490}{0.651^2} - \frac{400}{0.651^2} \right) = 436,2 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{k\text{СН}} = 0.5 * \left( 660 + \frac{400}{0.651^2} - \frac{490}{0.651^2} \right) = 223,8 \text{ кВт};$$

$$\begin{aligned} \Delta W_2 &= 180 * 8760 + 436,2 * \left( \frac{322,46}{2 * 250} \right)^2 * 6000 + 223,8 * \left( \frac{322,46}{2 * 250} \right)^2 * 6000 = \\ &= 4131000 \text{ кВт} \cdot \text{год}; \end{aligned}$$

Витрати виробництва :

$$C_1 = (2 \cdot 123000000 - 38400000) \cdot (0.03 + 0.063) + 0,45 \cdot 4131000 = 21165,75$$

тис.грн.

Зведені витрати :

$$Z_1 = 0.1 \cdot (2 \cdot 123000 - 38400) + 21165,75 = 41925,75 \text{ тис.грн.}$$

#### ВАРІАНТ-2

1 x АТДТН – 200000/330/110

										Арк.
										16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП 2024

141

$$S_{НОМ} = 200\text{МВА} ; U_{ВН} = 330\text{ кВ}; U_{СН} = 115\text{ кВ} ; P_x = 155\text{ кВт} ;$$

$$P_{К.ВН - СН} = 560\text{ кВт} ; P_{К.ВН - НН} = 300\text{ кВт} ; P_{К.СН - НН} = 210\text{ кВт} ;$$

Вартість: АТ-112000 тис.грн., реконструкції ВРП-330 кВ – 50800 тис. грн..

$$\Delta P_{кВН} = 0.5 \left( 560 + \frac{300}{0.651^2} - \frac{210}{0.651^2} \right) = 386.181\text{ кВт};$$

$$\Delta P_{кСН} = 0.5 \left( 560 + \frac{210}{0.651^2} - \frac{300}{0.651^2} \right) = 173.818\text{ кВт};$$

$$\begin{aligned} \Delta W_I &= 155 * 8760 + 386.181 * \left( \frac{322,46}{3 * 200} \right)^2 * 6000 + 173.818 * \left( \frac{322,46}{3 * 200} \right)^2 * 6000 = \\ &= 3162116,78\text{ кВт} \cdot \text{год}; \end{aligned}$$

Витрати виробництва :

$$C_1 = (1 \cdot 112000000 + 50800000) \cdot (0.03 + 0.063) + 0,45 \cdot 3162116,78 = 16563,35$$

тис.грн.

Зведені витрати :

$$Z_1 = 0.1 \cdot (1 \cdot 112000 + 50800) + 16563,35 = 32843,35\text{ тис.грн.}$$

Оскільки різниця між зведеними витратами по першому та другому варіанту перевищує 5 %, то приймаємо варіант з меншими зведеними витратами, - 2 варіант:

1 x АТДТН – 200000/330/110

									Арк.
									17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП 2024

141

## 4 РОЗРАХУНОК СТРУМІВ ТРИФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

### 4.1 Складання схеми заміщення

Короткі замикання в електричних мережах виникають при ушкодженні ізоляції струмопровідних елементів електричних пристроїв у разі їх природного старіння, своєчасно не виявленого шляхом профілактичних випробувань або інших ушкоджень при експлуатації.

Розрахунок струмів короткого замикання виконаємо для РП 330, 110 та 35 кВ. Із схеми реконструкції підстанції виділимо розрахункову схему рис.4.1. З розрахункової схеми складаємо схему заміщення рис. 4.2, в котрій вказуємо опір джерела та споживачів, також намітимо точки для розрахунку струмів короткого замикання. Заради спрощення розрахунків для кожного електричного ступеню в розрахунковій схемі замість дійсної напруги на шинах вказують середнє.

По побудованій схемі заміщення (рис.4.2) розраховуємо для неї опори у відносних одиницях за базовою потужністю  $S_б=1000$  МВА.

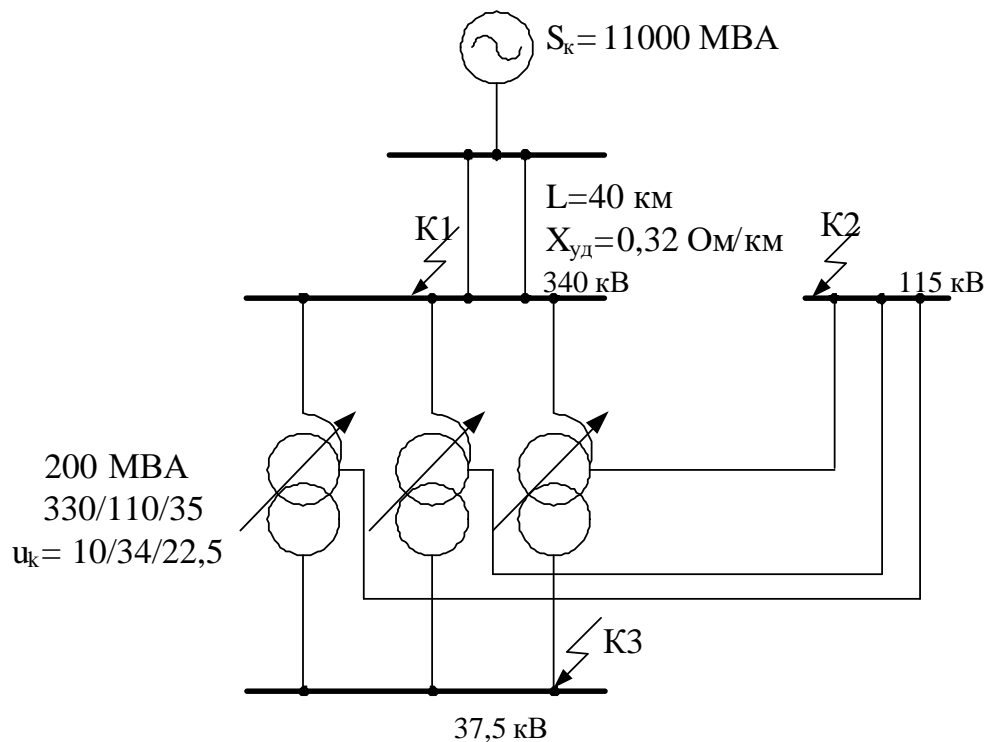


Рисунок 4.1. Розрахункова сема підстанції

				<b>ДП 2024 141</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив		Дзигун С.А.			Літ.	Арк.
Перевірив		Омельчук А.О.				18
Н. Контр.					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	
Затвердив		Балюта С.М				
<b>Розрахунок струмів трифазного КЗ</b>						

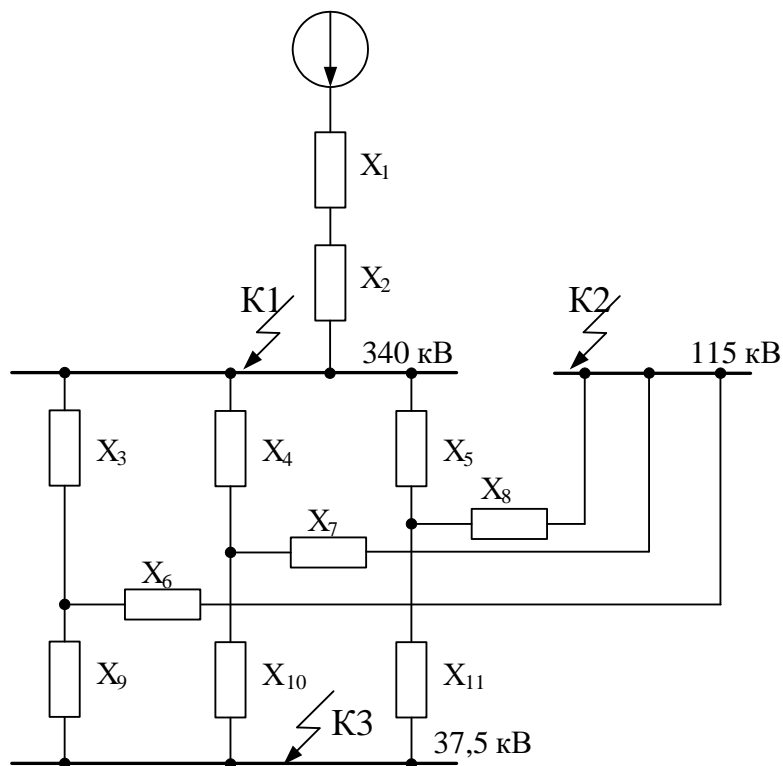


Рисунок 4.2. Схема заміщення

Приведені значення опору енергосистеми:

$$x_1 = \frac{S_{\sigma}}{S_K} = \frac{1000}{11000} = 0,091$$

Приведені значення опору двохланцюгової лінії електропередачі:

$$x_2 = \frac{x_{уд} \cdot l}{2} \cdot \frac{S_{\sigma}}{U_{cp}^2} = \frac{0,32 \cdot 40}{2} \cdot \frac{1000}{340^2} = 0,055$$

де  $x_{уд}$  - середній питомий індуктивний опір повітряної лінії,  $x_{уд} = 0,32$  за [2];

Приведені значення опору автотрансформатора:

розрахуємо опори обмоток автотрансформатора за [2]

$$x_{B\%} = 0,5 \cdot (U_{kB-H\%} + U_{kB-C\%} - U_{kC-H\%}) = 0,5 \cdot (34 + 10 - 22,5) = 10,75$$

$$x_{C\%} = 0,5 \cdot (U_{kB-C\%} + U_{kC-H\%} - U_{kB-H\%}) = 0,5 \cdot (10 + 22,5 - 34) = -0,75 = 0$$

$$x_{H\%} = 0,5 \cdot (U_{kB-H\%} + U_{kC-Y\%} - U_{kB-C\%}) = 0,5 \cdot (34 + 22,5 - 10) = 23,25$$

приведені значення опору визначаються за формулою:

$$x_* = \frac{x_{\%}}{100} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_{ном}} \quad (4.1)$$

для кожної обмотки:

									Арк.
									19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$x_3 = x_4 = x_5 = \frac{10,75}{100} \cdot \frac{1000}{200} = 0,538$$

$$x_6 = x_7 = x_8 = \frac{0}{100} \cdot \frac{1000}{200} = 0$$

$$x_9 = x_{10} = x_{11} = \frac{23,25}{100} \cdot \frac{1000}{200} = 1,163$$

#### 4.2 Розрахунок струму КЗ на збірних шинах РП 330,110 та 35 кВ

Розраховуємо струм КЗ для точки К1.

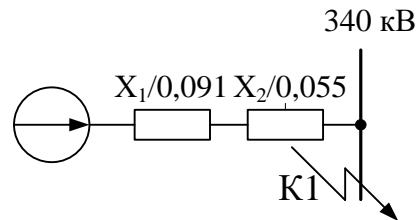


Рис. 4.3. Схема заміщення для розрахунку струму КЗ у т. К1

Еквівалентний опір кола:

$$x_{12,рез,К1} = x_1 + x_2 = 0,091 + 0,055 = 0,146$$

Базовий струм:

$$I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{срК1}}, \text{ кА} \quad (4.2)$$

$$I_{\sigma К1} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 340} = 1,698 \text{ кА}$$

Початкове значення періодичної складової струму КЗ:

$$I_{н.0} = \frac{1}{x_{рез}} \cdot I_{\sigma}, \text{ кА} \quad (4.3)$$

$$I_{н.0,К1} = \frac{1}{0,146} \cdot 1,698 = 11,63 \text{ кА}$$

Визначимо ударний струм  $i_y$ , струм після 0,01 с з початку КЗ:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot I_{н0} \cdot \kappa_y \quad (4.4)$$

$\kappa_y$  - ударний коефіцієнт, знаходимо по [2],  $\kappa_y = 1,78$

$$i_{y,К1} = \sqrt{2} \cdot 11,63 \cdot 1,78 = 29,28 \text{ кА}$$

									Арк.
									20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Визначаємо аперіодичну складову струму трифазного короткого замикання  $i_{a,\tau}$ .

$$i_{a,\tau} = \sqrt{2} \cdot I_{n,0} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_a}} \text{ [кА]} \quad (4.5)$$

$$\tau = t_{c,e} + 0,01 = 0,025 + 0,01 = 0,035 \text{ с}$$

$T_a$  визначаємо згідно з [2].

$$T_{a,1} = 0,04 \text{ с}$$

$e^{-\frac{\tau}{T_a}}$  визначаємо згідно з [2].

$$i_{a,\tau,K1} = \sqrt{2} \cdot I_{n,0,K1} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_{a,1}}} = \sqrt{2} \cdot 11,63 \cdot 0,42 = 6,91 \text{ кА}$$

Визначаємо тепловий імпульс  $B_K^{(3)}$ .

$$B_K = I_{n,0}^2 \cdot (t_{омк} + T_a) \text{ [кА}^2\text{с]} \quad (4.6)$$

$$t_{омк} = 0,2 \text{ с, згідно з [2].}$$

$$B_{K,K1} = I_{n,0,K1}^2 \cdot (t_{омк} + T_{a,1}) = 11,63^2 \cdot (0,2 + 0,04) = 32,46 \text{ кА}^2\text{с}$$

Аналогічно, за формулами (4.2)-(4.6), розрахуємо струми КЗ для точок К2 та К3.

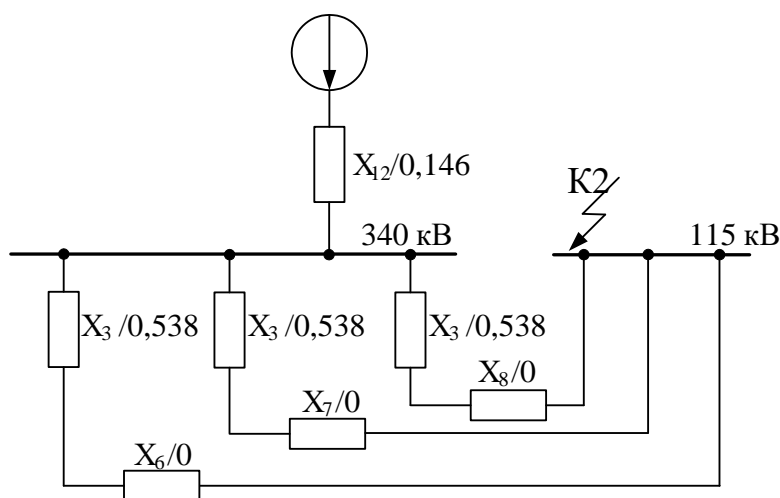


Рисунок 4.4. Схема заміщення для розрахунку струму КЗ у т. К2

Еквівалентний опір кола:

$$X_{рез} = x_{12} + \frac{x_{3(4;5)} + x_{6(7;8)}}{3} = 0,146 + \frac{0,538 + 0}{3} = 0,325$$

									Арк.
									21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Базовий струм:

$$I_{6,K2} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5,02 \text{ кА}$$

Початкове значення періодичної складової струму КЗ:

$$I_{n,0,K2} = \frac{1}{0,325} \cdot 5,02 = 15,4 \text{ кА}$$

Визначимо ударний струм  $i_y$ , струм після 0,01 с з початку КЗ:

$$i_{y,K2} = \sqrt{2} \cdot I_{n,0,K2} \cdot \kappa_y = \sqrt{2} \cdot 15,4 \cdot 1,608 = 35,02 \text{ кА}$$

$\kappa_y$  - ударний коефіцієнт, знаходимо по [2],  $\kappa_y = 1,608$

Визначаємо аперіодичну складову струму трифазного короткого замикання  $i_{a,\tau}$ .

$$i_{a,\tau,K2} = \sqrt{2} \cdot I_{n,0,K2} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_{a,1}}} = \sqrt{2} \cdot 15,4 \cdot 0,17 = 3,7 \text{ кА}$$

$$\tau = 0,035 \text{ с}$$

$T_a$  визначаємо згідно з [2]

$$T_{a,2} = 0,02 \text{ с}$$

$e^{-\frac{\tau}{T_a}}$  визначаємо згідно з [2]

$$e^{-\frac{0,035}{0,02}} = 0,17$$

Визначаємо тепловий імпульс  $B_K^{(3)}$ .

$$B_{K,K2} = I_{n,0,K2}^2 \cdot (t_{отк} + T_{a,2}) = 15,4^2 \cdot (0,2 + 0,02) = 52,2 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$t_{отк} = 0,2 \text{ с}$ , згідно з [2].

Для точки КЗ (рисунок 4.5):

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

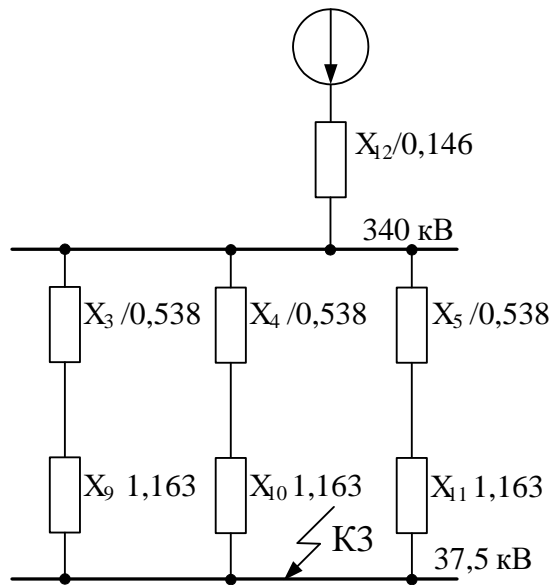


Рисунок 4.5. Схема заміщення для розрахунку струму КЗ у т. КЗ

$$x_{\text{рез}} = x_{12} + \frac{x_{3(4;5)} + x_{9(10;11)}}{3} = 0,146 + \frac{0,538 + 1,163}{3} = 0,703$$

Базовий струм:

$$I_{6, \text{КЗ}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 37,5} = 15,4 \text{ кА}$$

початкове значення періодичної складової струму КЗ:

$$I_{\text{н.0,КЗ}} = \frac{1}{0,703} \cdot 15,4 = 21,9 \text{ кА}$$

Визначимо ударний струм  $i_y$ , струм після 0,01 с з початку КЗ:

$$i_{y, \text{КЗ}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{н.0,КЗ}} \cdot \kappa_y = \sqrt{2} \cdot 21,9 \cdot 1,608 = 49,8 \text{ кА}$$

$\kappa_y$  - ударний коефіцієнт, знаходимо по [2],  $\kappa_y = 1,608$

Визначаємо аперіодичну складову струму трифазного короткого замикання  $i_{a,\tau}$ :

$$i_{a,\tau, \text{КЗ}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{н.0,КЗ}} \cdot e^{-\frac{\tau}{T_{a,1}}} = \sqrt{2} \cdot 21,9 \cdot 0,17 = 5,27 \text{ кА}$$

$$\tau = 0,035 \text{ с}$$

$T_a$  визначаємо згідно з [2]

$$T_{a,3} = 0,02 \text{ с}$$

$e^{-\frac{\tau}{T_a}}$  визначаємо згідно з [2]

$$e^{-\frac{0,035}{0,02}} = 0,17$$

Визначаємо тепловий імпульс  $B_K^{(3)}$ :

										Арк.
										23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$B_{K,K3} = I_{n,0,K3}^2 \cdot (t_{омк} + T_{a,3}) = 21,9^2 \cdot (0,2 + 0,02) = 105,51 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$t_{омк} = 0,2 \text{ с}$ , згідно з [2].

Зведемо до таблиці 4.1 розрахунки струмів КЗ

Таблиця 4.1. Зведені розрахунки струмів КЗ

Точка КЗ	$I_{п.0}, \text{кА}$	$i_y, \text{кА}$	$i_{a,\tau}, \text{кА}$	$I_{п.\tau}, \text{кА}$	$B_K, \text{кА} \cdot \text{с}$
К1(330кВ)	11,63	29,28	6,91	11,63	32,46
К2(110кВ)	15,4	35,02	3,7	15,4	52,2
К3(35кВ)	21,9	49,8	5,27	21,9	105,51

## 5 . ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ ТА СТРУМОПРОВІДНИХ ЧАСТИН

### 5.1 Вибір вимикачів і роз'єднувачів

Вибираємо вимикач і роз'єднувач для електричного ланцюга приєднання лінії до РП 110кВ.

$$I_{\text{норм}} = \frac{P_{\text{мах}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{26 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 136,46 \text{ А}$$

$$I_{\text{мах}} = \frac{n}{n-1} \cdot I_{\text{норм}} = \frac{3}{3-1} \cdot 136,46 = 204,7 \text{ А}$$

Вибираємо вимикач ЛТВ 145 D1 і роз'єднувач РНДЗ-110/1000У1, технічні дані яких згідно з [2] ,[3] наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Розрахункове дане	Каталожні дані	
	Вимикач ЛТВ 145 D1	Роз'єднувач РНДЗ-110/1000У1
$U_{\text{уст}} = 110 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}} = 145 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}} = 110 \text{ кВ}$
$I_{\text{мах}} = 204,7 \text{ А}$	$I_{\text{ном}} = 3150 \text{ А}$	$I_{\text{ном}} = 1000 \text{ А}$
$I_{\text{н,т}} = 15,4 \text{ кА}$	$I_{\text{отк,ном}} = 40 \text{ кА}$	-
$i_{\text{а,т}} = 3,7 \text{ кА}$	$i_{\text{а,ном}} = \frac{\sqrt{2} \cdot \beta_H \%}{100} I_{\text{отк,ном}} =$ $= \frac{\sqrt{2} \cdot 52}{100} \cdot 40 = 29,42 \text{ кА}$	-
$I_{\text{н,0}} = 15,4 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}} = 40 \text{ кА}$	-
$i_y = 35,02 \text{ кА}$	$i_{\text{дин}} = 100 \text{ кА}$	$i_{\text{дин}} = 80 \text{ кА}$
$B^{(3)}_K = 52,2 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 40^2 \cdot 3 = 4800$ $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 31,5^2 \cdot 4 = 3969$ $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$

					<b>ДП 2024 141</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Вибір електричних апаратів</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Дзигун Є.А.					25	
Перевірив		Омельчук А.О.				ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

## 5.2 Вибір трансформаторів струму

Трансформатор струму призначений для пониження номінального струму до значень, більш удобних для вимірювальних приладів і реле, а також для відділення кіл вимірювання та захисту від первинних кіл високої напруги.

Вибираємо трансформатори струму для електричного ланцюга приєднання лінії до РП 110кВ.

$$I_{норм} = 136,46 \text{ А}$$

$$I_{max} = 204,7 \text{ А}$$

Намічаємо до установки трансформатор струму типу ТФЗМ-110У1, технічні дані якого згідно з [2] наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Розрахункове дане	Каталожне дане
$U_{уст} = 110 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 110 \text{ кВ}$
$I_{норм} = 136,46 \text{ А}$ $I_{max} = 204,7 \text{ А}$	$I_{1,ном} = 600 \text{ А}$
$i_y = 35,02 \text{ кА}$	$i_{дин} = 126 \text{ кА}$
$B_K = 52,2 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{мер}^2 \cdot t_{мер} = 26^2 \cdot 3 = 2028 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$
$Z_2 = 1,04 \text{ Ом}$	$Z_{2,ном} = \frac{S_{2,ном}}{I_{2,ном}^2} = \frac{30}{5^2} = 1,2 \text{ Ом}$

Перевіряємо вибраний трансформатор струму за вторинним навантаженням дані, про яке згідно з [2] наведені в таблиці 5.3.

Прилад	Тип	Навантаження		
		А	В	С
Амперметр	Е-335	-	0,5	-
Ваттметр	Д-335	0,5	-	0,5
Варметр	Д-335	0,5	0,5	0,5
Лічильник активної та реактивної енергії	”Альфа”	3,6	3,6	3,6
Разом		4,6	4,6	4,6

Для того, щоб вибраний трансформатор струму працював у  
наміченому класі точності 0,5 необхідно дотримуватись умови  
 $Z_2 = R_2 = Z_{2,ном}$ .

$$R_{прил} = \frac{S_{прил}}{I_{2,ном}^2} = \frac{4,6}{5^2} = 0,184 \text{ Ом}$$

$R_K$  для багатьох приладів дорівнює 0,1 Ом згідно з [2].

$$R_{пр} = Z_{2,ном} - R_{прил} - R_K = 1,2 - 0,184 - 0,1 = 0,92 \text{ Ом}$$

$$q = \frac{p \cdot l_{розр}}{R_{прил}} = \frac{0,0175 \cdot 100}{0,92} = 1,9 \text{ мм}^2$$

За умовою механічної міцності згідно з [2] приймаємо переріз жил  
контрольного кабелю  $2,5 \text{ мм}^2$ .

$$R'_{прил} = \frac{p \cdot l_{розр}}{q'} = \frac{0,0175 \cdot 100}{2,5} = 0,7 \text{ Ом}$$

$$R'_2 = Z_2 = R_{прил} + R'_{пр} + R_K = 0,184 + 0,7 + 0,1 = 0,98 \text{ Ом}$$

$$Z_{2,ном} = 1,2 \text{ Ом} \geq Z_2 = 0,98 \text{ Ом}$$

Отже, вибраний трансформатор струму працюватиме у наміченому  
класі точності 0,5.

### 5.3 Вибір трансформаторів напруги

Вимірювальний трансформатор напруги призначений для пониження  
високої напруги до стандартного значення – 100 або  $\sqrt{3} \cdot 100$ , від первинних  
кіл високої напруги для кіл вимірювання та релейного захисту.

Вибираємо трансформатор напруги на збірних шинах РП-110кВ.

Намічаємо до установки трансформатор напруги НКФ – 110У1,  
технічні дані якого згідно з [2] наведені в таблиці 5.4.

									Арк.
									27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 5.4

Тип	Номинальна напруга обмоток			Номинальна потужність в точності класі				$S_{2,ном}$ ВА
	первинної кВ	основної вторинної В	додавкової вторинної В	0,2	0,5	1	3	
НКФ - 110У1	110/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$	100/3	-	400	600	1200	2000

Перевіряємо вибраний трансформатор напруги за вторинним навантаженням дані, про яке згідно з [2] наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Прилад	Тип	Потужність однієї обмотки	Кількість обмоток	Кількість приладів	Загальна споживана потужність $S_2, В*А$
<i>Збірні шини</i>					
Вольтметр з перемиканням	Е-335	2	1	2	4,0
Вольтметр	Е-335	2	1	2	4,0
<i>Лінії</i>					
Ватметр	Д-335	1,5	2	14	42,0
Варметр	Д-335	1,5	2	14	42,0
Лічильник активної та реактивної енергії	"Альфа"	3,7	1	14	51,8
Фіксатор імпульсної дії	ФІП	3	-	14	42,0
<i>Для автотрансформатора зв'язку</i>					
Ватметр	Д-335	1,5	2	2	6,0
Варметр з двосторонньою шкалою	Д-335	1,5	2	2	6,0

Лічильник активної та реактивно енергії	”Альфа”	3,7	1	2	7,4
Разом					205,2

$$S_2 = 205,2 \text{ ВА} < S_{2,ном} = 400 \text{ ВА}$$

Отже, вибраний трансформатор напруги працюватиме в необхідному класі точності 0,5.

Переріз мідних жил контрольного кабелю за умовою механічної міцності приймаємо 1,5мм<sup>2</sup>.

#### 5.4 Вибір струмопровідних частин та підвісних ізоляторів

Вибираємо струмопровідні частини для електричного ланцюга приєднання лінії до РП 110кВ.

$$I_{норм} = 136,46 \text{ А}$$

$$I_{max} = 204,7 \text{ А}$$

Вибір перерізу гнучких шин ведемо за економічною густиною струму.

$$q_e = \frac{I_{норм}}{j_e} = \frac{136,46}{1} = 136,46$$

$$j_e = 1 \text{ А/мм}^2 \text{ згідно з [2].}$$

Вибираємо провід АС-95/16, основні технічні характеристики якого згідно з [2] наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6

Марка провуда	Зовнішній діаметр провуда, мм	I <sub>дон</sub>
АС-95/16	13,5	260

Розташування провідів фаз горизонтальне.

												Арк.
												29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

Перевіряємо вибрані проводи на нагрів за умовою

$$I_{\max} \leq I_{\text{дон}}$$

$$204,7\text{А} < 260\text{А}$$

Перевіряємо вибрані проводи за умовою коронування

$$1,07E \leq 0,9E_0$$

$$E_0 = 30,3 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_0}}\right) = 30,3 \cdot 0,82 \cdot \left(1 + \frac{0,299}{\sqrt{0,68}}\right) = 33,85 \text{ кВ/см}$$

$$E = \frac{0,354 \cdot U}{r_0 \cdot \lg \frac{D_{cp}}{r_0}} = \frac{0,354 \cdot 110}{0,68 \cdot \lg \frac{378}{0,68}} = 18,5 \text{ кВ/см}$$

$$D = 3 \text{ м} = 300 \text{ см}$$

$$D_{cp} = D \cdot 1,26 = 300 \cdot 1,26 = 378 \text{ см}$$

$$1,07 \cdot 18,5 = 19,8 \text{ кВ/см} < 0,9 \cdot 33,85 = 30,47 \text{ кВ/см}$$

Отже, вибраний провід умові на коронування відповідає.

Вибираємо підвісні ізолятори згідно з [5].

Намічаємо підвісні ізолятори типу ПС6-А, технічні дані якого наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7

Тип ізолятора	Н мм	Е <sub>мр</sub> кВ/см
ПС6-А	130	2,6

$K_p = 3$  згідно з [4]

$$n = \frac{K_p \cdot U_\phi}{E_{mp} \cdot H} = \frac{3 \cdot 110}{\sqrt{3} \cdot 2,6 \cdot 13} = 5,643 \approx 6 \text{ шт.}$$

Згідно з [5] приймаємо 9 ізоляторів в гірлянді.

### 5.5 Вибір обмежувачів перенапруг

									Арк.
									30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП 2024

141

Обмежувач перенапруги (ОПН) використовуються для захисту трансформаторів, електричного обладнання розподільчих пристроїв і апаратів від атмосферних та комутаційних перенапруг.

На стороні 330 кВ приймаємо ОПНп – 330УХЛ1; 110 кВ – ОПНп - 110УХЛ1; 35 кВ - ОПНп – 35У1. Технічні дані вибраних ОПН згідно з [6] наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8

Параметри та технічні дані	ОПН п-330УХЛ1	ОПН п-110УХЛ1	ОПН п-35УХЛ1
Клас напруги мережі, кВ	330	110	35
Номинальні розрядні струми при імпульсі 8/20 мкс, кА	20	10	10
Найбільша робоча тривало допустима напруга, кВ	210	78	40,5
Залишкова напруга на ОПН-У при імпульсі струму			
500 А 30/60 мкс	503	186	99
1000 А 30/60 мкс	527	193	102
1000 А 8/20мкс	531	-	-
5000 А 8/20мкс	587	227	125
10000А 8/20мкс	622	243	130
20000А 8/20мкс	669	265	146,5
Максимальна амплітуда імпульсів струму прямокутної форми 2000 мкс/а	800	500	300
Довжина шляху витікання, см	800	299	140

### 5.6 Вибір електричних апаратів за номінальними параметрами

Технічні характеристики електричних апаратів згідно з [2], [3] наведені в таблиці 5.9.

Приєднання	Розрахункова формула	Вимикач	Роз'єднувач	Трансформатор струму	Трансформатор напруги
Автотрансформатора зв'язку 110кВ	$I_{\text{норм}} = \frac{S_{\text{ном,АТ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном,110}}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 1049,73 \text{ А}$ $I_{\text{max}} = 1,4 \cdot I_{\text{норм}} = 1,4 \cdot 1049,73 = 1469,62 \text{ А}$	ЛТВ 145 D1	РНДЗ-110/2000У1	ТФЗМ-110У1	-
Автотрансформатора зв'язку 330кВ	$I_{\text{норм}} = \frac{S_{\text{ном,АТ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном,330}}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 330} = 349,91 \text{ А}$ $I_{\text{max}} = 1,4 \cdot I_{\text{норм}} = 1,4 \cdot 349,91 = 489,87 \text{ А}$	ЛТВ 362E2	РНДЗ-330/3200У1	ТФУМ-330У1	НКГ-330-У1
Автотрансформатора зв'язку 35 кВ	$I_{\text{норм}} = \frac{S_{\text{ном,АТ.ли}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{80000}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 659,83 \text{ А}$ $I_{\text{max}} = 1,4 \cdot I_{\text{норм}} = 1,4 \cdot 659,83 = 923,76 \text{ А}$	EDF SK 38	РНДЗ-35/1000У1	ТФЗМ-35У1	ЗНОМ-35-У1

## 6. РОЗРАХУНОК РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ЗАДАНОЇ ДІЛЯНКИ

Згідно з [4] на тупікових лініях W-110 кВ встановлюються наступні види релейного захисту:

Комплекти від між фазних коротких замикань, складаються із:

- струмова відсічка без витримки часу;
- максимальний струмовий захист з витримкою часу.

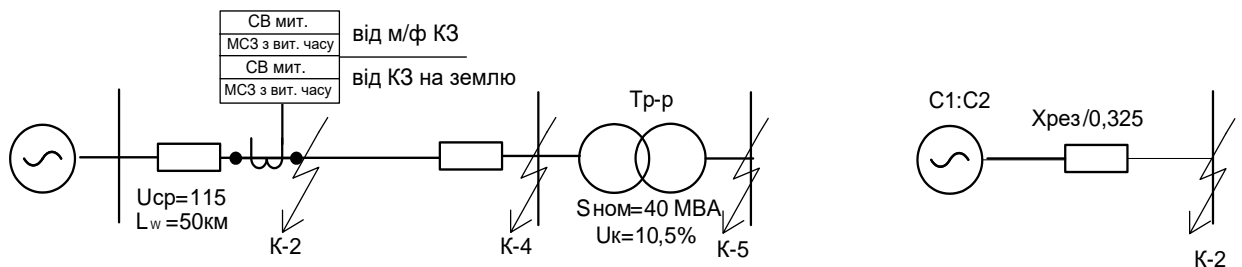
Комплект від коротких замикань на землю в який входить:

- швидкодіюча струмова відсічка нульової послідовності;
- струмовий захист нульової послідовності з витримкою часу.

Розраховуються струми трифазного і двофазного короткого замикання, протікаючи через проектуючи захисти при короткому замиканні на початку і в кінці захищаючої лінії електропередач, а також при короткому замиканні за трансформатором.

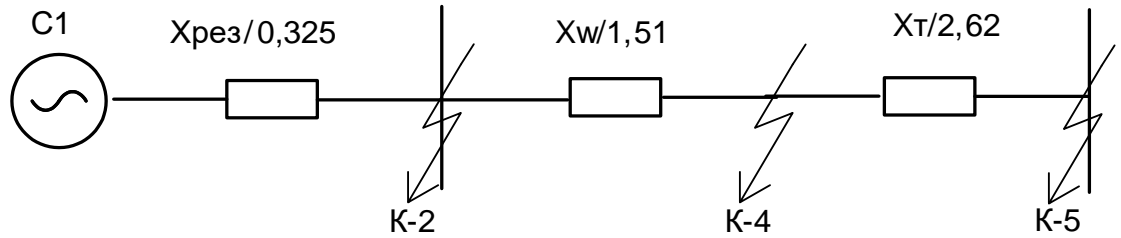
### Розрахунок струмів короткого замикання для вибору уставок і перевірки чутливості захисту.

Згідно з р.4 пояснюючої записки маємо схему заміщення до точки К-2 на збірних шинах 110 кВ підстанції.



Розрахунок ведеться по формулам: 
$$I_{no}^{(3)} = \frac{E'' \cdot I_{\phi}}{X_{рез}^{k-2}}; \quad I_{no}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{no}^{(3)}$$

					ДП 2024	141									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Розрахунок релейного захисту</div>					Літ.	Арк.	Аркушів			
Розробив		Дзигун Є.А.										33			
Перевірів		Омельчук А.О.								ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3					
Н. Контр.															
Затвердив		Балюта С.М													



де  $X_{рез}^{к-2} = 0,325$  у.о. результуючий опір до схеми заміщення, від якої відходить проектуюча лінія.

$X_w$ ;  $X_T$  – опір лінії електропередачі і трансформатора, які визначаються по формулі:

$$X_w = X_{уд} \cdot L_w \cdot \frac{S_6}{U_{ср}^2} = 0,4 \cdot 50 \cdot \frac{1000}{115^2} = 1,51 \text{ у.о.}$$

де  $X_{уд} = 0,4$  Ом/км- для провoda марки АС-95/16,  $L=50$  км – діна захищаючої лінії.

$$X_T = \frac{U_{к\%}}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{номТ}} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{1000}{40} = 2,63 \text{ у.о.}$$

$$I_{по_{к-2}}^{(3)} = 15,4 \text{ кА} ,$$

$$I_{по_{к-4}}^{(3)} = \frac{E_{л} \cdot I_6}{X_{рез}^{к-2} + X_w} = \frac{1 \cdot 5,02}{0,325 + 1,51} = 2,74 \text{ кА}$$

$$I_{по_{к-5}}^{(3)} = \frac{E_{л} \cdot I_6}{X_{рез}^{к-2} + X_w + X_T} = \frac{1 \cdot 5,02}{0,325 + 1,51 + 2,63} = 1,1 \text{ кА}$$

де  $I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{ф}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5,02 \text{ кА}$

Результати розрахунку струмів короткого замикання зводяться в таблицю 6.1.

Точка К.З.	Струми К.З., кА	
	$I_{по}^{(3)}$	$I_{по}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{по}^{(3)}$
К-2	15,4	13,4
К-4	2,74	2,38
К-5	1,1	0,96

**Розрахунок струмової відсічки від між фазних коротких замикань  
без витримки часу.**

Розрахунок струмової відсічки вибирається за умовою відбудови від струму трифазного короткого замикання, протікаючого через захист, при коротких замиканнях за трансформатором в максимальному режимі (в точці К-5).

$$I_{с.32}^1 = K_{від} \cdot I_{по.к-5}^{(3)} = 1,2 \cdot 1,1 = 1,32 \text{ кА}$$

де,  $K_{від}=1,2$  – коефіцієнт відбудови.

Провіряється чутливість струмової відсічки при двофазному короткому замиканні на початку захищеної лінії, в мінімальному режимі (точка К-2) по формулі:

$$K_{ч} = \frac{I_{по.к-2min}^{(2)}}{I_{с.31}} \geq 2; \quad K_{ч} = \frac{I_{по.к-2min}^{(2)}}{I_{с.31}} = \frac{13,4}{1,32} = 10,2 > 2 \text{ - згідно з [4]}$$

мінімальний коефіцієнт чутливості струмової відсічки при двофазному коротком замиканні на початку лінії електропередачі повинен бути не менше двох.

Чутливість струмової відсічки при двофазному короткому замиканні в кінці захищеної лінії в мінімальному режимі роботи точки К-4.

$$K_{ч} = \frac{I_{по.к-4.min}^{(2)}}{I_{с.3}} \geq 1,5; \quad K_{ч} = \frac{I_{по.к-4.min}^{(2)}}{I_{с.3}} = \frac{2,38}{1,32} = 1,8 \geq 1,5$$

Струм спрацювання реле струмової відсічки визначається по формулі:

$$I_{спр} = \frac{I_{с.3} \cdot K_{сх}}{K_T} = \frac{1320 \cdot 1}{40} = 33 \text{ А}$$

де,  $K_{сх}=1$ - коефіцієнт схеми при з'єднанні обмоток трансформатора струму в зірку;

$K_T=200/5=40$ . – коефіцієнт трансформації трансформатора струму для W-110 кВ

Вибирається реле струму типу РТ-40/50 для W-110кВ.

					<b>ДП 2024      141</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

**Розрахунок МСЗ з витримкою часу від між фазних коротких замикань другої ступені.**

Струм спрацювання МСЗ вибирається із умови відбудови від максимального струму захищеної лінії.

$$I_{сз}^{||} \geq \frac{K_{від} \cdot K_{с.з.}}{K_{п}}$$

де,  $K_{від}=1,2$ - коефіцієнт відбудови;

$K_{с.з.}=2$ - коефіцієнт самозапуску електродвигуна;

$K_{п}=0,8$ - коефіцієнт повернення реле струму типу РТ-40.

Максимальний струм навантаження ЛЕП:

$$I_{нагр. max} = \frac{S_{ном.Т}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 201 \text{ А} ,$$

де,  $S_{номТ}$  – номінальна потужність трансформатора

$$I_{сз}^{||} \geq \frac{K_{від} \cdot K_{с.з.}}{K_{п}} \cdot I_{нагр. max} = \frac{1,2 \cdot 2}{0,8} \cdot 201 = 603 \text{ А}$$

Чутливість максимального струмового захисту оцінюється при двофазному короткому замиканні за трансформатором в мінімальному режимі (точці К-5).

$$K_{ч} = \frac{I_{по\text{ К-5.min}}^{(2)}}{I_{сз}^{||}} \geq 1,2; \quad K_{ч} = \frac{I_{по\text{ К-5.min}}^{(2)}}{I_{сз}^{||}} = \frac{960}{603} = 1,6 > 1,2 \text{ – згідно з [4]}$$

мінімальний коефіцієнт чутливості струмової відсічки при двофазному коротком замиканні за трансформатором повинно бути не менше 1,2;

В кінці захищеної лінії (точці К-4)

$$K_{ч,К-4} = \frac{I_{по\text{ К-4}}^{(2)}}{I_{сз}^{||}} = \frac{2380}{603} = 3,9 > 1,5$$

Струм спрацювання реле;

$$I_{сп} = \frac{I_{сз}^{||} \cdot K_{сх}}{K_{Т}} = \frac{603 \cdot 1}{40} = 15,06 \text{ А}$$

Вибирається реле струму типу РТ-40/20

					<b>ДП 2024</b>	<b>141</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			36

Час спрацювання максимального струмового захисту вибирається за умовою погодження з максимальним струмовим захистом трансформатора.

$$t_{c.з.}^{II} = (t_{c.з., мтз. тпр} + \Delta t) \approx 2 - 2.5C$$

Вибирається реле часу типу РВ-01.

***Розрахунок двохступеневого струмового захисту від короткого замикання на землю W-110 кВ.***

Розрахунок струмової відсічки нульової послідовності без витримки часу (1 ступені).

Струм спрацювання першої ступені захисту визначається за умовою забезпечення необхідного коефіцієнта чутливості при короткому замиканні на землю в кінці захищеної лінії в мінімальному режимі роботи:

$$I_{0сз}^I \leq \frac{3I_{0к-4min}^{(1)}}{Kч}, A$$

де  $Kч=1,5$ , згідно з [4] необхідний коефіцієнт чутливості;

$3I_{0к-4min}^{(1)}$  - струм протікаючий через захист при однофазному короткому замиканні в кінці захищеної лінії в мінімальному режимі роботи (точки К-4).

$$3I_{0к-4min}^{(1)} = 0,7 \cdot 2740 = 1918 A$$

$$3I_{0сз}^I = \frac{3I_{0к-4min}^{(1)}}{Kч} = \frac{1918}{1,5} = 1279 A$$

Струм спрацювання реле:

$$I_{0спр}^I = \frac{I_{0сз}^I \cdot Kсх}{K_T} = \frac{1279 \cdot 1}{40} = 32 A$$

де,  $Kсх=1$ - коефіцієнт схеми;

$K_T=40$  коефіцієнт трансформації трансформатора струму.

Вибирається реле струму типу РТ-40/50.

Час спрацювання струмової відсічки нульової послідовності приймається рівним  $t_{c.з.}^{I(0)}=0,1C$ .

									Арк.
									37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

**Розрахунок струмового захисту нульової послідовності з  
витримкою часу.**

Струм спрацьовування захисту приймається по умові налагодження від максимального струму небалансу, що протікає в нульовому проводі трансформатора струму, при трифазному короткому замиканні за трансформатором (в точці К-5).

$$I_{0\text{ сз}}^{\parallel} \geq K_{\text{від}} \cdot I_{\text{нб.мах}} = K_{\text{від}} \cdot K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{нб}} \cdot I_{\text{роз}}, \text{ А} ,$$

де  $K_{\text{від}}=1,25$ - коефіцієнт відбудови;

$K_{\text{пер}}=1$ - коефіцієнт враховуючий збільшення струму небалансу в перехідному режимі;

$K_{\text{нб}}=0,05-1$  - коефіцієнт небалансу, залежний від кратності розрахункового струму до номінального струму трансформатора струму  $I_{\text{ном.ТА}}$ ;

$I_{\text{роз}} = I_{\text{к-5min}}^{(3)}$  - максимальне значення струму трифазного короткого замикання, що протікає через захист при короткому замиканні за трансформатором.

$$I_{0\text{ сз}}^{\parallel} \geq 1,25 \cdot 1 \cdot 0,05 \cdot 1100 = 68,7 \text{ А}$$

Визначається струм спрацьовування реле:

$$I_{\text{оср}}^{\parallel} = \frac{I_{\text{сз}}^{\parallel} \cdot K_{\text{сх}}}{K_{\text{т}}} = \frac{68,7 \cdot 1}{40} = 1,7 \text{ А}$$

Вибирається реле струму РТ-40/20.

Коефіцієнт чутливості другого ступеня захисту перевіряється при однофазних коротких замиканнях в кінці захищається лінії в мінімальному режимі роботи (точка К-4).

$$K_{\text{ч}} = \frac{3I_{\text{ок-4min}}^{(1)}}{I_{0\text{ сз}}^{\parallel}} \geq 1,5; \quad K_{\text{ч}} = \frac{3I_{\text{ок-4min}}^{(1)}}{I_{0\text{ сз}}^{\parallel}} = \frac{1918}{68,7} = 27,9 > 1,5 , \text{ де згідно з}$$

[4] необхідний коефіцієнт чутливості  $K_{\text{ч}} = 1,5$

					<b>ДП 2024</b>	<b>141</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			38

Час спрацювання струмового захисту нульової послідовності вибирається по умові погодження з струмовим відсіченням нульової послідовності.

$$t_{c.з}^{II(0)} = t_{c.з}^{I(0)} + \Delta t = 0.1 + 0.5 = 0.6c$$

Вибирається реле часу типу РВ-01

Для підвищення надійності електропостачання, на захищасій лінії встановлюється схема АПВ - дворазової дії.

					ДП 2024 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

## 7. Охорона праці

### 7.1. Захист від прямих ударів блискавки.

Відкриті розподільні пристрої (ВРП) і будівлі трансформаторних підстанцій (ТП) від прямих ударів блискавки, як найбільш небезпечних, захищають стержневими блискавковідводами.

Для захисту устаткування двоансформаторної підстанції з типовими розмірами ширина  $b = 34$  м, довжина  $c = 38$  м і висота об'єктів, що захищаються  $h_x = 7,5$  м від блискавки приймаємо:

- 4 стержневих блискавковідводи заввишки  $h = 14$  м;
- відстань між блискавковідводами по довжині  $a_1 = 18$  м і по ширині підстанції  $a_2 = 12$  м. Тоді активна висота громовідводу буде рівна:

$$h_a = h - h_x = 14 - 7,5 = 6,5 \text{ м.}$$

Знаходимо коефіцієнт обліку різних висот блискавковідводу

$$K_p = h_a / \sqrt{h} = 6,5 / \sqrt{14} = 6,5 / 3,74 = 1,74.$$

Далі визначимо середини відстаней між блискавковідводами:

$$h_{0,1} = h - a_1 / (7 - K_p) = 14 - 18 / (7 - 1,74) = 10,58 \text{ м;}$$

$$h_{0,2} = h - a_2 / (7 - K_p) = 14 - 12 / (7 - 1,74) = 11,72 \text{ м.}$$

Обчислюємо межу зони захисту, що визначається її радіусом  $r_x$ :

$$r_x = \frac{1,6 \cdot h_a \cdot K_p}{1 + \frac{h_x}{h}}; \quad (7.1)$$

$$r_x = \frac{1,6 \cdot 6,5 \cdot 1,74}{1 + \frac{7,5}{14}} = \frac{18,1}{1,54} = 11,75 \text{ м.}$$

					<b>ДП 2024 141</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Охорона праці</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		<i>Дзигун Є.А.</i>					40	
Перевірив		<i>Омельчук А.О.</i>						
Н. Контр.								
Затвердив		<i>Балюта С.М.</i>						
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

Найменша ширина зони захисту блискавковідводу  $d_x = 2r_x$  в горизонтальному перетині на висоті  $h_x$  визначається по кривих в [ ]. Блискавковідводи заввишки до 30 м взаємодіють лише в тому випадку, якщо стосунки  $a_i/h_a < 7$ .

Для визначення розмірів захисних зон  $d_{x1}$  знайдемо стосунки  $a_i/h_a$ :

$$a_1/h_a = 18/6,5 = 2,8 < 7;$$

$$a_2/h_a = 12/6,5 = 1,8 < 7.$$

Умови, необхідні для необхідної взаємодії стержнів блискавковідводу, дотримуються. Потім розрахуємо відношення

$$h_x/h = 7,5/14 = 0,54.$$

Далі згідно кривих в [ ] відношення  $d_{x1}/(2h_a) = 0,75$ . Звідси знаходимо

$$d_{x1} = 0,75 \cdot 2h_a = 0,75 \cdot 2 \cdot 6,5 = 9,75 \text{ м.}$$

Аналогічно відношення  $d_{x2}/2h_a = 0,6$  и

$$d_{x2} = 0,6 \cdot 2h_a = 0,6 \cdot 2 \cdot 6,5 = 7,8 \text{ м.}$$

Далі обчислюємо характерні розміри захисних зон

$$d_{1,2} = d_{x1}/2 = 4,87 \text{ м;}$$

$$d_{2,3} = d_{x2}/2 = 3,9 \text{ м.}$$

Умова захисту всієї площі підстанції полягає у виконанні нерівності:

$$D \leq 8 \cdot h_a; \quad (7.2)$$

де  $D$  - відстань по діагоналі між блискавковідводами.

$$D = \sqrt{a_1^2 + a_2^2} = \sqrt{17,8^2 + 12^2} = 21,5 \text{ м.}$$

Визначаємо праву частину нерівності

$$8 \cdot h_a = 8 \cdot 6,5 = 52 \text{ м.}$$

Порівнюємо отримані величини, отримуємо

									Арк.
									41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$D = 21,5 \text{ м} < 8 \cdot h_a = 52 \text{ м.}$$

Оскільки умова по нерівності виконується, отже, об'єкт, що захищається, повністю знаходиться в зоні захисту блискавковідводів.

Розроблена схема блискавкозахисту підстанції приведена на рис.7.1.

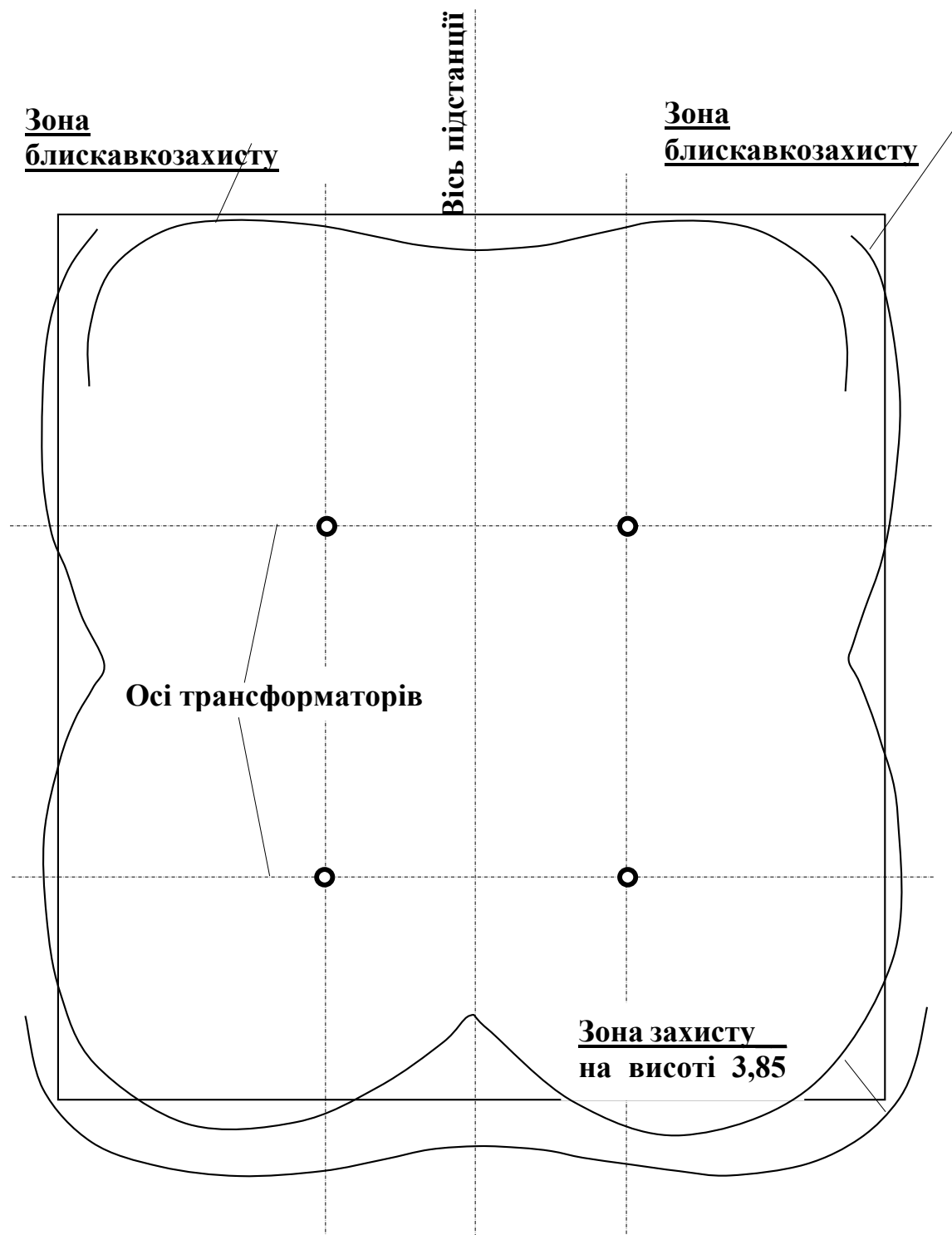


Рис.7.1. Схема блискавкозахисту підстанції 35/10 кВ.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					42
ДП 2024 141									

## 7.2. Розрахунок заземлюючого пристрою підстанції.

Згідно ПУЕ [ ] в електроустановках напругою 10 кВ з ізольованою нейтраллю опір заземлювача із струмом замикання на землю  $I_p = 40$  А повинно задовольняти умові:

$$R_{31} \leq U_p / I_p; \quad (7.3)$$

де  $U_p = 125$  В, якщо заземлюючий пристрій використовується одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ. З врахуванням струму через заземлювач 40 А отримуємо

$$R_{31} = 125/40 = 3,1 \text{ Ом.}$$

Опір заземлюючого пристрою при використанні природних  $R_{пр}$  і штучних  $R_{шт}$  заземлювачів визначається згідно формули:

$$R_{31} = R_{пр} \cdot R_{шт} / (R_{пр} + R_{шт}). \quad (7.4)$$

Опір заземлення залізобетонного фундаменту будівлі визначається згідно формули [5]:

$$R_{пр} = R_{\Phi} = K_{П.В} \cdot \rho / \sqrt{S}, \text{ Ом}; \quad (7.5)$$

де  $\rho$  - питомий опір ґрунту, рівний 100 Ом м (ґрунт - суглинок);  
 $K_{П.В} = 2$  – підвищуючий коефіцієнт для вертикального електроду;  
 $S$  – площа, обмежена периметром будівлі, м<sup>2</sup>.  
Знаходимо площу, котру займає будівля

$$S = b \cdot c = 30,4 \cdot 36,5 = 1110 \text{ м}^2.$$

Тоді маємо  $R_{\Phi} = 2 \cdot 100 / \sqrt{1110} = 6$  Ом.

Визначаємо опір природного заземлювача

$$R_e = R_{\Phi} \cdot R_T / (R_{\Phi} + R_T) = 6 \cdot 10 / (6 + 10) = 3,75 \text{ Ом,}$$

де  $R_T = 10$  Ом - опір сполучного заземлюючого провідника.

Для забезпечення допустимого опору  $R_3 = 3,1$  Ом природний заземлювач

									Арк.
									43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

необхідно доповнити за паралельною схемою штучним заземлювачем, опір якого має бути рівний:

$$R_{ш} = R_{пр} \cdot R_3 / (R_{пр} - R_3) = 4,9 \cdot 3,1 / (4,9 - 3,1) = 8,4 \text{ Ом.}$$

Розрахунковий опір штучного заземлювача, що складається з вертикальних електродів, з'єднаних сполучною смугою опором  $R_{\Gamma}$ , рівний:

$$R_{ш} = R_B \cdot R_{\Gamma} / (R_B + R_{\Gamma}). \quad (7.6)$$

Сумарний опір вертикальних електродів становить

$$R_B = R_{o.v} / (n \cdot \eta_B); \quad (7.7)$$

де  $n$  - число вертикальних електродів;

$\eta_B = 0,64$  - коефіцієнт використання, що відображає екрануючий вплив сусідніх вертикальних електродів, кожен з яких має опір  $R_{o.v}$ , рівний:

$$R_{o.v} = \frac{\rho_{p.e}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right). \quad (7.8)$$

Вертикальні заземлювачі виконаємо електродами із сталевих стержнів діаметром  $d = 15 \text{ мм}$  і завдовжки  $l = 2,5 \text{ м}$ , на відстані  $a = 2,5 \text{ м}$  один від одного, занурюваних в ґрунт методом закручування на глибину  $t = 0,7 \text{ м}$ . Тоді

$$R_{o.v} = \frac{1,4 \cdot 100}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \left( \ln \frac{2 \cdot 2,5}{0,015} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 0,7 + 2,5}{4 \cdot 0,7 - 2,5} \right) = 52,7 \text{ Ом.}$$

Визначимо зразкове число вертикальних електродів

$$N = R_{o.v} / (\eta_B \cdot R_{ш}) = 52,7 / (0,64 \cdot 3,75) = 21,96 \approx 22.$$

Розрахунковий опір розтіканню струму КЗ для горизонтальних електродів

$$R_{p.z.e} = \frac{\rho_{p.z}}{\eta_e \cdot 2\pi l} \ln \frac{l_e^2}{d \cdot t}. \quad (7.9)$$

Контур з вертикальних електродів з'єднуємо такими ж сталевими

						<b>ДП 2024</b>	<b>141</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				44

стержнями, прокладеними на глибині  $t=0,7$  м. Коефіцієнт використання горизонтальних електродів  $\eta_z = 0,31$ , а сумарна довжина горизонтального заземлювача  $p = 150$  м. З врахуванням отриманих значень

$$R_{p.z.э} = \frac{200}{0,31 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 150} \ln \frac{300^2}{0,015 \cdot 0,7} = 11 \text{ Ом.}$$

Уточнюємо необхідний опір вертикальних електродів

$$R_{в.э} = \frac{R_{p.z.э} \cdot R_u}{R_{p.z.э} - R_u} = \frac{11 \cdot 3,75}{11 - 3,75} = 5,7 \text{ Ом.}$$

Уточнюємо необхідну кількість вертикальних електродів

$$N = \frac{R_{o.г}}{\eta_g \cdot R_{в.э}} = \frac{52,7}{0,64 \cdot 5,7} = 14,4 \approx 15.$$

Остаточно приймаємо до установки 15 вертикальних електродів, розташованих по контуру ПС. Опір заземлення рівний:

$$R_{з1} = R_{пп} \times R_{ш} / (R_{пп} + R_{ш}) = 3,75 \times 8,4 / (3,75 + 8,4) = 2,6 \text{ Ом,}$$

що менше знайденого вище  $R_3 = 3,1$  Ом.

Внутрішню мережу заземлення виконуємо у вигляді магістралей, прокладених у всіх приміщеннях електроустановки. Із заземлювачами внутрішню мережу заземлення з'єднуємо в декількох місцях. Виконуємо заземлення сталевими смугами перерізом  $24 \text{ м}^2$  товщиною 3 мм. Всі з'єднання заземлюючих провідників між собою і із заземлювачем зварюємо. Кожен заземлюючий елемент установки приєднуємо до заземлювача окремо.

До кожухів електроустаткування заземлюючі провідники приєднуємо за допомогою болтів або зварювання.

Відкрито прокладені заземлюючі провідники фарбуємо у фіолетовий колір.

Для зниження напруги дотику в робочих місцях виконуємо підсіпку шару щебню завтовшки 0,1 - 0,2 м.

					<b>ДП 2024</b>	<b>141</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			45

## 8. Формування бази даних електротехнічного обладнання підприємства

Під час інформаційної діяльності людина збирає і накопичує відомості про все, що її оточує. До появи обчислювальної техніки вся інформація зберігалася у письмовому або друкованому вигляді. Однак зі збільшенням обсягів інформації загострювалося питання її зберігання та обробки. Нагадаю, що інформація для обробки називається **даними**. Щоб користувач легко міг знаходити потрібну інформацію, вона має бути організована певним чином. Це стосується не лише інформації у комп'ютері, а й будь-якої інформації про об'єкти реального світу. Постійна зміна параметрів суспільних явищ, вдосконалення технологій зумовлює значне збільшення обсягів використовуваних даних. Для впорядкування їх об'єднують в певні групи за класифікаційними ознаками, зокрема, тематикою, сферою застосування тощо.

Це можуть бути архіви, описи майна і матеріалів, бухгалтерські документи, особисті справи відділів кадрів, кримінальні справи на злочинців тощо. І всюди для користування інформацією необхідні засоби для її систематизації і швидкого пошуку.

Скажімо, зручно знаходити потрібну книгу в бібліотеці, користуючись каталогом. Легко завдяки тому, що дані у каталозі або у газеті мають структуру, або, інакше, структуровані.

Всі книги описані однаково: автор, назва, видавництво, рік видання тощо. Всі оголошення з продажу розміщені по рубриках і також мають визначену структуру: короткий опис товару, ціна, телефон.

**База даних** – сукупність даних, організованих відповідно до концепції, яка описує характеристику цих даних і взаємозв'язки між їх

					<b>ДП 2024 141</b>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Спецпитання</b>					
Розробив		<i>Дзигун Є.А.</i>						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Омельчук А.О.</i>							46	
Н. Контр.								ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>								

елементами; ця сукупність підтримує щонайменше одну з областей застосування (за стандартом ISO/IEC 2382:2015<sup>[1]</sup>). В загальному випадку база даних містить схеми, таблиці, подання, збережені процедури та інші об'єкти. Дані у базі організують відповідно до моделі організації даних. Таким чином, сучасна база даних, крім самих даних, містить їх опис та може містити засоби для їх обробки.

В загальному випадку базою даних можна вважати будь-який впорядкований набір даних. Наприклад, паперову картотеку з формулярами про працівників підприємства у відділі кадрів. Але ми зосереджені на використанні баз даних в інформаційних системах. На даний час додатки для роботи з базами даних є одними з найпоширеніших прикладних програм.

### **Система керування базами даних**

У сучасних інформаційних системах для забезпечення роботи з базами даних використовують *системи керування базами даних* (СКБД). **Система керування базами даних** — це система, заснована на програмних та технічних засобах, яка забезпечує визначення, створення, маніпулювання, контроль, керування та використання баз даних (за стандартом ISO/IEC 2382:2015<sup>[2]</sup>). Застосунки для роботи з базою даних можуть бути частиною СКБД або автономними. Найпопулярнішими СКБД є [MySQL](#), [PostgreSQL](#), [Microsoft SQL Server](#), [Oracle](#), [Sybase](#), [Interbase](#), [Firebird](#) та [IBM DB2](#). СКБД дозволяють ефективно працювати з базами даних, обсяг яких робить неможливим їх ручне опрацювання.

Через тісний зв'язок баз даних з СКБД під терміном «база даних» інколи необґрунтовано та неточно мають на увазі систему керування базами даних. Але варто розрізняти базу даних — сховище даних, та СКБД — засоби для роботи з базою даних. СКБД]] з інформаційної системи може бути видалена, але база даних продовжить існувати.

									Арк.
									47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

І навпаки: СКБД може функціонувати без жодної бази даних.

В загальному базу даних неможливо просто перемістити з однієї СКБД до іншої. Але СКБД використовують стандарти ([SQL](#), [ODBC](#), [JDBC](#)),

які уніфікують ряд операцій по роботі з даними і дозволяють різним [застосункам](#) працювати з базами даних різних СКБД. СКБД часто класифікують за моделлю організації даних. Найвживаніші СКБД використовують реляційну модель, у якій дані подають у виді таблиць. Для кінцевого користувача (та прикладних програм) робота з базою даних напряду неможлива. Всі маніпуляції над даними здійснюють через спеціальні запити, які надсилають до СКБД. СКБД опрацьовує їх і повертає результат. Безпосередньо з базою даних працює виключно СКБД.

Сучасні СКБД забезпечують функції щодо керування даними, які можна поділити на такі групи:

- Оголошення даних — створення, зміна та видалення визначень, які описують організацію даних.
- Модифікація даних — додавання даних, їх редагування та видалення.
- Отримання даних — надання даних за запитом застосунку у формі, яка дозволяє їх безпосереднє використання. Дані можуть надаватись або у формі, в якій вони зберігаються у базі даних, або в іншій формі (наприклад, через поєднання різних даних).
- Адміністрування даних — реєстрування та відслідковування дій користувачів, дотримання безпеки роботи з даними, забезпечення надійності та цілісності даних, моніторинг продуктивності, резервне копіювання та відновлення даних тощо.

### **Сфери використання баз даних**

Первинним призначенням бази даних є зберігання масивів даних. Але їх широко використовують і для збереження адміністративної інформації та

									Арк.
									48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

спеціалізованих даних, наприклад, для інженерних даних чи для економічних моделей. Прикладами використання баз даних можуть бути:

- автоматизовані системи обліку;
- реєстри та каталоги;
- геоінформаційні системи;
- лінгвістичні бази даних, тобто машинні словники різного типу і призначення;
- бази даних транспортних систем;

### **Види баз даних**

Бази даних класифікують за різними критеріями.

**За моделлю організації даних** розрізняють такі бази даних:

- *Ієрархічна.* Ієрархічна база даних може бути представлена як дерево, що складається з об'єктів різних рівнів. Між об'єктами існують зв'язки типу «предок-нащадок». При цьому можлива ситуація, коли об'єкт не має нащадків або має їх декілька, тоді як у об'єкта-нащадка обов'язково тільки один предок.
- *Мережна.* Така база даних подібна до ієрархічної, за винятком того, що кожен об'єкт може мати більше одного предка.
- *Реляційна.* [Реляційна база даних](#) зберігає дані у вигляді таблиць. Найживаніші [СКБД](#) використовують [реляційну модель даних](#).
- *Об'єктно-орієнтована.* У базі даних цього виду дані оформляють у вигляді моделей об'єктів.

**За розміщенням даних** виділяють такі види баз:

- *Локальна,* або централізована. Така база даних підтримується на одному комп'ютері.
- *Розподілена.* Частина такої бази даних розміщують на різних комп'ютерах мережі

									Арк.
									49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

За технологією фізичного зберігання виділяють:

- БД у вторинній пам'яті (традиційні).
- БД в оперативній пам'яті (in-memory database).
- БД у третинній пам'яті (tertiary database).

### Мови для роботи з базами даних

При роботі з базами даних використовують мови спеціального призначення:

- Мова визначення даних (Data definition language, DDL) — це мова, яка описує дані та структури даних, а також визначає взаємозв'язки між ними (за стандартом ISO/IEC 2382:2015<sup>[3]</sup>).
- Мова маніпулювання даними (Data manipulation language, DML) — це мова, яку підтримує СКБД і яка забезпечує виконання операцій отримання, додавання, зміни та видалення даних (за стандартом ISO/IEC 2382:2015<sup>[4]</sup>).
- Мова запитів (Query language) — це мова для користувачів, яка забезпечує отримання та оброблення даних у базі даних (за стандартом ISO/IEC 2382:2015<sup>[5]</sup>)..

При роботі з реляційними базами даних використовують мову структурних запитів [SQL](#) (Structured Query Language), яка поєднує всі три функції (визначення даних, модифікація даних та формування вибірок).

Мова [SQL](#) стандартизована [ANSI](#) та [ISO](#): починаючи з 1986 року, регулярно виходять поновлені стандарти. Слід зауважити, що кожна сучасна СКБД ([MySQL](#), [PostgreSQL](#), [Microsoft SQL Server](#) та інші) підтримує свою власну модифікацію [SQL](#), так що SQL-запит для однієї СКБД може не працювати в середовищі іншої. Але головні принципи формування SQL-запитів та їх структура однакові та відповідають стандартам ANSI/ISO. При необхідності виконання якоїсь операції

									Арк.
									50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

над даними клієнт формує лінгвістичну конструкцію мовою SQL, яку називають SQL-запитом, і надсилає її до СКБД. СКБД опрацьовує запит, і результат його виконання (наприклад, вибірку даних) повертає клієнту. Мова, якою оперує СКБД, також може містити засоби для

- конфігурування [СКБД](#),
- модифікації, форматування даних та розрахунків,
- формування обмежень даних.

Інформаційна база, яка є сукупністю певним чином організованої, та контрольованої інформації, зафіксованої на різних носіях, і що відображає стан і процеси, які відбуваються на об'єкті управління та його зовнішньому середовищі, включає дві частини:

- позамашинну інформаційну базу;
- машинну інформаційну базу.

Позамашинна інформаційна база — це перша (вхідна) частина інформаційної бази системи, яка являє собою сукупність організованої, збереженої та контрольованої достовірної і точної інформації (вона зафіксована на різних документах-носіях, що безпосередньо сприймаються людиною) і яка відображає стан і процеси, що відбуваються на об'єкті управління та в зовнішньому середовищі, що впливає на цей об'єкт. Така сукупність інформації призначена для формування машинної інформаційної бази.

Машинна інформаційна база — це друга частина інформаційної бази системи, що являє собою сукупність інформаційних масивів, сформованих на основі даних позамашинної інформаційної бази, які зберігаються на машинних (магнітних та ін.) носіях та в пам'яті ЕОМ.

Масив — це ідентифікована сукупність примірників (однорідних записів) логічно пов'язаних між собою даних, які містяться в зовнішній

									Арк.
									51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

пам'яті (на магнітних та інших носіях чи в пам'яті ЕОМ) і є доступними для програми.

У системі об'єктивного інформаційного забезпечення менеджменту машинна інформаційна база, до складу якої входить повний набір первинних та інших масивів, являє собою інформаційну модель об'єкта управління.

Відомо, що донедавна при організації обробки інформації на ЕОМ застосовувався підхід, за якого на основі інформації однієї і тієї самої предметної області (наприклад, матеріальних ресурсів) формувалися масиви лінійної структури.

Недоліком таких масивів, які мають лінійну структуру, є те, що інформація одного й того самого об'єкта управління розосереджується поміж багатьма різними масивами (нормативними, плановими та ін.), що неминуче призводить до дублювання деяких реквізитів, ускладнення під час спільної їх обробки тощо, а головне — не дає змоги реалізувати принцип незалежності даних від прикладних програм користувача. Лінійні масиви, сформовані традиційним способом, ефективні, як правило, з позиції одного застосування.

Розширення експлуатаційних можливостей обчислювальної техніки, поява пристроїв запам'ятовування з безпосереднім (прямим) доступом створили передумови для розв'язання проблем незалежності, неузгодженості та надмірності даних, а також сприяли створенню нової концепції організації машинної інформаційної бази — концепції інтеграції даних, що дістала назву автоматизованого банку даних.

Автоматизований банк даних (АБД) — це система інформаційних, математичних, програмних, мовних, організаційних і технічних засобів, які необхідні для інтегрованого нагромадження, зберігання, ведення, актуалізації, пошуку і видачі даних користувачам.

									Арк.
									52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Основними перевагами організації автоматизованого банку даних щодо інших є:

- багаторазовість використання даних — одні й ті самі дані можуть використовуватися для розв'язування різних взаємопов'язаних задач;
- скорочення витрат на створення та введення машинної інформаційної бази: організація даних у такий спосіб характеризується нижчою вартістю створення й меншими витратами на внесення змін до бази, оскільки зміни на фізичному рівні не потребують внесення змін до прикладних програм;
- зменшення надмірності даних. Необхідність розв'язування нових задач забезпечується здебільшого за рахунок наявних масивів у базі даних, а не шляхом створення нових масивів. Дублювання даних у базі даних потрібне лише для забезпечення оперативності пошуку даних і організації зв'язку між масивами. Таке дублювання не є надмірним;
- швидкість обробки непередбачених запитів. Для обробки таких запитів найчастіше не вимагається створення нової програми мовами програмування, оскільки ці процедури виконуються за допомогою спеціальних мовних засобів (мови запитів і мови генерації звітів), які входять до складу системи управління базою даних (СУБД);
- простота і зручність внесення змін за рахунок єдиної системи ведення бази даних, яка підтримується засобами СУБД;
- логічна та фізична незалежність даних від прикладних програм.

Автоматизовані бази даних класифікують за різними ознаками.

1. За призначенням АБД бувають:

- банки даних для вирішення задач об'єктів управління різних сфер діяльності;

									Арк.
									53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- банки даних, що спеціалізуються на окремих специфічних видах діяльності;
- інформаційно-пошукові.

2. За архітектурою обчислювального середовища:

- централізовані;
- розподілені;
- змішані.

3. За видом інформації, що зберігається:

- банки даних;
- банки документів;
- банки знань.

4. За мовою спілкування користувача з базами даних:

- з базовою мовою (відкриті системи);
- з власною мовою (закриті системи).

Зазначимо, що закриті системи, які мають власну мову спілкування, не потребують посередника-програміста для спілкування користувача з базою даних, оскільки самі вони (при відповідній підготовці) зможуть працювати з базою даних.

Структура бази даних відповідає інформаційній моделі предметної області за станом на кожний даний момент.

Під предметною областю в даному разі розуміють інформаційний об'єкт з однорідною інформацією, яка моделюється за допомогою бази даних і використовується для розв'язування різних взаємопов'язаних задач, що належать переважно до цього об'єкта.

Система управління базою даних (СУБД) забезпечує автоматичне виконання основних функцій бази даних і включає комплекс програмних і

					<b>ДП 2024      141</b>	Арк. <b>54</b>
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

певних засобів загального та спеціального призначення, які необхідні для створення та управління базою даних, підтримки її в актуальному стані, підтримки цілісності й захисту даних, маніпулювання даними й організації доступу до них різних користувачів чи прикладних програм в умовах чинної технології обробки даних.

В основі організації бази даних є модель логічного рівня, яка підтримується засобами конкретної СУБД і визначає правила, згідно з якими структуруються дані. Це зовнішній рівень моделювання. За допомогою зазначеної моделі подається велика кількість даних і описуються взаємозв'язки між ними. Найпоширенішими є такі моделі даних: ієрархічна, сіткова, реляційна.

Ієрархічна модель даних будується на основі принципу підпорядкованості елементів даних і є деревоподібною структурою, що складається з вузлів (сегментів) і дуг (гілок). Дерево в ієрархічній структурі впорядковане за чинними правилами розміщення його сегментів і гілок:

- на горішньому рівні перебуває один сегмент — кореневий (вихідний);
- сегмент другого рівня — породжений — залежить від першого, вихідного;
- доступ до кожного породженого (крім кореневого) відбувається через його вихідний сегмент;
- кожен сегмент може мати по кілька примірників конкретних значень елементів даних, а кожен елемент породженого сегмента пов'язаний з примірником вихідного і створює один логічний запис;
- примірник породженого сегмента не може існувати самостійно, тобто без кореневого сегмента;

									Арк.
									55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				ДП 2024 141	

- при вилученні примірника кореневого сегмента також вилучаються всі підпорядковані і взаємопов'язані з ним примірники породжених сегментів.

Сіткова модель даних являє собою орієнтований граф з пойменованими вершинами та дугами. Вершини графа — записи, що є пойменованою сукупністю логічних взаємопов'язаних елементів даних або агрегатів даних. Під агрегатом даних розуміють пойменовану сукупність елементів даних, які є всередині запису.

Для кожного типу записів може бути кілька примірників конкретних значень його інформаційних елементів. Два записи, взаємопов'язані дугою, створюють набір даних. Запис, з якого виходить дуга, називається власником набору, а запис, до якого вона спрямована, — членом набору.

Реляційна модель даних являє собою набір двовимірних плоских таблиць, що складаються з рядків і стовпців. Первинний документ або лінійний масив являє собою пласку двовимірну таблицю. Така таблиця називається відношенням, кожен стовпець — атрибутом, сукупність значень одного типу (стовпця) — доменом, а рядка — кортежем. Отже, стовпці таблиці є традиційними елементами даних, а рядки — записами. Таблиці (відношення) мають імена.

Імена присвоюються також і стовпцям таблиці. Кожний кортеж (запис) відношення має ключ. Ключі бувають прості та складні. Простий ключ — це ключ, який складається з одного атомарного атрибута, значення якого унікальне (не повторюється).

Складний ключ складається з двох і більше атрибутів. Для зв'язків відношень одного з одним у базі даних є зовнішні ключі. Атрибут або комбінація атрибута відношення є зовнішнім ключем, якщо він не є основним (первинним) ключем цього відношення, але є первинним ключем для іншого відношення.

										Арк.
										56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2024		141			

Внутрішній рівень пов'язаний з фізичним розміщенням даних у пам'яті ЕОМ. На цьому рівні формується фізична модель бази даних, яка містить структури зберігання даних у пам'яті ЕОМ і включає опис форматів записів, їхнє логічне чи фізичне впорядкування, розміщення за типами пристроїв, а також характеристики і шляхи доступу до даних. Запит оформляється за певною формою та охоплює назву даних, період часу, за який потрібні дані, а також структуру та зміст відео- або документограм.

Від параметрів фізичної моделі залежать такі характеристики бази даних: обсяг пам'яті та час реакції системи. Фізичні параметри бази даних можна змінювати в процесі її експлуатації (не змінюючи при цьому опису інших рівнів) з метою підвищення ефективності функціонування системи.

Для ведення й підтримки бази даних в актуальному стані призначається адміністратор АБД з такими його основними функціями:

- розробка опису бази даних і початкове її завантаження;
- підтримка цілісності бази даних і організація захисту зберігання даних;
- відновлення бази даних при її пошкодженнях або збоях;
- нагромадження статистики щодо роботи бази даних;
- реорганізація та реструктуризація бази даних згідно зі зміною потреб, що виникли на об'єкті управління, та ін.

Якщо використовується персональна ЕОМ, то функції адміністратора виконуються користувачем і частково програмістом, який відповідає за супровід даної системи. При цьому користувач відповідає за завантаження бази даних та її підтримку в актуальному стані, програміст — за функції відновлення бази даних у випадках її зруйнування.

Джерелами формування інформаційних масивів баз даних є:

									Арк.
									57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



формується одноразово і з єдиних джерел) для всіх користувачів, які використовують її для виконання своїх посадових обов'язків. У такому разі реальним є те, що замість трьох видів обліку може бути застосований лише один — господарський;

- відсутні (в принципі) паперові носії даних, які призначені для користувачів різних рівнів, оскільки потрібні кожному користувачеві дані цільовим порядком надходять на екран ПЕОМ, установлений на його робочому місці;
- на екран ПЕОМ надходить лише така інформація, яка об'єктивно потрібна для вироблення та прийняття конкретного управлінського рішення, і здебільшого — у вигляді відхилень, тоді як на паперові носії, що складаються традиційним способом, звичайно заносять усі показники, що повністю чи частково характеризують процеси й операції, які відбуваються на об'єкті управління;
- при складанні зведеної звітності дані друкуються не лише на паперовий носій, а й записуються на машинний носій, який потім передається за призначенням до зовнішньої організації вищого рівня. Наявність каналів зв'язку дає змогу записану на машинному носії інформацію передавати до цих організацій автоматично.

Безпаперова інформаційна технологія може бути впроваджена на об'єкті управління, як показує практика, двома способами:

- у локальні інформаційні структури, що ґрунтуються на адаптації нової інформаційної технології до діючої організаційної структури;
- докорінним удосконаленням діючої організаційної структури управління.

Перший спосіб упровадження без паперової інформаційної технології приводить до локального вдосконалення методів збирання та обробки інформації, які застосовуються на об'єкті управління, і не змінює діючої

									Арк.
									59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

організаційної структури управління.

Оскільки комунікації розвинуті недостатньо, то раціоналізуються лише методи збору та обробки інформації на робочих місцях фахівців шляхом організації окремих автоматизованих робочих місць. У такому разі іноді відбувається розподіл обов'язків між оператором ПЕОМ (технічним працівником) і фахівцем. При цьому поєднуються операції зі збирання з операцією обробки первинної (іноді разом з умовно-постійною) інформації, а в ряді випадків — з функцією підготовки та прийняття управлінських рішень.

На деяких підприємствах і в організаціях упроваджене в такий спосіб автоматизоване збирання та обробка фактичної інформації, яка використовується для бухгалтерського обліку, призводить до того, що ПЕОМ виконує функції АРМ фахівця.

					ДП 2024 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

## Висновки

В дипломному проекті на підставі аналізу стану устаткування підстанції 35/10 кВ та параметрів режиму її роботи обґрунтовані заходи щодо підвищення економічності роботи електричної мережі, забезпечення пропускної спроможності підстанції та якості напруги в електричній мережі підстанції 35/10 кВ.

Для досягнення мети проекту виконаний уточнений розрахунок релейного захисту знижувальних трансформаторів підстанції, секційного вимикача і секційних шин від КЗ. В комплектному розподільчому пристрої 10 кВ запроваджені пристрої світлочутливого дугового захисту БССЗ 01/02.

Для зниження збитку споживачів району від перерв відпустки електричної енергії при аваріях в електричній мережі на підприємствах енергокомпанії повинен бути запас електрообладнання, матеріалів та іншого устаткування для швидшого усунення наслідків можливих аварій.

Запропоновані заходи для забезпечення нормальної роботи підстанції у вигляді розрахованих параметрів блискавкозахисту та заземлюючого пристрою підстанції.

					<b>ДП 2024 141</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		<i>Дзигун Є.А.</i>			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Омельчук А.О.</i>				61	
Н. Контр.					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>					

## Література

- 1 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ. – М.: ВГПИ и НИИ «Энергосетьпроект», 1991.
- 2 Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций.-М.: Энергоатомиздат, 1987.-648с.: ил.
- 3 Выключатели элегазовые . АВВ. Каталог. 2008г.
- 4 Правила устройства электроустановок: Минэнерго СССР.-6-е изд. перераб. и доп.-М.:энергоатомиздат, 1986.-648с.: ил.
- 5 Ларионов В.П. и др. Техника высоких напряжений.-М.: Энергоиздат, 1982.-296с., ил.
- 6 Ограничители перенапряжений нелинейные в полимерной изоляции. Завод энергозащитных устройств. Каталог. 2006г.
- 7 Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования.-М.: Энергоатомиздат, 1989.-608с.: ил.
- 8 Этус Н.Г., Махлина Л.Н. Технология электромонтажных работ на электроподстанциях и электростанциях: Учебник для техникумов. 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Энергоатомиздат, 1982
- 9 Киреев М.Н., Коварский А.Н. Монтаж и эксплуатация электрооборудования станций, подстанций и линий электропередач: Профтехиздат, 1963
- 10 Правила безпечної експлуатації електроустановок, ДНАОП 1.1.10-1.01-97, К.2000
- 11 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. Пособие для вузов.-М.: Энергия, 1979.

					<b>ДП 2024 141</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Література</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		<i>Дзигун Є.А.</i>				62		
Перевірив		<i>Омельчук А.О.</i>						
Н. Контр.								
Затвердив		<i>Балута С.М</i>				ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		