

Міністерство освіти і науки України

Сумський державний університет

Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання

Кафедра електроенергетики

Робота допущена до захисту

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ І. Л. Лебединський

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема: «Розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції.»

Спеціальність: 141– Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконав: студент гр. ЕТмдн-01с \_\_\_\_\_ Є. П. Болух

Керівник: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ П. О. Василега

Консультанти:

з економічної частини: к.е.н., доцент \_\_\_\_\_ О. М. Маценко

з питань охорони праці й безпеки в

надзвичайних ситуаціях: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ П. О. Василега

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ М. А. Никифоров

Суми-2021

Сумський державний університет  
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання  
Кафедра електроенергетики

Спеціальність: 141– Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри електроенергетики

\_\_\_\_\_ І.Л. Лебединський

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську роботу**

Болюха Євгена Петровича

1 Тема роботи: «Розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції.»

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

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

3 Принципова схема силової/освітлювальної мереж, параметри споживачів електроенергії, однолінійна схема електропостачання, схема електрична принципова розподільної мережі

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

Вступ.

1. Розрахункова частина.
2. Науково-дослідна частина.
3. Економічна частина.
4. Охорона праці.

Висновки.

5. Графічна частина:

- 5.1 Схема живлення електроприймачів насосної станції
- 5.2 План освітлення території насосної станції.
- 5.3 Схема розподільчих мереж 10кВ живлення насосної станції.
- 5.4 Схема розподільчих мереж 0,4кВ ТП-1.
- 5.5 Модель системи електропостачання насосної станції.

Список використаної літератури

6. Консультанти:

Консультанти з окремих розділів дипломної роботи.

1. Економічна частина: \_\_\_\_\_ к.е.н., доцент О. М. Маценко  
(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

2. З питань охорони праці й безпеки в надзвичайних ситуаціях:

\_\_\_\_\_ к.т.н., доцент П. О. Василега  
(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_ р.

Дата попереднього захисту роботи \_\_\_\_\_

Офіційний рецензент (опонент) \_\_\_\_\_  
(підпис) (посада, організація, місце роботи)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_ р.

Завдання видав керівник проекту \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент П. О. Василега  
(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_ р.

Завдання отримав студент \_\_\_\_\_ Є. П. Болюх  
(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_ р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розрахункова частина	27.09.21 по 13.10.21	
2.	Науково-дослідна частина	14.10.21 по 30.10.21	
3.	Економічна частина	01.11.21 по 15.11.21	
4.	Охорона праці	16.11.21 по 30.11.21	
5.	Графічна частина	27.09.21 по 08.12.21	

Магістрант \_\_\_\_\_ Є. П. Болюх  
(підпис)

Керівник роботи:

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ П.О. Василега  
(підпис)

## Реферат

72 сторінки, 31 рисунок, 29 таблиць, 43 формули, 5 додатків, 21 джерел, 1 мультимедійна презентація.

**Бібліографічний опис:** Болюх Є.П. розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Є.П. Болюх; наук. Керівник П.О. Василега. – Суми: СумДУ, 2021.-пп с.

### **Ключові слова:**

моделювання, розрахунок, навантаження, потужність, коефіцієнт, струм, шафа розподільча, кабель, вимикач, освітлення, трансформатор, конденсатор, електродвигун.

Modeling, calculation, load, power, ratio, current, distribution cabinet, cable, switch, lighting, electric receiver, transformer, capacitor, electric motor.

Моделирование, расчет, нагрузка, мощность, коэффициент, ток, шкаф распределительный, кабель, выключатель, освещение, трансформатор, конденсатор, электродвигатель.

**Короткий огляд:** У даній роботі виконано розрахунок навантажень, номінальних струмів, струмів короткого замикання, розрахунок втрат напруги. Вибрані кабелі та електрообладнання насосної станції. Для розрахунку навантажень взяті коефіцієнти з Державних будівельних норм В25-23-2003 Інженерне обладнання будинків і споруд (ДБН) та методика коефіцієнта попиту. Вибір кабелів та електрообладнання здійснено за допомогою таблиць перетину кабелю, взятих з Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), номінального струму та навантаження.

Розрахунки та моделювання проводились за допомогою програм: Matlab, Microsoft Office Excel.

В розділі охорони праці наведено характеристику умов праці та вирішено питання безпечної експлуатації електроустановок, та використання засобів захисту.

Метою економічної частини було розрахувати економічний ефект та період окупності заміни ламп зовнішнього освітлення з ламп ДРЛ на LED.

## Перелік умовних позначень та скорочень.

АВР - автоматичне увімкнення резерву;

АПВ - автоматичне повторне увімкнення;

ВРУ - відкрита розподільна установка;

ЗДТК - засоби диспетчерського і технологічного керування;

ЗРУ - закрита розподільна установка;

КЗ - коротке замикання;

КЛ - кабельна лінія;

КТП - комплектна трансформаторна підстанція;

ОВБ - оперативно-виїзна бригада;

ОПН - обмежувач перенапруг;

ПБЕ - Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок;

ПБЕЕС - Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів,;

ПКЕЕ - Правила користування електричною енергією;

ПЛ - повітряна лінія електропередавання;

ПЛІ - повітряна лінія електропередавання ізолювана;

ПУЕ - правила улаштування електроустановок;

РЗАіТ - релейний захист, автоматика і телемеханіка;

РПН - регулювання під навантаженням;

РУ - розподільна установка;

СП - самоутримний ізолюваний провід;

СНЗ - спеціалізований навчальний заклад;

ТН - трансформатор напруги;

ТС - трансформатор струму;

РЕ-провідник - захисний провідник в електроустановках на напругу до 1 кВ;

PEN-провідник - провідник в електроустановках на напругу до 1 кВ, який поєднує в собі функції захисного (РЕ-) і нейтрального (N-) провідників.

## Зміст

ВСТУП.....	8
1 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Характеристика об'єкту його електроприймачів та системи електропостачання.....	10
1.2 Визначення розрахункових навантажень насосної станції.....	13
1.2.1 Розрахунок навантаження двигунів. ....	13
1.2.2 Розрахунок навантаження освітлення.....	16
1.3 Розрахунок необхідної потужності та вибір трансформаторів.....	19
1.4 Розрахунок компенсаційних установок.....	21
1.4.1 Вибір способів компенсації реактивної енергії. ....	21
1.4.2 Розрахунок потужності конденсаторних установок.....	22
1.5 Розрахунок параметрів та вибір перерізів провідників.....	24
1.6 Розрахунок струмів короткого замикання.....	28
1.7. Розрахунок параметрів та вибір електричних апаратів.....	32
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	37
2.1 Загальний опис програми Matlab Simulink.....	37
2.2 Вихідні дані для моделювання.....	37
2.3 Опис елементів моделі СЕП насосної станції.....	38
2.4 Моделювання добового режиму роботи насосної станції .....	45
2.5 Моделювання короткого замикання у контрольних точках.....	46
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	51
3.1 Розрахунок річної економії від заміни світильників зовнішнього освітлення.....	51
3.2 Розрахунок періоду окупності модернізації системи освітлення.....	54
3.3 Розрахунок чистого приведенного доходу.....	55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	57
4.1 Характеристика умов праці.....	57

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції.	Літера	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Болох Є.П.				М	6	72	
Перевірив		Василега П.О.				СУМДУ ЕТ.мдн-01с			
Н.контр.		Никифоров М.А.							
Затв.		Лебединський І.Л.							

4.2 Організаційно-технічні заходи по забезпеченню безпеки персоналу.....	57
4.3 Вимоги безпеки підчас виконання робіт в електроустановках.....	63
4.4 Вимоги до використання засобів індивідуального захисту.....	64
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70
ДОДАТКИ.....	72
ДОДАТОК А Схема живлення електроприймачів насосної станції.	
ДОДАТОК Б План освітлення території насосної станції.	
ДОДАТОК В Схема розподільчих мереж 10кВ живлення насосної станції.	
ДОДАТОК Г Схема розподільчих мереж 0,4кВ ТП-1.	
ДОДАТОК Д Модель системи електропостачання насосної станції.	

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>			
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив	Болох Є.П.				Розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції.	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Василега П.О.					М	7	69
Н.контр.	Никифоров М.А.				СУМДУ ЕТ.мдн-01с			
Затв.	Лебединський І.Л.							

## Вступ

Сьогодні є актуальною проблема раціонального використання енергоресурсів у всіх сферах життєдіяльності. Від вибору оптимальних рішень питань забезпечення електроприймачів якісним постачанням електричної енергії залежить економічна ефективність використання електроенергії та параметри роботи основного обладнання. При розробці схем постачання та виборі електричних апаратів та провідників необхідно забезпечити мінімізацію втрат потужності, а також можливість довготривалої безаварійної роботи. Так як насосні станції є достатньо потужним споживачем, питання економії електроенергії постає достатньо гостро.

Об'єктом дослідження є насосна станція призначена для підйому води зі свердловин, та подачі її до споживачів. Електроприймачі станції це:

- 2 насосних агрегати потужністю 75 кВт;
- 2 насосних агрегати потужністю 45 кВт;
- 6 заглиблених насоси потужністю 18,5 кВт;
- Дренажний насос потужністю 7,5 кВт;
- 2 кран-балки потужністю 9 кВт;
- 10 електрифікованих засувки потужністю 5,5 кВт;
- 2 вентиляційних установки потужністю 2,2 кВт;
- Опір системи  $3+j10$  Ом.

Заданий енергопостачальною організацією  $\cos \varphi = 0,96 - 0,98$ , відповідний йому  $\operatorname{tg} \varphi = 0,2 - 0,3$

Мета роботи визначити навантаження станції, розрахувати необхідну потужність та тип силових трансформаторів встановлених на ТП, потужність компенсаційних установок, струми КЗ, вибрати оптимальних перерізів

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>		
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив	Болох Є.П.				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Василега П.О.					М	8
Н.контр.	Никифоров М.А.				СУМДУ ЕТ.мдн-01с		
Затв.	Лебединський І.Л.						



провідників, комутаційну апаратуру, розрахувати період окупності і економічний ефект від заміни ламп ДРЛ на LED, розглянути питання охорони праці.

					МП 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		9

# 1 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

## 1.1 Характеристика об'єкту його електроприймачів та системи електропостачання

Насосна станція призначена для викачування води зі свердловин та подальшого перекачування її до споживачів. До складу станції входять 6 свердловин, одна з яких знаходиться на території насосної станції, 3 на площадці №1, яка знаходиться на відстані 1 км від станції, і ще дві на площадці №2, що знаходяться на відстані 1,7 км від станції та 820 м від площадки №1.

Живлення станції здійснюється двома кабельними лініями 10 кВ. Відстань до ТП електросистеми – 1,3 км. Так як станція є об'єктом 2 категорії надійності електропостачання на станції встановлюються 2 силових трансформатори. Від основної ТП-1 відходять дві кабельні лінії 10 кВ, до ТП-2 та ТП-3 з яких беруть живлення 5 свердловин. ТП-2 та ТП-3 мають з'єднання між собою кабельною лінією 10 кВ довжиною 1,1 км для забезпечення взаємного резервного живлення. Схема розміщення ТП вказана на рисунку 1.1. На ТП-2 та ТП-3 встановлюються по одному силовому трансформатору.

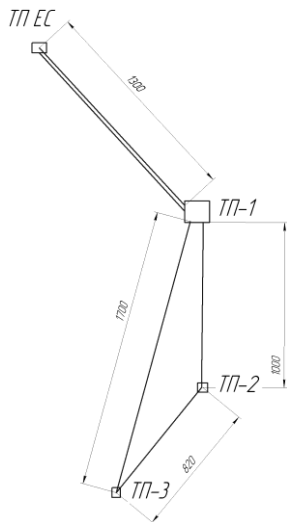


Рисунок 1.1 - Схема живлення станції 10 кВ

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>		
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив	Болох Є.П.				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Василега П.О.					М	10
Н.контр.	Никифоров М.А.				СУМДУ ЕТ.мдн-01с		
Затв.	Лебединський І.Л.						
Розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції							

На території станції розташовані наступні будівлі: будівля насосної станції з вбудованою в неї ТП-1, прохідна, резервуар чистої води, 2 павільйони засувок та павільйон свердловини №1. План території насосної станції зображений на рисунку 1.2.

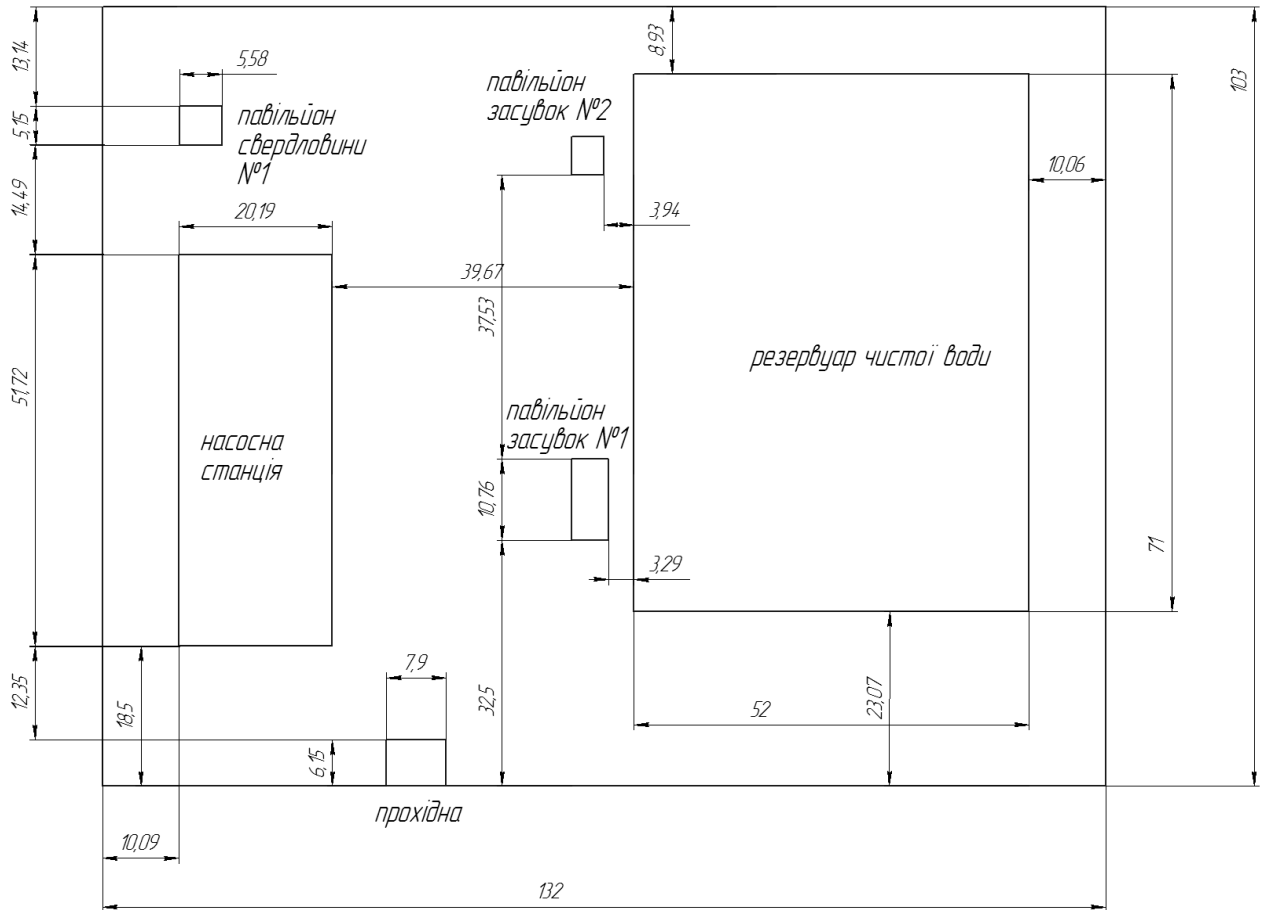


Рисунок 1.2 - План території насосної станції

Основні електроприймачі станції:

- Трифазні асинхронні електродвигуни заглиблених насосів свердловин;
- Трифазні асинхронні електродвигуни насосних агрегатів станції;
- Трифазні асинхронні двигуни приводів засувок;
- Трифазні асинхронні двигуни дренажних насосів;
- Трифазні асинхронні двигуни вентиляції;
- Трифазні асинхронні двигуни вантажопідіймальних пристроїв;
- Внутрішнє освітлення станції;
- Освітлення території станції;
- Побутові електроприлади (холодильник, мікрохвильова піч, електрочайник).

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		11

План приміщення насосної станції приведено на рисунку 1.3.

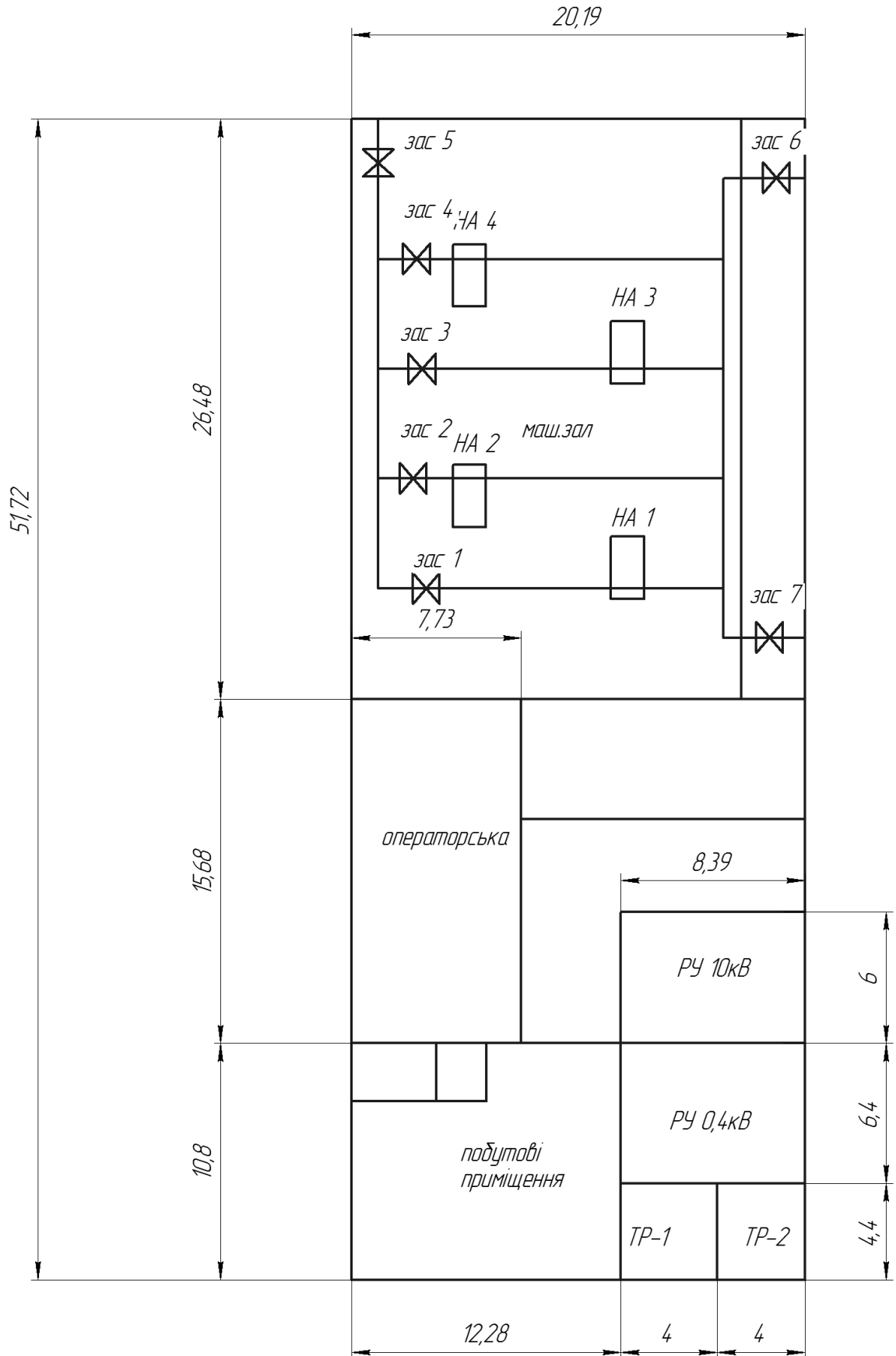


Рисунок 1.3 - План приміщення станції

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		12

Всього на станції встановлюються 4 насосних агрегати (2 робочих, 2 резервних), 2 кран-балки, 2 вентиляційних установки, 10 засувок з електроприводом, 1 дренажний насос, 6 заглиблених насосів свердловин.

Для освітлення території станції по периметру станції монтується ПЛІ 0,4 кВ. Зовнішнє освітлення здійснюється світлодіодними прожекторами. Для внутрішнього освітлення також використовуються світлодіодні світильники.

## 1.2 Визначення розрахункових навантажень насосної станції

### 1.2.1 Розрахунок навантаження двигунів

Навантаження електродвигунів розраховуємо по встановленій потужності та коефіцієнту попиту ДБН [1].

Визначаємо встановлену потужність  $P_{ном}$  групи приймачів і коефіцієнти потужності  $\cos \varphi$  і попиту  $K_{п}$  даної групи результати заносимо до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристика двигунів насосної станції

Електроприймач	Марка	$P_{ном}$ , кВт	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	кількість	$K_{в}$	$K_{п}$
Свердловини №1-6	WILO Xiro SPI8 160-02-A1	18,5	0,89	0,51	6	0,85	0,75
Насосні агрегати № 2,4	WEG W22 225S/M	45	0,88	0,54	2	0,85	0,75
Насосні агрегати №1,3	WEG W22 280S/M	75	0,88	0,54	2	0,85	0,75
Двигун дренажного насоса	НЦС-1	7,5	0,86	0,59	1	0,85	0,5
Двигуни кран-балки	T10632	9	0,86	0,59	2	0,15	0,1
Двигуни привода засувок	ПД - 1400	5,5	0,87	0,57	10	0,2	0,15
Двигуни вентиляції	ВЦ4 - 75 - 3,15	2,2	0,86	0,59	2	0,7	0,75

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>			Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				13

Розрахункове активне навантаження групи однорідних по режиму роботи приймачів визначаємо за формулою:

$$P_p = K_{\Pi} \cdot P_{\text{ном}} \quad (1.1)$$

де  $K_{\Pi}$  – коефіцієнт попиту.

Розраховуємо навантаження площадки № 1, на якій знаходяться 2 заглиблених насоси, за формулою 1.1:

$$P_{p_{\text{пл1}}} = 0,75 \cdot 18,5 \cdot 2 = 27,75 \text{ (кВт)}.$$

Розраховуємо навантаження площадки № 2, на якій знаходяться 3 заглиблених насоси, за формулою 1.1:

$$P_{p_{\text{пл2}}} = 0,75 \cdot 18,5 \cdot 3 = 41,63 \text{ (кВт)}.$$

Розраховуємо навантаження електродвигунів станції, за формулою 1.1:

$$P_{p_{\text{ст}}} = 0,75 \cdot 18,5 + 0,75 \cdot 75 + 0,75 \cdot 45 + 0,5 \cdot 7,5 + 0,1 \cdot 9 \cdot 2 + 0,15 \cdot 5,5 \cdot 10 + \\ + 0,75 \cdot 2,2 \cdot 3 = 122,625 \text{ (кВт)}.$$

Загальне активне навантаження насосної станції:

$$P_{p_{\text{нс}}} = P_{p_{\text{пл1}}} + P_{p_{\text{пл2}}} + P_{p_{\text{ст}}} = 41,63 + 27,75 + 122,625 = 192,005 \text{ (кВт)}.$$

Розраховуємо реактивне навантаження двигунів станції за формулою:

$$Q_p = P_p \cdot \tan \varphi \quad (1.2)$$

Де  $\tan \varphi$  розраховується відповідно до  $\cos \varphi$ .

Реактивне навантаження площадки №1:

$$Q_{p_{\text{пл1}}} = 27,75 \cdot 0,51 = 14,15 \text{ (кВАр)}.$$

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		14

Реактивне навантаження площадки №2:

$$Q_{p_{пл2}} = 41,63 \cdot 0,51 = 21,23 \text{ (кВар)}.$$

Розраховуємо реактивне навантаження електродвигунів станції:

$$Q_{p_{ст}} = 0,75 \cdot 18,5 \cdot 0,51 + 0,75 \cdot 75 \cdot 0,54 + 0,75 \cdot 45 \cdot 0,54 + 0,5 \cdot 7,5 \cdot 0,59 + \\ + 0,1 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 0,59 + 0,15 \cdot 5,5 \cdot 10 \cdot 0,57 + 0,75 \cdot 2,2 \cdot 3 \cdot 0,59 = 66,04 \text{ (кВар)}.$$

Загальне реактивне навантаження насосної станції:

$$Q_{p_{нс}} = Q_{p_{пл1}} + Q_{p_{пл2}} + Q_{p_{ст}} = 21,23 + 14,15 + 66,04 = 101,42 \text{ (кВар)}.$$

Повне навантаження визначаємо за формулою:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (1.3)$$

Повне навантаження площадки №1:

$$S_{p_{пл1}} = \sqrt{27,75^2 + 14,15^2} = 31,15 \text{ (кВА)}.$$

Повне навантаження площадки №2:

$$S_{p_{пл2}} = \sqrt{41,63^2 + 21,23^2} = 46,73 \text{ (кВА)}.$$

Розраховуємо повне навантаження електродвигунів станції:

$$S_{p_{ст}} = \sqrt{122,625^2 + 66,04^2} = 139,28 \text{ (кВА)}.$$

Загальне повне навантаження насосної станції:

$$S_{p_{ст}} = \sqrt{192,005^2 + 101,42^2} = 217,14 \text{ (кВА)}.$$

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		15

## 1.2.2 Розрахунок навантаження освітлення

Освітлення станції здійснюється світлодіодними світильниками.

Параметри встановлених світильників приведені в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Параметри світильників насосної станції

Приміщення	Тип світильника	Кількість	Потужність, Вт	$K_B$	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$
Маш. зал	Eglo STUDIO IP65 61479	14	52	0,95	0,93	0,4
Операторська	Eurolamp LED-FX(0.6)-18/50	3	18	0,85	0,92	0,43
Коридор	Eurolamp LED-FX(0.6)-18/50	3	18	0,75	0,92	0,43
Побутові приміщення	Eurolamp LED-FX(0.6)-18/50	3	18	0,75	0,92	0,43
Побутові приміщення	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	2	15	0,75	0,94	0,36
РУ 10 кВ	Vela 901-0209-00025 Sprint	3	36	0,6	0,92	0,43
РУ 0,4 кВ	Vela 901-0209-00025 Sprint	3	36	0,6	0,92	0,43
Кам. Тр-ра №1	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Кам. Тр-ра №2	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Прохідна	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	2	15	0,75	0,94	0,36
Зовнішнє освітлення	LD-PARK50W-40	50	50	1	0,93	0,4
Павільйон засувок № 1, 2	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	2	15	0,6	0,94	0,36
Павільйон свердловини №1	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36

					<b>MP 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		16



Визначаємо активне навантаження освітлення станції за формулою 1.1:

$$P_{p\text{ o ст.}} = 0,95 \cdot 52 \cdot 14 + 0,85 \cdot 18 \cdot 3 + 0,75 \cdot 18 \cdot 6 + 0,75 \cdot 15 \cdot 4 + \\ + 0,6 \cdot 15 \cdot 5 + 0,6 \cdot 36 \cdot 6 + 1 \cdot 50 \cdot 50 = 3538 \text{ (Вт)}.$$

Визначаємо реактивне навантаження освітлення станції за формулою 1.2:

$$Q_{p\text{ o ст.}} = 0,95 \cdot 52 \cdot 14 \cdot 0,4 + 0,85 \cdot 18 \cdot 3 \cdot 0,43 + 0,75 \cdot 18 \cdot 6 \cdot 0,43 + \\ + 0,75 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 0,36 + 0,6 \cdot 15 \cdot 5 \cdot 0,36 + 0,6 \cdot 36 \cdot 6 \cdot 0,43 + \\ + 1 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 0,4 = 1419 \text{ (ВАр)}.$$

Розраховуємо повне навантаження освітлення станції за формулою 1.3:

$$S_{p\text{ o ст.}} = \sqrt{3538^2 + 1419^2} = 3811,96 \text{ (ВА)}.$$

Таблиця 1.3 - Параметри світильників площадки №1

Приміщення	Тип світильника	Кількість	Потужність, Вт	$K_b$	$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$
РУ 10 кВ	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
РУ 0,4 кВ	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Кам. Тр-ра	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Павільйон свердловини №2	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Павільйон свердловини №3	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Павільйон свердловини №4	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		17

Визначаємо активне навантаження освітлення площадки №1 за формулою

1.1:

$$P_{\text{р о ст.}} = 0,6 \cdot 15 \cdot 6 = 54 \text{ (Вт)}.$$

Визначаємо реактивне навантаження освітлення площадки №1 за формулою 1.2:

$$Q_{\text{р о ст}} = 54 \cdot 0,36 = 19,44 \text{ (ВАр)}.$$

Розраховуємо повне навантаження освітлення площадки №1 за формулою 1.3:

$$S_{\text{р о ст}} = \sqrt{54^2 + 19,44^2} = 57,39 \text{ (ВА)}.$$

Таблиця 1.4 - Параметри світильників площадки №2

Приміщення	Тип світильника	Кількість	Потужність, Вт	$K_B$	$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$
РУ 10 кВ	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
РУ 0,4 кВ	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Кам. Тр-ра	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Павільйон свердловини №5	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36
Павільйон свердловини №6	GLOBAL 1-GBH-02-1550-C	1	15	0,6	0,94	0,36

Визначаємо активне навантаження освітлення площадки №1 за формулою

1.1:

$$P_{\text{р о ст.}} = 0,6 \cdot 15 \cdot 5 = 45 \text{ (Вт)}.$$

Визначаємо реактивне навантаження освітлення площадки №1 за формулою 1.2:

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$Q_{p\text{ост}} = 45 \cdot 0,36 = 16,2(\text{ВАр}).$$

Розраховуємо повне навантаження освітлення площадки №1 за формулою 1.3:

$$S_{p\text{ост}} = \sqrt{45^2 + 0,36^2} = 47,8 (\text{ВА}).$$

### 1.3 Розрахунок необхідної потужності та вибір трансформаторів

Відповідно до розрахованого навантаження електроприймачів насосної станції визначаємо необхідну потужність трансформаторів використовуючи джерело - Програма курсу, контрольні завдання і методичні вказівки до виконання курсового проекту «Електрична частина станцій та підстанцій» для студентів спеціальності 6.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання» усіх форм навчання (методичні вказівки) [3]

Для ТП-2, на якій встановлюється один силовий трансформатор необхідна потужність визначається за виразом:

$$S_T \geq S_H$$

$$S_{p\text{пл1}} = 46,73 + 0,057 = 46,787 (\text{кВА}).$$

Вибираємо найближчу стандартну номінальну потужність трансформатора

$$S_T = 63 \text{ кВА}$$

Для встановлення вибираємо трансформатор ТМ-63/10, характеристики якого наведені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Параметри силового трансформатора ТП-2

Тип	U <sub>в</sub> , кВ	U <sub>н</sub> , кВ	ΔP <sub>xx</sub> , Вт	ΔP <sub>к</sub> , Вт	ΔU, %	I <sub>xx</sub> , А
ТМ-63/10	10	0,4	230	1280	4,5	2,6

Для ТП-3, на якій також встановлюється один силовий трансформатор необхідна потужність визначається аналогічно попередньому.

$$S_{p\text{пл}2} = 31,15 + 0,048 = 31,198 \text{ (кВА)}.$$

Вибираємо найближчу стандартну номінальну потужність трансформатора

$$S_T = 40 \text{ кВА}$$

Для встановлення вибираємо трансформатор ТМ-40/10, характеристики якого наведені у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Параметри силового трансформатора ТП-3

Тип	$U_B$ , кВ	$U_H$ , кВ	$\Delta P_{xx}$ , Вт	$\Delta P_K$ , Вт	$\Delta U$ , %	$I_{xx}$ , А
ТМ-40/10	10	0,4	160	880	4,5	2,8

ТП-1 є двотрансформаторною підстанцією тому вибір потужності трансформаторів здійснюється за виразом.

$$S_{tr} \geq \frac{S_{p\text{ст}}}{1,4}$$

$$S_{p\text{ст}} = 192 + 3,8 = 195,8 \text{ (кВА)}.$$

$$S_{tr} \geq \frac{195,8}{1,4} \geq 139,86 \text{ (кВА)}.$$

Вибираємо найближчу стандартну номінальну потужність трансформатора

$$S_T = 160 \text{ кВА}$$

Для встановлення вибираємо трансформатор ТМ-160/10, характеристики якого наведені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Параметри силового трансформатора ТП-1

Тип	$U_B$ , кВ	$U_H$ , кВ	$\Delta P_{xx}$ , Вт	$\Delta P_K$ , Вт	$\Delta U$ , %	$I_{xx}$ , А
ТМ-160/10	10	0,4	450	2600	4,5	1,9

## 1.4 Розрахунок компенсаційних установок

### 1.4.1 Вибір засобів компенсації реактивної енергії

Заходи компенсації забезпечують зменшення реактивної потужності, що перетікає між джерелами й електроприймачами природно без використання спеціальних засобів компенсації, а тому зазвичай не потребують великих матеріальних витрат для їх реалізації. Заходи компенсації впроваджуються першочергово. При недостатності даних засобів для досягнення необхідного ступеня компенсації, розглядаються й упроваджуються засоби штучної компенсації.

До основних заходів компенсації реактивної потужності належать:

- заміна на менш потужні або відключення частини силових трансформаторів, завантажених у середньому менше ніж на 30 %;
- розроблення та впровадження заходів із вирівнювання графіків навантаження й покращання енергетичного режиму роботи силового електрообладнання;
- створення раціональної схеми електропостачання шляхом зменшення кількості трансформаторів між джерелом і електроприймачами;
- правильний вибір електродвигунів за потужністю та видом;
- заміна асинхронних двигунів, завантажених менше ніж на 70 % їх номінальної потужності;
- перемикання статорних обмоток асинхронного двигуна напругою до 1 кВ, основною схемою якого є схема «трикутник», на схему «зірка», якщо двигун завантажений менше ніж на 40 % номінальної потужності;
- покращання якості ремонту двигунів;
- обмеження тривалості роботи в режимі неробочого ходу двигунів і зварювальних трансформаторів;
- заміна асинхронних двигунів синхронними;
- упорядкування технологічних процесів.

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		21

## 1.4.2 Розрахунок потужності конденсаторних установок

Розрахунок потужності конденсаторних установок виконуємо згідно [4]

Розраховуємо  $\operatorname{tg} \varphi$  насосної станції з урахуванням холостого ходу трансформаторів.

Визначаємо втрати в трансформаторах.

Втрати активної потужності визначаємо за формулою:

$$\Delta P = \sum \Delta P_K + \sum \Delta P_{xx}. \quad (1.4)$$

Розрахунок:

$$\Delta P = 2 \cdot 450 + 160 + 230 + 2 \cdot 2600 + 880 + 1280 = 8650 \text{ (Вт)} = 8,65 \text{ (кВт)}$$

Втрати реактивної потужності визначаємо за формулою:

$$\Delta Q = \sum \Delta Q_K + \sum \Delta Q_{xx}. \quad (1.5)$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_x S_{\text{НОМ}}}{100}. \quad (1.6)$$

$$\Delta Q_K = \frac{U_K S_{\text{НОМ}}}{100}. \quad (1.7)$$

Розрахунки:

$$\Delta Q_{xx \text{ ТП-1}} = \frac{1,9 \cdot 160 \cdot 10^3}{100} = 3040 \text{ (ВАр)}.$$

$$\Delta Q_{xx \text{ ТП-2}} = \frac{2,6 \cdot 63 \cdot 10^3}{100} = 1638 \text{ (ВАр)}.$$

$$\Delta Q_{xx \text{ ТП-3}} = \frac{2,8 \cdot 40 \cdot 10^3}{100} = 1120 \text{ (ВАр)}.$$

$$\Delta Q_{K \text{ ТП-1}} = \frac{4,5 \cdot 160 \cdot 10^3}{100} = 7200 \text{ (ВАр)}.$$

$$\Delta Q_{K \text{ ТП-2}} = \frac{4,5 \cdot 63 \cdot 10^3}{100} = 2835 \text{ (ВАр)}.$$

$$\Delta Q_{K \text{ ТП-3}} = \frac{4,5 \cdot 40 \cdot 10^3}{100} = 1800 \text{ (ВАр)}.$$

$$\begin{aligned} \Delta Q &= 2 \cdot 3040 + 1638 + 1120 + 2 \cdot 7200 + 2835 + 1800 = 27873 \text{ (ВАр)} \\ &= 27,873 \text{ (кВАр)}. \end{aligned}$$

Повне активне навантаження станції:

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		22

$$P_{стз} = 192,005 + 0,054 + 0,045 + 3,54 + 8,65 = 204,294 \text{ (кВт)}$$

$$Q_{стз} = 101,42 + 0,02 + 0,016 + 1,42 + 27,873 = 130,329 \text{ (кВар)}$$

$$\text{tg } \varphi_{ст} = \frac{Q_{стз}}{P_{стз}} = \frac{130,329}{204,294} = 0,638$$

Визначений  $\text{tg } \varphi_{ст} = 0,638$  не задовольняє умову електропостачальної організації ( $\text{tg } \varphi_{ес} = 0,2 - 0,3$ ). Тому передбачаємо встановлення конденсаторної компенсаційної установки.

Необхідна потужність конденсаторної установки розраховується за формулою:

$$Q_{ку} = P_{стз} \cdot (\text{tg } \varphi_{ст} - \text{tg } \varphi_{ес}) \quad (1.8)$$

$$Q_{ку} = 204,294 \cdot (0,638 - 0,25) = 79,266 \text{ (кВар)}$$

Для кожної секції розподільного устаткування (РУ) передбачаємо окрему конденсаторну установку.

$$Q_{ку} = \frac{Q_{ку}}{2} \quad (1.9)$$

$$Q_{ку} = \frac{Q_{ку}}{2} = \frac{79,266}{2} = 39,633 \text{ (кВар)}$$

Вибираємо стандартну потужність конденсаторної установки параметри обраної конденсаторної установки записуємо в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 – Параметри конденсаторної установки

Тип	Напруга, кВ	Потужність, квар	Ємність, мкФ
КС2-0,66-40-3У3 (1У3, 2У3)	0,66	40	292

Визначаємо повну потужність насосної станції з установленими ККУ:

$$S_{стз} = \sqrt{P_{стз}^2 + (Q_{стз} - Q_{ку})^2} \quad (1.10)$$

$$S_{стз} = \sqrt{204,294^2 + (130,329 - 80)^2} = 210,4 \text{ (кВА)}$$

Визначаємо  $\text{tg } \varphi_{ст}$  станції з установленими ККУ:

$$\text{tg } \varphi_{ст} = \frac{Q_{стз} - Q_{ку}}{P_{стз}} = \frac{130,329 - 80}{204,294} = 0,246$$

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		23

## 1.5 Розрахунок параметрів та вибір перерізів провідників

Для розрахунків максимальних тривалих струмів використовуємо ПУЕ [2], а для визначення падіння напруги в лініях [4].

Визначаємо допустимі втрати напруги в мережі ТП-1:

$$\Delta U_M = U_{\max} - U_{\min} - \Delta U_T \quad (1.11)$$

$U_{\max}$ -105%,  $U_{\min}$ -95%

$$\Delta U_T = \beta(U_{\text{ат}} \cdot \cos \varphi + U_{\text{рт}} \cdot \sin \varphi) \quad (1.12)$$

$$\cos \varphi = 0,88, \sin \varphi = 0,47, \beta = 0,7$$

$$U_{\text{ат}} = 100 \cdot \frac{\Delta P_K}{S_H} \quad (1.13)$$

$$U_{\text{ат}} = 100 \cdot \frac{2,6}{160} = 1,63\%$$

$$U_{\text{рт}} = \sqrt{U_K^2 + U_{\text{ат}}^2} \quad (1.14)$$

$$U_{\text{рт}} = \sqrt{4,5^2 + 1,63^2} = 4,8\%$$

$$\Delta U_T = 0,7(1,63 \cdot 0,88 + 4,8 \cdot 0,47) = 2,58\%$$

$$\Delta U_M = 105 - 95 - 2,58 = 7,42\%$$

Визначаємо допустимі втрати напруги в мережі ТП-2:

$U_{\max}$ -105%,  $U_{\min}$ -95%,  $\cos \varphi = 0,89$ ,  $\sin \varphi = 0,45$ ,  $\beta = 0,78$

$$U_{\text{ат}} = 100 \cdot \frac{0,88}{40} = 2,2\%$$

$$U_{\text{рт}} = \sqrt{4,5^2 + 2,2^2} = 5\%$$

$$\Delta U_T = 0,78(2,2 \cdot 0,89 + 5 \cdot 0,45) = 3,28\%$$

$$\Delta U_M = 105 - 95 - 3,28 = 6,72\%$$

Визначаємо допустимі втрати напруги в мережі ТП-3:

$U_{\max}$ -105%,  $U_{\min}$ -95%,  $\cos \varphi = 0,89$ ,  $\sin \varphi = 0,45$ ,  $\beta = 0,73$

$$U_{\text{ат}} = 100 \cdot \frac{1,28}{63} = 2,03\%$$

$$U_{\text{рт}} = \sqrt{4,5^2 + 2,03^2} = 4,9\%$$

$$\Delta U_T = 0,73(2,03 \cdot 0,89 + 4,9 \cdot 0,45) = 2,9\%$$

					МП 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		24



$$\Delta U_M = 105 - 95 - 2,9 = 7,1\%$$

Розраховуємо моменти навантажень кожної лінії за формулою:

$$M = P \cdot l \quad (1.15)$$

Розраховуємо падіння напруги:

$$\Delta U_M = \frac{M_{\text{пр}}}{C \cdot S_{\text{AB}}} \quad (1.16)$$

Розраховуємо струми навантажень ліній за формулами:

Для чотирьохпровідних ліній:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi} \quad (1.17)$$

Для трьохпровідних ліній:

$$I = \frac{P}{2 \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi} \quad (1.18)$$

Для двохпровідних ліній:

$$I = \frac{P}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi} \quad (1.19)$$

Вибираємо переріз провідників за допустимим тривалим струмом, після чого порівнюємо падіння напруги з допустимим. Дані розрахунків заносимо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Параметри ліній живлення електроприймачів насосної станції

Кабельна лінія	Потужність, кВт.	$\cos \varphi$	Струм, А.	Довжина, м.	Переріз $\text{мм}^2$	Падіння напруги розрахункове, %.	Момент навантаження кВт*м.	Коефіцієнт матеріалу.	Допустиме падіння напруги, %.
НА-1	75	0,88	129,4894	35	95	0,63	2625	44	7,42
НА-2	45	0,88	77,69367	50	35	1,46	2250	44	7,42
НА-3	75	0,88	129,4894	45	95	0,8	3375	44	7,42
НА-4	45	0,88	77,69367	60	35	1,75	2700	44	7,42
Засувка 1	5,5	0,87	9,605041	35	2,5	1,75	192,5	44	7,07
Засувка 2	5,5	0,87	9,605041	40	2,5	2	220	44	7,07
Засувка 3	5,5	0,87	9,605041	50	2,5	2,5	275	44	7,07
Засувка 4	5,5	0,87	9,605041	60	2,5	3	330	44	7,07

Продовження таблиці 1.9 - Параметри ліній живлення електроприймачів насосної станції

Кабельна лінія	Потужність, кВт.	$\cos \varphi$	Струм, А.	Довжина, м.	Переріз мм <sup>2</sup> .	Падіння напруги розрахункове, %.	Момент навантаження кВт*м.	Коефіцієнт матеріалу.	падіння напруги, %.
Засувка 5	5,5	0,87	9,605041	70	2,5	3,5	385	44	7,07
Засувка 6	5,5	0,87	9,605041	50	2,5	2,5	275	44	7,07
Засувка 7	5,5	0,87	9,605041	30	2,5	1,5	165	44	7,07
Дренажний насос	7,5	0,86	13,25008	30	2,5	2,05	225	44	7,07
Кран-балка 1	9	0,86	15,9001	25	2,5	2,05	225	44	7,07
Кран-балка 2	9	0,86	15,9001	30	2,5	2,45	270	44	7,07
Вентиляційна установка 1	2,2	0,86	3,886691	50	2,5	1	110	44	7,07
Вентиляційна установка 2	2,2	0,86	3,886691	25	2,5	0,5	55	44	7,07
Свердловина 1	18,5	0,89	31,58185	90	6	3,85	1665	72	7,42
Свердловина 2	18,5	0,89	31,58185	120	6	5,14	2220	72	6,72
Свердловина 3	18,5	0,89	31,58185	85	6	3,64	1572,5	72	6,72
Свердловина 4	18,5	0,89	31,58185	55	6	2,36	1017,5	72	6,72
Свердловина 5	18,5	0,89	31,58185	110	6	4,71	2035	72	7,1
Свердловина 6	18,5	0,89	31,58185	60	6	2,6	1110	72	7,1
Засувка 8	5,5	0,87	9,605041	9	2,5	0,45	49,5	44	3,57
Засувка 9	5,5	0,87	9,605041	11	2,5	0,55	60,5	44	3,57
Засувка 10	5,5	0,87	9,605041	90	2,5	4,5	495	44	7,07
Освітлення побутових приміщень	0,084	0,87	0,438871	25	2,5	0,11	2,1	7,4	3,81
Освітлення коридор	0,054	0,87	0,282132	12	2,5	0,04	0,648	7,4	3,81
Розетки прохідна	3	0,87	15,67398	5	2,5	0,81	15	7,4	1,39
Освітлення прохідна	0,03	0,93	0,146628	15	2,5	0,02	0,45	7,4	1,39
ЩО	9,66	0,9	16,30761	15	6	3,26	144,9	7,4	7,07
ШР	97,59	0,87	170,4284	15	95	0,35	1463,9	44	7,42
Прохідна	3,03	0,9	15,30303	50	4	5,12	151,5	7,4	7,42
Павільон засувок №1	11	0,87	19,21008	35	2,5	3,5	385	44	7,07

Продовження таблиці 1.9 - Параметри ліній живлення електроприймачів насосної станції

Кабельна лінія	Потужність, кВт.	$\cos \varphi$	Струм, А.	Довжина, м.	Переріз мм <sup>2</sup>	напруги розрахункове, %.	Момент навантаження кВт*м.	Коефіцієнт матеріалу.	падіння напруги, %.
Зовнішнє освітлення	2,5	0,93	12,21896	35	16	0,74	87,5	7,4	3,81
Розетки побутового приміщення	3	0,87	15,67398	15	2,5	2,43	45	7,4	3,81
Розетки операторської	3	0,87	15,67398	25	4	2,53	75	7,4	3,81
Освітлення РУ-0,4кВ	0,11	0,87	0,574713	10	2,5	0,06	1,1	7,4	3,81
Освітлення РУ-0,4кВ	0,11	0,87	0,574713	15	2,5	0,09	1,65	7,4	3,81
Освітлення Тр-рів	0,03	0,87	0,15674	25	2,5	0,04	0,75	7,4	3,81
Освітлення маш.зал	0,36	0,87	1,880878	100	2,5	1,95	36	7,4	3,81
Освітлення операторської	0,054	0,87	0,282132	30	2,5	0,09	1,62	7,4	3,81
Освітлення коридор	0,054	0,87	0,282132	12	2,5	0,04	0,648	7,4	3,81

Визначаємо струм навантаження для кабелів 10 кВ, що живлять ТП-1, ТП-2, ТП-3 за формулою:

$$I_{\text{макс}} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot 10} \quad (1.20)$$

На основі цих розрахунків вибираємо переріз кабелів живлення, данні заносимо в таблицю 1.10.

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		27

Таблиця 1.10 - Струми та переріз кабелів живлення ТП-1, ТП-2, ТП-3.

Кабельна лінія.	Максимальний струм, А.	Переріз жил кабелю, мм <sup>2</sup> .	Допустимий тривалий струм, А.
Від ТП ес до ТП-1	25,89	35	115
Від ТП-1 до ТП-2	8,32	35	115
Від ТП-1 до ТП-3	8,32	35	115
Від ТП-3 до ТП-2	5,09	35	115

### 1.6 Розрахунок струмів короткого замикання

Розрахунки параметрів струмів КЗ проводимо за методикою наведеною в методичних вказівках [3].

Для вибору комутаційних апаратів та шинопроводів у РУ 10 кВ та 0,4 кВ необхідно визначити струми КЗ на шинах високої та низької напруги. Схема заміщення приведена на рисунку 1.4.

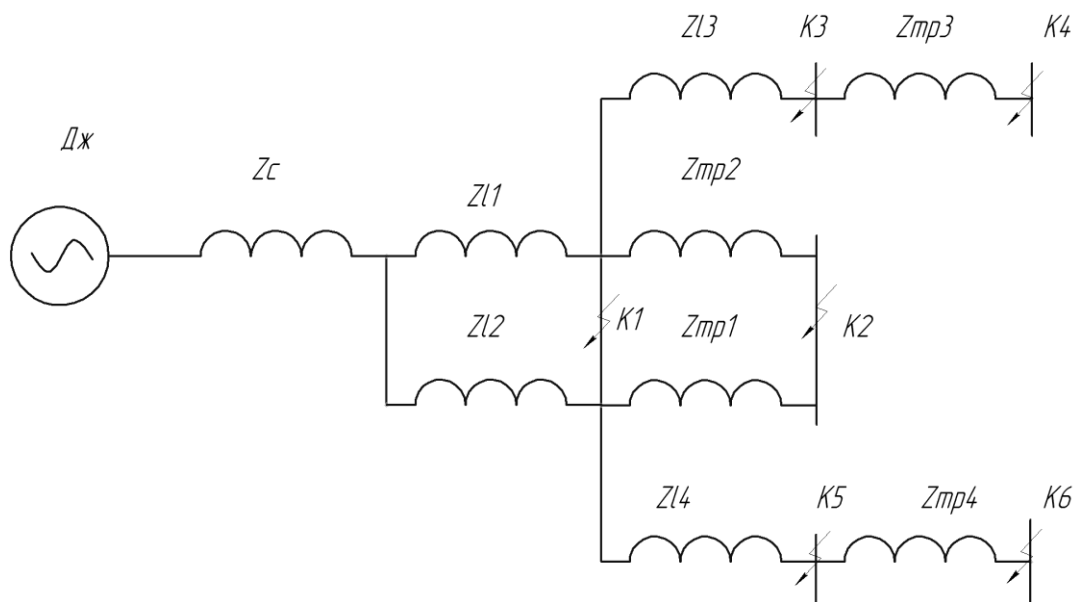


Рисунок 1.4 - Розрахункова схема заміщення

Визначаємо опори ліній за формулами:

$$r_l = r_0 \cdot l. \quad (1.21)$$

$$x_l = x_0 \cdot l. \quad (1.22)$$

$$z_l = \sqrt{r_l^2 + x_l^2}. \quad (1.23)$$

Для кабелю ААБлЗ\*35  $r_0 = 0,894$  Ом/км,  $x_0 = 0,095$  Ом/км

Розраховуємо реактивні опори трансформаторів за формулою:

$$x_T = \frac{U_k \cdot U_{\text{ном.тр}}^2}{100 \cdot S_{\text{ном}}}. \quad (1.24)$$

Дані розрахунків заносимо до таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 - Параметри розрахункової схеми заміщення

Ділянка	Опір активний, Ом.	Опір реактивний, Ом	Опір загальний, Ом.
$l_1$	1,162	0,12	1,17
$l_2$	1,162	0,12	1,17
$l_3$	0,894	0,095	0,9
$l_4$	1,52	0,162	1,53
тр <sub>1</sub>		28,125	28,125
тр <sub>2</sub>		28,125	28,125
тр <sub>3</sub>		71,42	71,42
тр <sub>4</sub>		112,5	112,5

Спрощену схему заміщення наведено на рисунку 1.5:

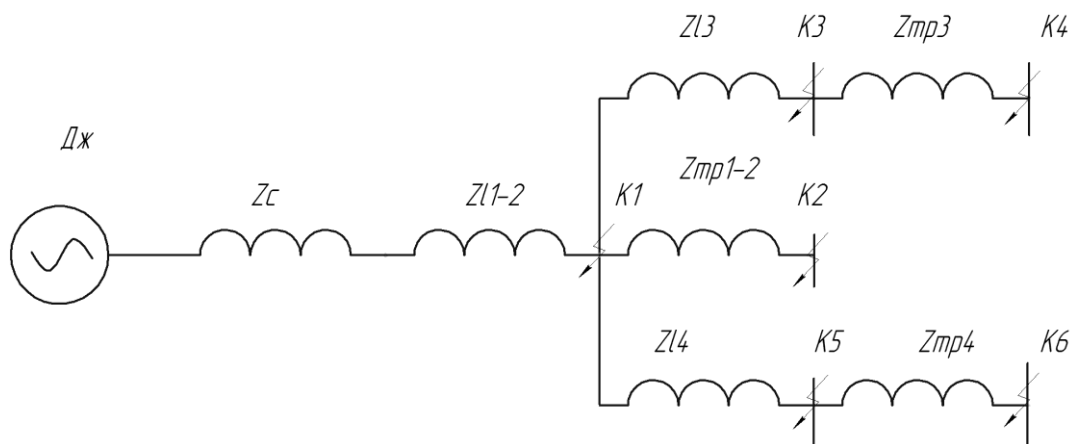


Рисунок 1.5 - Спрощена розрахункова схема заміщення.

$$r_{l1-2} = \frac{r_{l1}}{2} = \frac{1,162}{2} = 0,581 \text{ (Ом)}.$$

$$x_{l1-2} = \frac{x_{l1}}{2} = \frac{0,12}{2} = 0,06 \text{ (Ом)}.$$

$$z_{l1-2} = \sqrt{r_{l1-2}^2 + x_{l1-2}^2} = \sqrt{0,581^2 + 0,06^2} = 0,58 \text{ (Ом)}.$$

$$x_{\text{тр}1-2} = \frac{x_{\text{тр}1}}{2} = \frac{28,125}{2} = 14,06 \text{ (Ом)}.$$

$$z_{l1-2} = 14,06 \text{ (Ом)}.$$

Визначаємо опори системи до визначених точок КЗ, результати заносимо до таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 - Опори схеми заміщення в точках КЗ

Точка КЗ.	Активний опір, Ом.	Реактивний опір, Ом.	Повний опір, Ом.
К1	4,16	10,06	10,89
К2	3,58	24,12	24,4
К3	4,48	10,16	11,1
К4	4,48	81,59	81,71
К5	5,68	10,22	11,69
К6	5,68	122,72	122,85

Проводимо розрахунок струмів КЗ в намічених точках.

Струм при трифазному КЗ розраховуємо за формулою:

$$I_K^{(3)} = \frac{U_{\text{ср.ном}}}{\sqrt{3} \cdot z_K} \quad (1.25)$$

Реальний струм КЗ у точках К2, К4, К6 визначаємо за формулою:

$$I_K = I_K^{(3)} \cdot \frac{U_B}{U_H} \quad (1.26)$$

Ударний струм визначаємо за формулою:

$$I_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot 1,61 \cdot I_K \quad (1.27)$$

Допустимо, що амплітуда ЕДС і періодична складова струмів КЗ незмінні за часом, тому через час, який дорівнює часу відключення

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		30

$$I_{нт1} = I_{к1}$$

Аперіодичну складову струмів КЗ до моменту розбіжності контактів вимикача визначаємо за формулою:

$$I_a = \sqrt{2} \cdot I_k \cdot e^{-\frac{t}{T_a}} \quad (1.28)$$

де  $T_a$  - постійна часу загасання аперіодичної складової для К1,К3,К5  $T_a = 0,05$  с, для К2,К4,К6 -  $T_a = 0,1$  с;

$t$  – час розбіжності контактів вимикача. Для К1,К3,К5.  $t = 0,1$ , для К2,К4,К6  $t = 0,4$ .

Інтеграл Джоуля визначаємо за формулою:

$$W_R = I_k^2 \cdot (t + T_a) \quad (1.29)$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю 1.13.

Таблиця 1.13 - Параметри струмів КЗ

Струми короткого замикання	СКЗ у початковий момент часу $I_k, \text{кА}$	Ударний СКЗ $I_{уд}, \text{кА}$	СКЗ у момент втрати контактів вимикача, $I_{нт}, \text{кА}$	Аперіод. складова СКЗ, $I_a, \text{кА}$	Інтеграл Джоуля $W_R, \text{кА}^2 \text{с}$
Шини 10 кВ ТП-1(К1)	0,53	1,21	0,53	0,1	4,22
Шини 0,4 кВ ТП-1(К2)	5,92	13,5	5,92	0,15	17512,1
Шини 10 кВ ТП-2(К3)	0,52	1,18	0,52	0,1	40,58
Шини 0,4 кВ ТП-2(К4)	1,77	4,02	1,77	0,05	1560,26
Шини 10 кВ ТП-3(К5)	0,49	1,12	0,49	0,09	36,55
Шини 0,4 кВ ТП-3(К6)	1,17	2,68	1,17	0,03	690,15

## 1.7 Розрахунок параметрів та вибір електричних апаратів

На основі отриманих даних по струмах КЗ та струмах навантаження вибираємо електричні апарати, для чого користуємося наступними джерелами: [5,6,7].

Для електричних апаратів необхідне виконання наступних умов:

1. Номінальна напруга вибраного апарата не менша ніж напруга мережі

$$U_c \leq U_{\text{ном}};$$

2. Номінальний струм апарата не менший ніж найбільший струм в лінії

$$I_c \leq I_{\text{ном}};$$

3. Номінальний струм періодичної складової КЗ менший ніж номінальний струму вимкнення  $I_{\text{ПО}} \leq I_{\text{відк ном}};$

4. Ударний струм КЗ менший ніж струм електродинамічної стійкості  $I_{\text{уд}} \leq I_{\text{СКВ}};$

5. Струм КЗ у момент втрати контактів вимикача менший ніж номінальний струму вимкнення  $I_{\text{нт}} \leq I_{\text{відк ном}};$

6. Аперіодична складова струму КЗ менша ніж номінальна аперіодична складова струму апарата  $I_{\text{ат}} \leq I_{\text{а ном}};$

7. Тепловий імпульс струмів КЗ менший ніж максимальний тепловий імпульс вимикача  $B_K \leq I_T^2 t_r.$

Перелік електричних апаратів для електричної мережі насосної станції наведено в таблицях 1.14, 1.15, 1.16, 1.17, 1.18, 1.19, 1.20, 1.21.

Таблиця 1.14 - Електричні апарати РУ 0,4 кВ ТП-1

	Тип апарата	Номінальна напруга, кВ.	Номінальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Ввідний вимикач	РПС-3	0,4	400	----
Секційний вимикач	РПС-2	0,4	250	----



Продовження таблиці 1.14 - Електричні апарати РУ 0,4 кВ ТП-1

	Тип апарата	Номинальна напруга, кВ.	Номинальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Вимикач НА1,3	ABB XT2S160	0,4	160	50
Пристрій плавного пуску двигуна НА1,3	ABB PSTX142	0,4	143	----
Вимикач НА2,4	ABB XT2S160	0,4	160	50
Пристрій плавного пуску двигуна НА2,4	ABB PSTX85	0,4	85	----
Вимикач ШР	ABB XT4S250	0,4	250	50
Контактор АВР ШР	ABB AF190	0,4	190	----
Вимикач лінії до Св1	ABB XT2S160	0,4	40	50
Пристрій плавного пуску двигуна Св1	ABB PSTX37	0,4	37	----

Таблиця 1.15 - Електричні апарати ШР

	Тип апарата	Номинальна напруга, кВ.	Номинальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Вимикач лінії до дренажного насоса.	ABB SH203	0,4	16	6
Пристрій плавного пуску двигуна дренажного насоса.	ABB PSTX30	0,4	30	----
Вимикачі ліній до кран-балки 1-2.	ABB SH203	0,4	16	6

Продовження таблиці 1.15 - Електричні апарати ШР

	Тип апарата	Номинальна напруга, кВ.	Номинальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Вимикач лінії до ЩО	ABB SH203	0,4	25	6
Вимикачі ліній до Зас 1-10	ABB SH203	0,4	16	6
Контактори Зас 1-10	ABB AF09- 30-10-13	0,4	10	----
Вимикач лінії до прохідної	ABB SH203	0,4	16	6
Вимикачі ліній до вентиляторів 1-2.	ABB SH203	0,4	16	6
Контактори вентиляторів 1-2.	ABB AF09- 30-10-13	0,4	10	----
Вимикач лінії до павільйону засувок №1	ABB SH203	0,4	16	6
Вимикач лінії до ЩО	ABB SH203	0,4	25	6

Таблиця 1.16 - Електричні апарати РУ 0,4 кВ ТП-2

	Тип апарата	Номинальна напруга, кВ.	Номинальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Ввідний вимикач	РПС-2	0,4	250	----
Вимикачі ліній до Св2-4	ABB SH203	0,4	40	6
Вимикач лінії освітлення	ABB SH201	0,22	16	6
Пристрій плавного пуску двигуна Св2-4	ABB PSTX37	0,4	37	----

Таблиця 1.17 - Електричні апарати РУ 0,4 кВ ТП-3

	Тип апарата	Номинальна напруга, кВ.	Номинальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Ввідний вимикач	РПС-1	0,4	100	----
Вимикачі ліній до Св 5-6	ABB SH203	0,4	40	6
Вимикач лінії освітлення	ABB SH201	0,22	16	6
Пристрій плавного пуску двигуна Св 5-6	ABB PSTX37	0,4	37	----

Таблиця 1.18 - Електричні апарати РУ 10кВ ТП-1

	Тип апарата	Номинальна напруга, кВ.	Номинальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Ввідні вимикачі	ВН-10/400-20	10	400	20
Вимикачі силових Тр-рів	ВН-10/400-20	10	400	20
Вимикачі ліній до ТП-1, ТП-2	ВН-10/400-20	10	400	20
Секційний роз'єднувач	РВ-10/400	10	400	----

Таблиця 1.19 - Електричні апарати РУ 10кВ ТП-2

	Тип апарата	Номинальна напруга, кВ.	Номинальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Ввідний вимикач	ВН-10/400-20	10	400	20
Вимикач силового Тр-ра	РВ-10/400	10	400	----
Вимикач лінії до ТП-3	ВН-10/400-20	10	400	20

Таблиця 1.20 - Електричні апарати РУ 10кВ ТП-3

	Тип апарата	Номінальна напруга, кВ.	Номінальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Ввідний вимикач	ВН-10/400-20	10	400	20
Вимикач силового Тр-ра	РВ-10/400	10	400	----
Вимикач лінії до ТП-2	ВН-10/400-20	10	400	20

Таблиця 1.21 - Електричні апарати ЩО

	Тип апарата	Номінальна напруга, кВ.	Номінальний струм, А.	Максимальний струм вимкнення, кА.
Ввідний вимикач	ABB SH203	0,4	25	6
Зовнішнє освітлення	ABB SH201	0,22	16	6
Розетки побутового приміщення	ABB SH201	0,22	16	6
Розетки операторської	ABB SH201	0,22	16	6
Освітлення РУ-0,4кВ	ABB SH201	0,22	16	6
Освітлення РУ-10 кВ	ABB SH201	0,22	16	6
Освітлення Тр-рів	ABB SH201	0,22	16	6
Освітлення маш.зал	ABB SH201	0,22	16	6
Освітлення операторської	ABB SH201	0,22	16	6
Освітлення побутових приміщень	ABB SH201	0,22	16	6
Освітлення коридор	ABB SH201	0,22	16	6
Розетки прохідна	ABB SH201	0,22	16	6
Освітлення прохідна	ABB SH201	0,22	16	6

## 2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 2.1 Загальний опис програми Matlab Simulink

MATLAB — пакет прикладних програм для числового аналізу, а також мова програмування, що використовується в даному пакеті. Система створена компанією The MathWorks і є зручним засобом для роботи з математичними матрицями, малювання функцій, роботи з алгоритмами, створення робочих оболонок (user interfaces) з програмами в інших мовах програмування. Хоча цей продукт спеціалізується на чисельному обчисленні, спеціальні інструментальні засоби працюють з програмним забезпеченням Maple, що робить його повноцінною системою для роботи з алгеброю.

Simulink — інтерактивний інструмент (програмне забезпечення) для моделювання, імітації та аналізу динамічних систем, включаючи дискретні, неперервні та гібридні, нелінійні та розривні системи. Розроблене компанією The MathWorks, дає можливість будувати графічні блок-діаграми, імітувати динамічні системи, досліджувати працездатність систем і вдосконалювати проекти. Simulink повністю інтегрований з MATLAB, що забезпечує швидкий доступ до широкого спектра інструментів аналізу і проектування

### 2.2 Вихідні дані для моделювання

Вихідними даними для проведення моделювання є дані розрахунків у попередньому розділі, а саме:

Номінальні потужності електрообладнання, розрахункові опори СЕП насосної станції, схема електропостачання насосної станції. На основі цих даних складаємо модель СЕП яку зображено у графічній частині магістерської роботи.

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>			
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив	Болох Є.П.				Розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Василега П.О.					М	37	69
Н.контр.	Никифоров М.А.					СУМДУ ЕТ.мдн-01с		
Затв.	Лебединський І.Л.							

## 2.3 Опис елементів моделі СЕП насосної станції

Для моделювання використано наступні блоки з бібліотеки Simulink:

1. Джерело змінної трифазної напруги. Графічне позначення показано на рисунку 2.1, робоче вікно показано на рисунку 2.2.

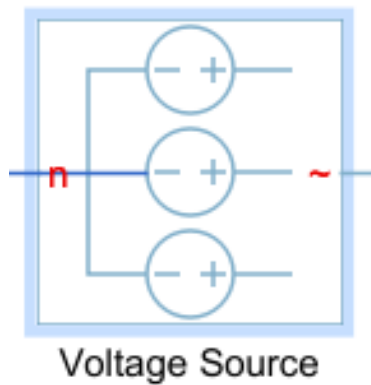


Рисунок 2.1 – Графічне позначення джерела змінної трифазної напруги.

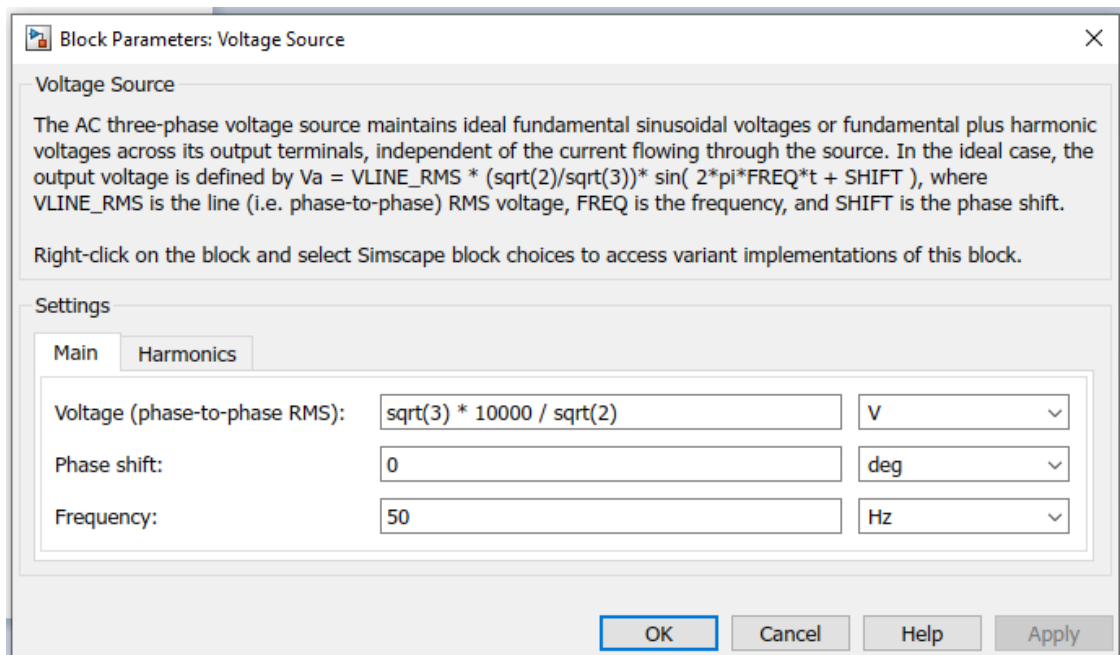


Рисунок 2.2 - Робоче вікно налаштувань джерела змінної трифазної напруги.

2. Трифазний трансформатор (для кожного трансформатора вказується номінальна потужність, номінальна напруга первинної обмотки, номінальна

напруга вторинної обмотки, номінальну частоту струму). Графічне позначення показано на рисунку 2.3, робоче вікно модуля показано на рисунку 2.4.



Рисунок 2.3 – Графічне позначення трифазного трансформатора.

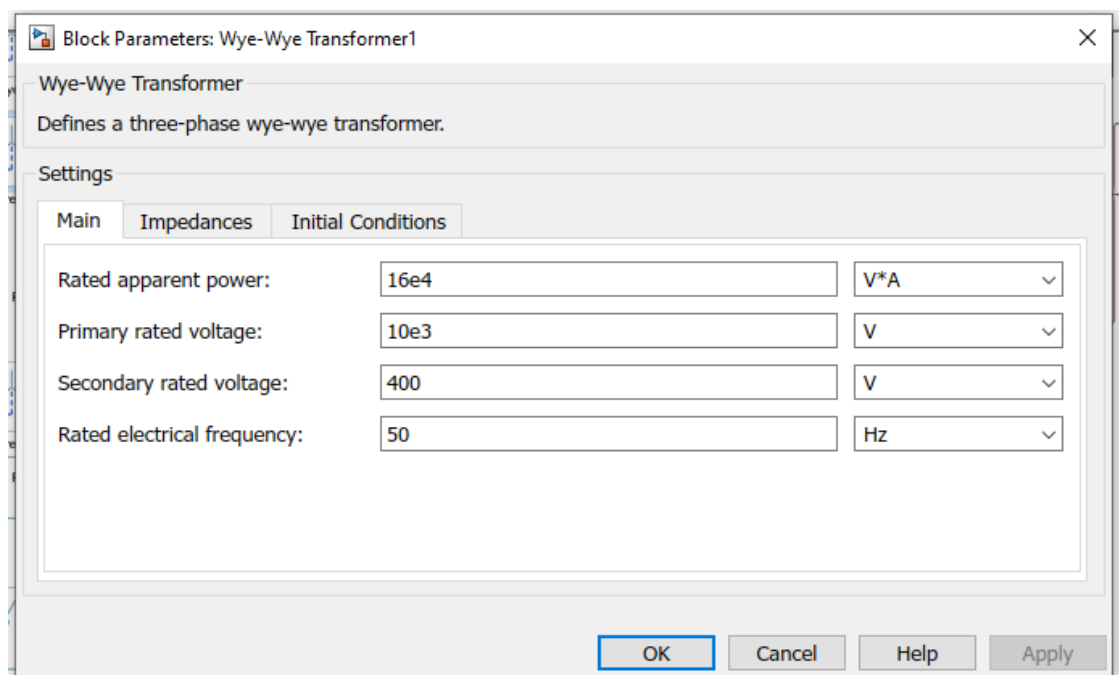


Рисунок 2.4 - Робоче вікно налаштувань трифазного трансформатора.

3. Трифазний вимикач призначений для розривання та замикання ланцюга живлення керуючись зовнішнім сигналом. Графічне позначення показано на рисунку 2.5, робоче вікно вимикача зображено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.5 - Графічне позначення трифазного вимикача.

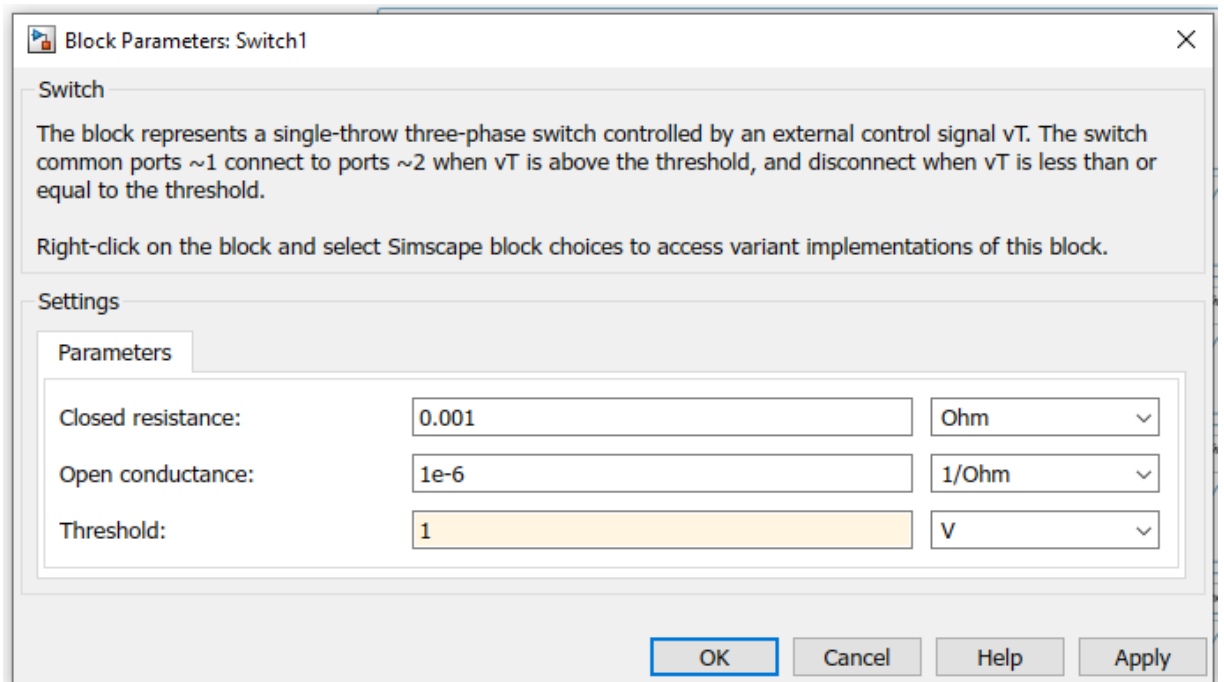


Рисунок 2.6 - Робоче вікно налаштувань трифазного вимикача.

4. Генератор імпульсів прямокутної форми використано для керування вимикачами. Для кожного вимикача задається часовий графік увімкнення та вимкнення електроприймачів. Графічне позначення показано на рисунку 2.7, робоче вікно генератора імпульсів зображено на рисунку 2.8

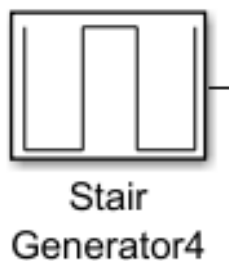


Рисунок 2.7 - Графічне позначення генератора імпульсів прямокутної форми.



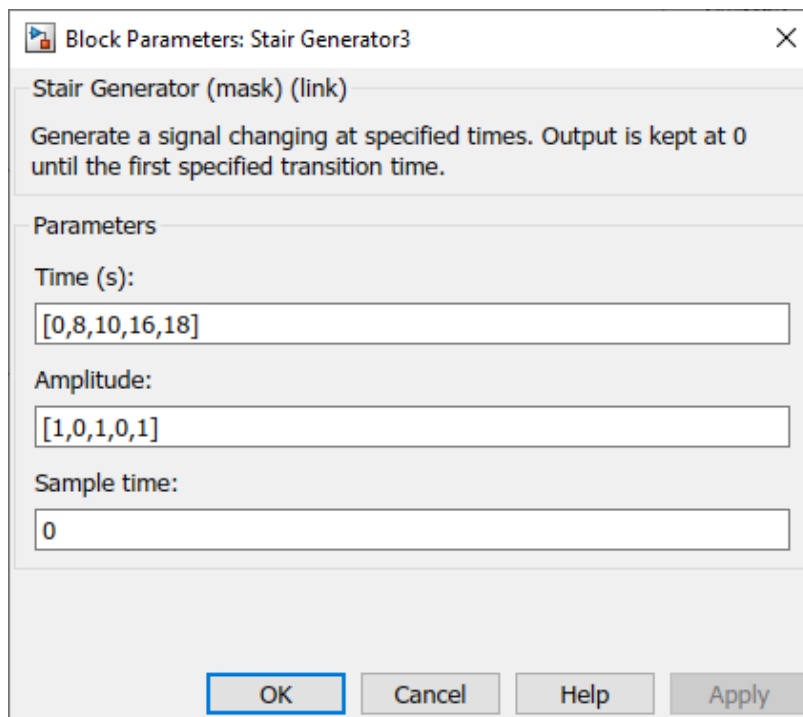
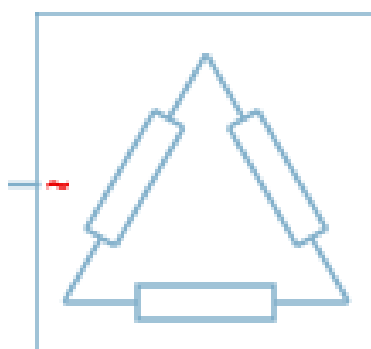


Рисунок 2.8 - Робоче вікно налаштувань генератора імпульсів прямокутної форми.

5. Навантаження (з'єднання трикутник) для імітації навантаження двигунів та конденсаторних установок, для кожного електроприймача вказується номінальна активна та реактивна потужність, номінальна напруга, номінальна частота струму. Графічне позначення показано на рисунку 2.9, робоче вікно навантаження з'єднання трикутник зображене на рисунку 2.10.



площадка 2

Рисунок 2.9 - Графічне позначення навантаження з'єднання трикутник.

					МР 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		41

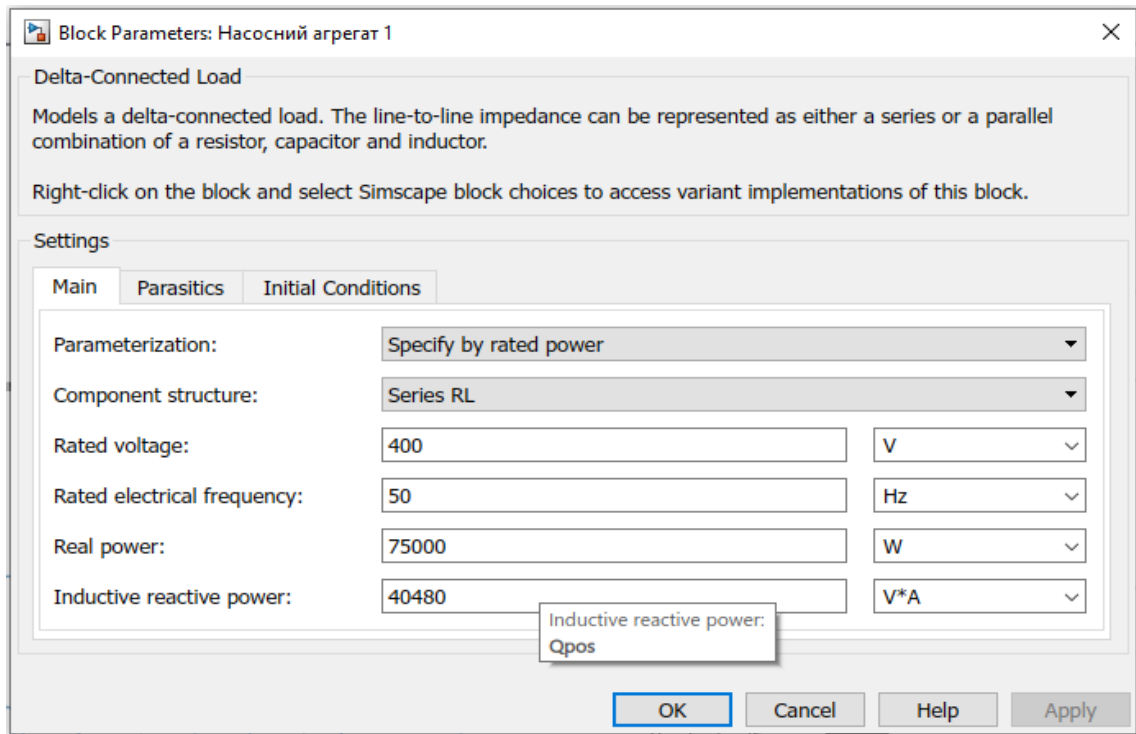


Рисунок 2.10 - Робоче вікно налаштувань навантаження з'єднання трикутник.

6. Навантаження (з'єднання зірка) для імітації навантаження освітлення. Графічне позначення показано на рисунку 2.11, робоче вікно навантаження з'єднання трикутник зображене на рисунку 2.12.

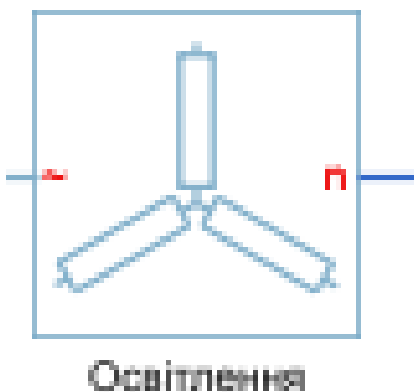


Рисунок 2.11 - Графічне позначення навантаження з'єднання зірка.

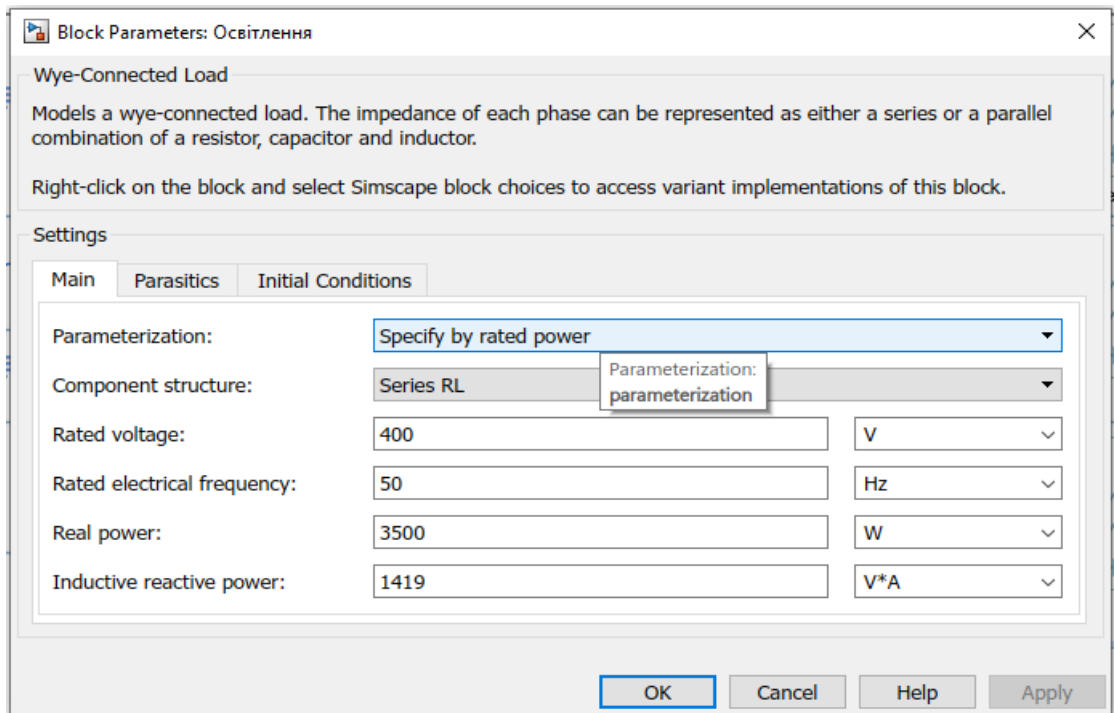


Рисунок 2.12 - Робоче вікно налаштувань навантаження з'єднання зірка.

7. Осцилограф призначений для виведення результатів замірів. Графічне позначення осцилографа показано на рисунку 2.13.

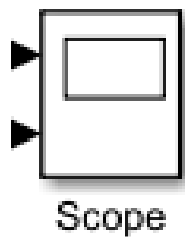


Рисунок 2.13 - Графічне позначення осцилографа.

8. Блок вимірювання навантаження активного та реактивного. Графічне позначення блоку показано на рисунку 2.14.

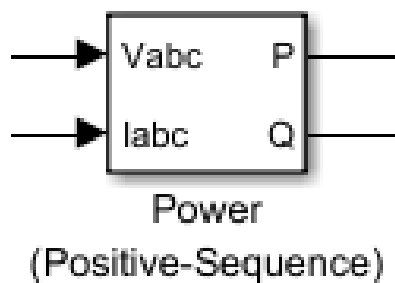
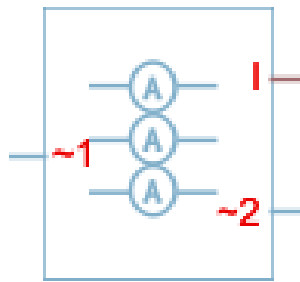


Рисунок 2.14 - Графічне позначення блоку вимірювання навантаження активного та реактивного.

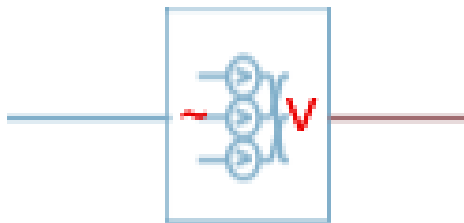
9. Амперметр для вимірювання струму в лінії. Графічне позначення амперметра показано на рисунку 2.15.



**Current Sensor**

Рисунок 2.15 - Графічне позначення амперметра.

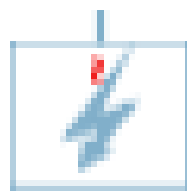
10. Вольтметр для вимірювання лінійної напруги. Графічне позначення вольтметра показано на рисунку 2.16.



**Line Voltage Sensor**

Рисунок 2.16 - Графічне позначення вольтметра.

11. Блок імітації короткого замикання, який керується по часу. Для кожної точки КЗ вказується опір системи від джерела до точки КЗ, час КЗ та тривалість КЗ. Графічне позначення блоку показано на рисунку 2.17, робоче вікно блоку імітації КЗ зображено на рисунку 2.18.



**Time-Based Fault**

Рисунок 2.17 - Графічне позначення блоку імітації короткого замикання.

					MP 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		44

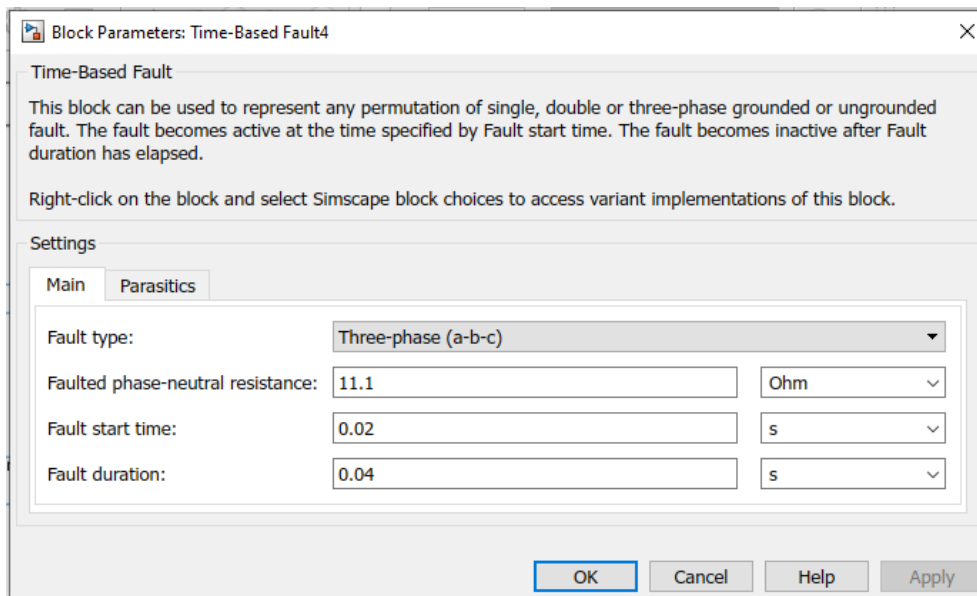


Рисунок 2.18 - Робоче вікно налаштувань блока імітації КЗ з керуванням по часу.

12. Перетворювач сигналу з одиниць Simulink у фізичні одиниці. Графічне позначення показано на рисунку 2.19.

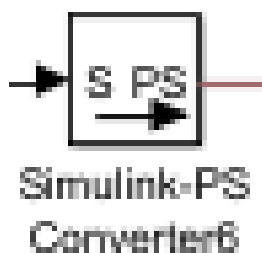


Рисунок 2.19 - Графічне позначення перетворювач сигналу з одиниць Simulink у фізичні одиниці.

## 2.4 Моделювання добового режиму роботи насосної станції

В нормальному режимі роботи не усі електроприймачі насосної станції працюють одночасно. Режим роботи кожного електроприймача задається генераторами імпульсів прямокутної форми, значення сигналу генератора імпульсів «1» відповідає замкнутому вимикачу, а сигнал «0» відповідає розімкнутому вимикачу. Даний дослід допомагає побудувати добовий графік навантаження станції.

Після запуску симуляції на осцилографі отримуємо графіки навантаження насосної станції, які зображені на рисунку 2.20.

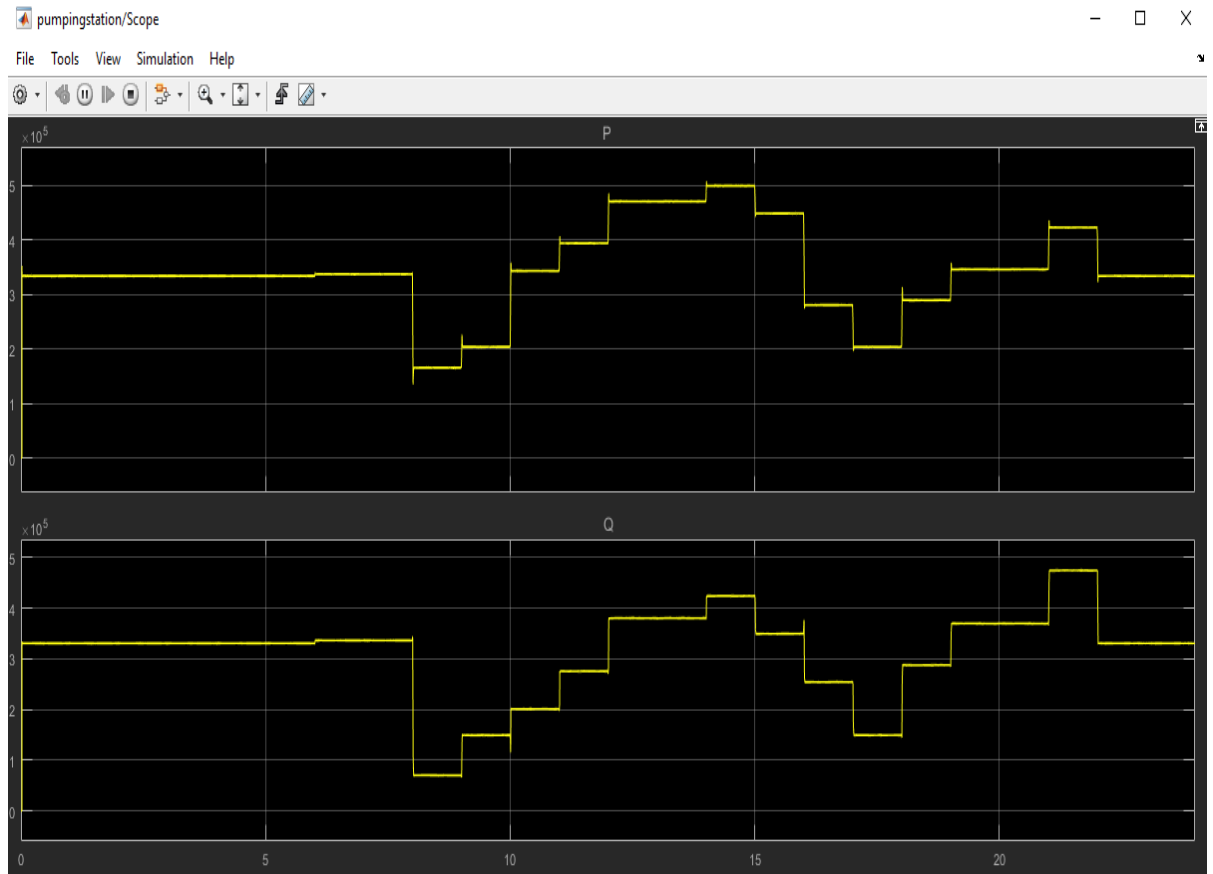


Рисунок 2.20. – Добовий графік навантаження насосної станції.

## 2.5 Моделювання короткого замикання у контрольних точках

Для проведення досліду короткого замикання в контрольні точки, якими є шини РУ 10кВ та РУ 0,4 кВ ТП-1, ТП-2, ТП-3, підключено блоки імітації КЗ, які у визначений час імітують трифазне КЗ, дані вимірювання зображені на рисунках 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.26

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

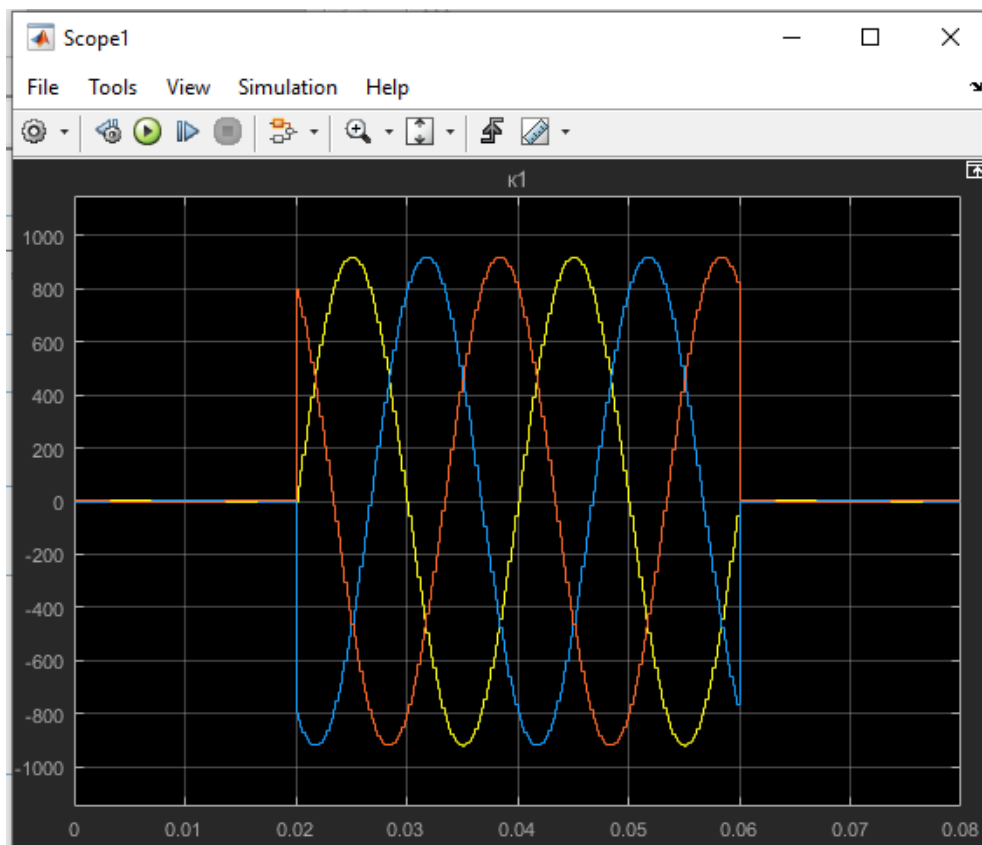


Рисунок 2.21 – Струм КЗ точки К1.

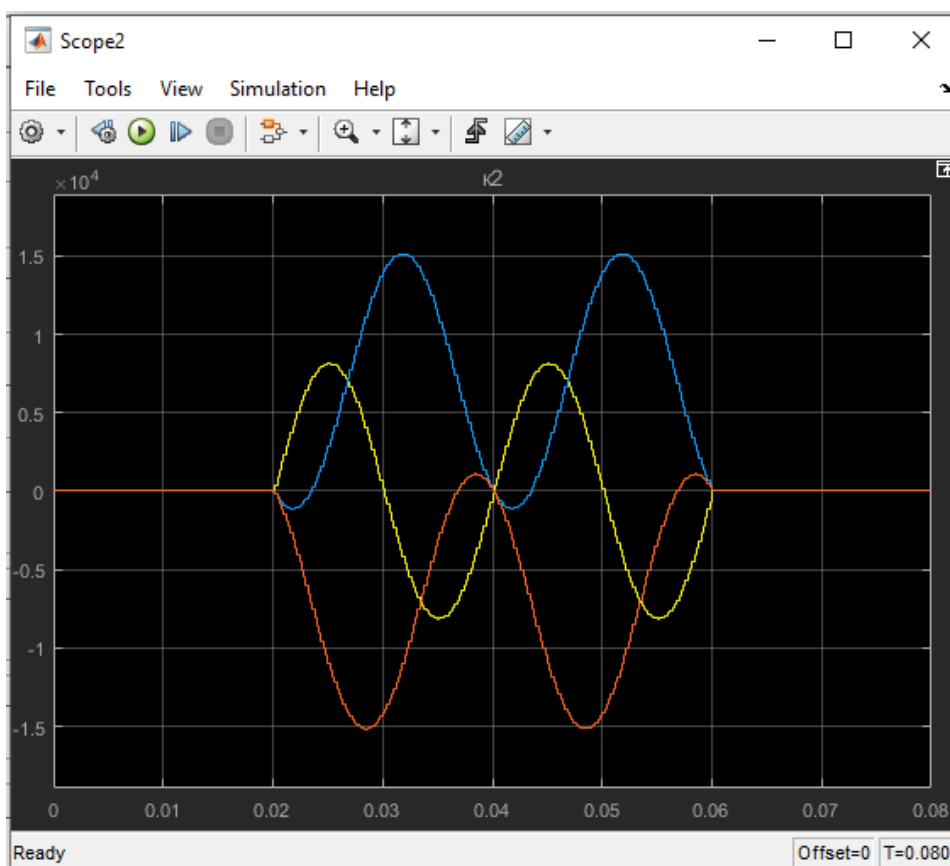


Рисунок 2.22 – Струм КЗ точки К2.

Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата

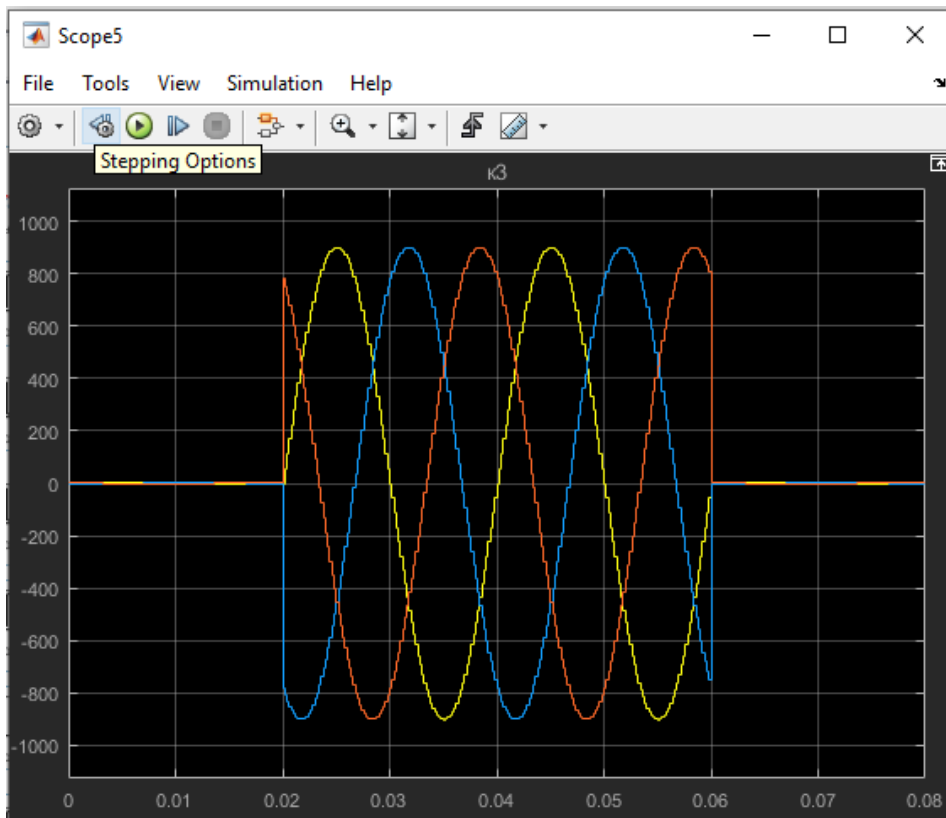


Рисунок 2.23 – Струм КЗ точки К3.

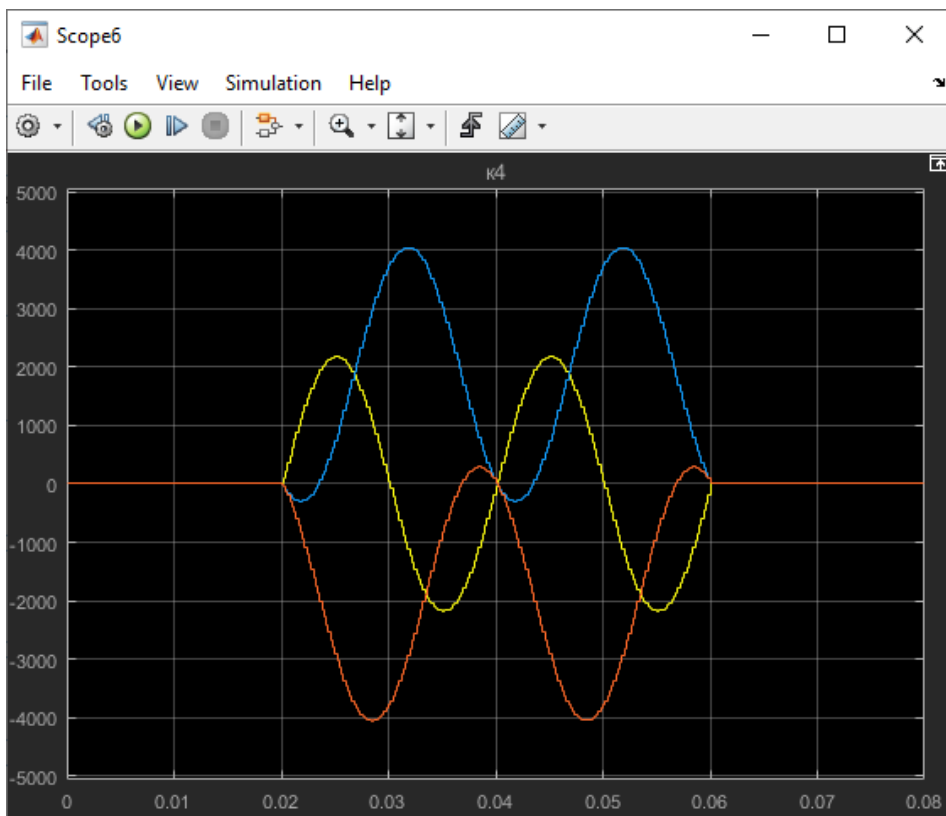


Рисунок 2.24 – Струм КЗ точки К4.



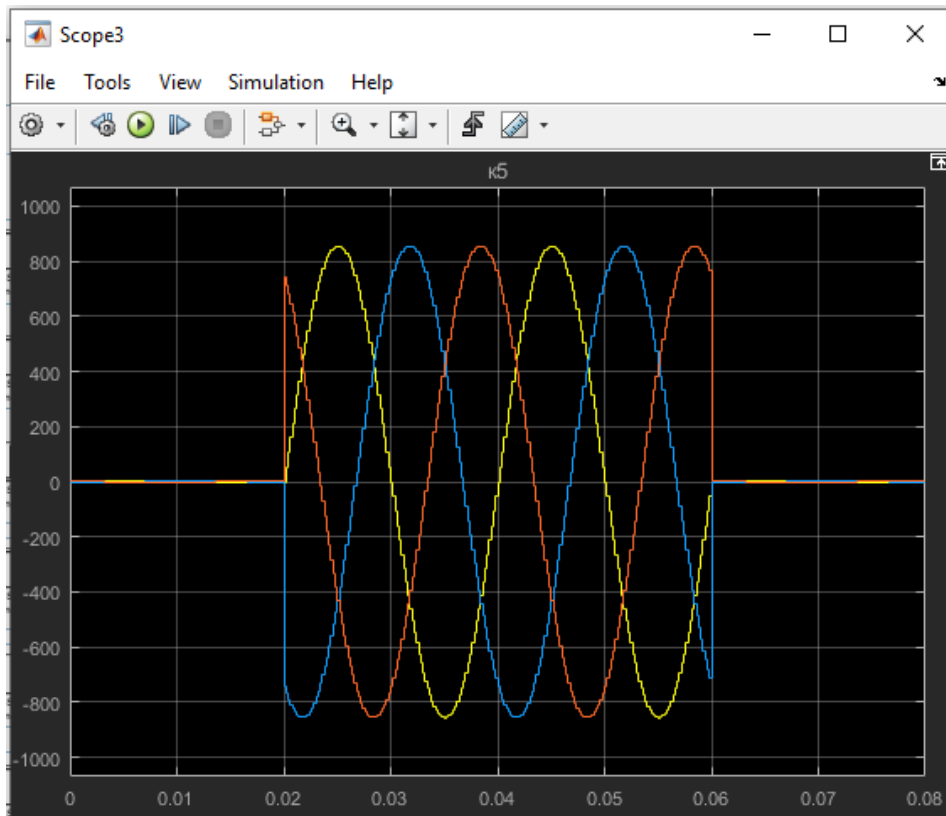


Рисунок 2.25 – Струм КЗ точки К5.

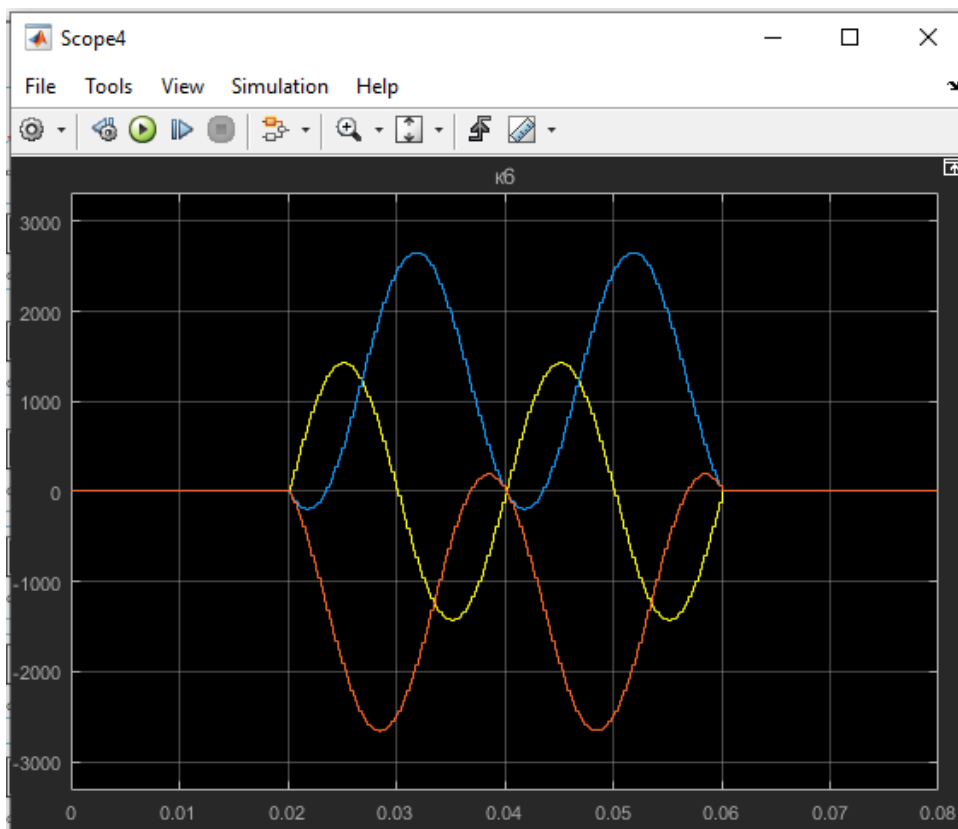


Рисунок 2.26 – Струм КЗ точки К6.

Порівнюємо отримані результати моделювання з раніше розрахованими струмами КЗ у даних точках, результати заносимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Порівняння розрахованих та змодельованих струмів КЗ.

Струми короткого замикання	Розрахунковий СКЗ	Змодельований СКЗ
	$I_k, \text{кА}$	$I_k, \text{кА}$
Шини 10 кВ ТП-1(К1)	0,53	0,55
Шини 0,4 кВ ТП-1( К2 )	5,92	6,05
Шини 10 кВ ТП-2(К3)	0,52	0,54
Шини 0,4 кВ ТП-2( К4 )	1,77	1,79
Шини 10 кВ ТП-3(К5)	0,49	0,51
Шини 0,4 кВ ТП-3( К6 )	1,17	1,21

## 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розрахунок річної економії від заміни світильників зовнішнього освітлення

На сьогоднішній день спостерігається тенденція до підвищення вартості енергоносіїв, тому впровадження більш енергоефективних технологій є досить вигідним.

Освітлення території до модернізації здійснювалася 50-а світильниками з газорозрядними ртутними лампами ДРЛ, характеристики яких приведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Характеристики світильників з лампами ДРЛ.

Потужність, Вт	$\cos \varphi$	$tg\varphi$
125	0,6	1,33

Модернізацією передбачено заміна цих світильників на сучасні світлодіодні світильники Id-park50w-40, характеристики яких приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Характеристики світильників з лампами LED.

Потужність, Вт	$\cos \varphi$	$tg\varphi$
50	93	0,4

Розраховуємо споживання електроенергії світильників з ДРЛ та з LED

Активну потужність освітлювальної установки визначаємо за формулою:

$$P = P_{\text{св}} \cdot n_{\text{св}} \quad (3.1)$$

Де,  $P_{\text{св}}$  -потужність світильника, кВт;

$n_{\text{св}}$  -кількість світильників.

					МР 3.8.141.014 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Болох Є.П.			Розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Василега П.О.				М	51	69
Н.контр.		Никифоров М.А.				СУМДУ ЕТ.мдн-01с		
Затв.		Лебединський І.Л.						

Рективну потужність освітлювальної установки визначаємо за формулою:

$$Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (3.2)$$

Де,  $\operatorname{tg} \varphi$ -відповідає паспортному коефіцієнту потужності світильників.

Добове споживання активної енергії розраховуємо за формулою:

$$W_{ад} = P \cdot t_{\text{доб}} \quad (3.3)$$

Де,  $t_{\text{доб}}$ - середньодобовий час роботи зовнішнього освітлення 12 годин на добу.

Добове споживання реактивної енергії розраховуємо за формулою:

$$W_{рД} = Q \cdot t \quad (3.4)$$

Річне споживання активної енергії розраховуємо за формулою:

$$W_{аР} = W_{ад} \cdot 365 \quad (3.5)$$

Річне споживання реактивної енергії розраховуємо за формулою:

$$W_{рР} = W_{рД} \cdot 365 \quad (3.6)$$

Вартість спожитої активної електроенергії за рік розраховуємо за формулою:

$$B_{аР} = W_{аР} \cdot C_{ае} \quad (3.7)$$

Де,  $C_{ае}$ - ціна активної електроенергії, 2,54 грн\*кВт/год.

Вартість спожитої реактивної електроенергії за рік розраховуємо за формулою:

$$B_{рР} = W_{рР} \cdot C_{ре} \quad (3.8)$$

Де,  $C_{ре}$ - ціна реактивної електроенергії, 0,07838 грн\*кВАр/год.

Вартість послуги з розподілу електроенергії розраховуємо за формулою:

$$B_{розп.Р} = W_{аР} \cdot C_{розп} \quad (3.9)$$

Де,  $C_{розп}$ - ціна послуги з розподілу електроенергії, 1,12грн\*кВт/год.

Загальна вартість електроенергії розраховуємо за формулою:

$$B_{ее} = B_{розп.Р} + B_{рР} + B_{аР} \quad (3.10)$$

Всі дані розрахунків заносимо до таблиці 3.3

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		52

Таблиця 3.3 Розрахунок вартості електроенергії спожитої освітлювальними установками з лампами ДРЛ та з LED.

	Світильники з LED	Світильники з ДРЛ
Активна потужність, кВт.	2,5	6,25
Рективна потужність, кВАр.	1	8,3125
Добове споживання активної енергії, кВт.	30	75
Добове споживання реактивної енергії, кВАр.	12	99,75
Річне споживання активної енергії, кВт.	10950	27375
Річне споживання реактивної енергії, кВАр.	4380	36408,75
Вартість спожитої активної електроенергії за рік, грн.	27813	69532,5
Вартість спожитої реактивної електроенергії за рік, грн.	27813	69532,5
Вартість послуги з розподілу електроенергії за рік, грн.	343,3044	2853,717825
Загальна вартість спожитої електроенергії за рік, грн.	12264	30660
ПДВ	8084,061	20609,24357
Разом з ПДВ	48504,37	123655,46

Відповідно до цих розрахунків розраховуємо економію на електроенергії за рік за формулою:

$$\Delta B = B_{ee \text{ ДРЛ}} - B_{ee \text{ LED}} \quad (3.11)$$

$$\Delta B = 123655,46 - 48504,37 = 75151,1 \text{ грн.}$$

### 3.2 Розрахунок періоду окупності модернізації системи освітлення

Для проведення розрахунку періоду окупності розраховуємо вартість модернізації. У вартість модернізації входить вартість матеріалів та вартість робіт.

Модернізація системи зовнішнього освітлення не вимагає великої кількості матеріалів, а саме не потрібна модернізація лінії живлення системи освітлення та заміна кронштейнів для кріплення світильників. Отже витратами на матеріали є тільки світильники.

Витратами на роботи по модернізації системи освітлення є: демонтаж старих світильників, установка нових світильників та послуги автогідропідйомника.

Кошторис на проведення модернізації наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Кошторис на проведення модернізації системи зовнішнього освітлення насосної станції.

№	Найменування матеріалів та робіт	Один, виміру	Кількість	Ціна	Сума
	<b>МАТЕРІАЛИ</b>				
1	Світильник зовнішній	шт	50	2692,68	134634
	ПДВ				26926,8
	<b>РАЗОМ З ПДВ</b>				161560,8
	<b>ВИКОНАННЯ РОБІТ</b>				
1	Демонтаж світильників	шт	50	256,40	12820
2	Установлення світильників	шт	50	377,56	18878
4	Робота автогідропідйомника	Год.	24	294,67	7056
	<b>Всього</b>				38754
	<b>Загальна сума</b>				200314,8

Термін окупності реконструкції визначаємо за формулою:

$$TO = \frac{B_{рек}}{\Delta B} \quad (3.12)$$

$$TO = \frac{200314,8}{75151,1} = 2,67 \text{ роки} \approx 2 \text{ роки } 8 \text{ місяців.}$$

### 3.3 Розрахунок чистого приведеного доходу

Чистий приведений дохід дозволяє отримати кінцевий ефект в абсолютній сумі. Під чистим приведеним доходом розуміється різниця між приведеними до теперішньої вартості сумою чистого грошового потоку за період експлуатації проекту і сумою інвестиційних витрат на його реалізацію.

Чистий приведений дохід розраховуємо за формулою:

$$\text{ЧПД} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ГП}}{(1+i)^t} \cdot I_0 \quad (3.13)$$

Де, ГП - грошовий потік за кожен рік;

$I_0$  – сума інвестицій на виконання проекту;

$i$  – використана дисконтна ставка 20%;

$n$  – тривалість роботи системи.

Гарантійний термін роботи світильників 40000 год. З урахуванням режиму роботи системи освітлення розраховуємо тривалість роботи системи освітлення за формулою:

$$n = \frac{t}{t_{доб}} \quad (3.14)$$

Де,  $t$  - гарантійний термін роботи світильників 40000 год;

$$n = \frac{40000}{12} \approx 3333 \text{ дні} \approx 9,13 \text{ років} \approx 9 \text{ років } 1,5 \text{ місяць.}$$

Для розрахунку приймаємо тривалість роботи 9 років.

Для розрахунку приймаємо прогнозоване підвищення ціни на електроенергію на 15% на рік, що призводить до відповідного підвищення річної економії на електроенергії на відповідний відсоток. На основі раніше розрахованих показників складаємо грошовий потік наведений в таблиці 3.5.

					MP 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		55

Таблиця 3.5 -Грошовий потік

Рік	Витрати	Доходи	Грошовий потік
1	-200315	75151,1	-125163,7
2		86423,77	-38739,94
3		99387,33	60647,4
4		114295,4	114295,4
5		131439,7	131439,7
6		151155,7	151155,7
7		173829,1	173829,1
8		199903,4	199903,4
9		229888,9	229888,9

$$\text{ЧПД} = \frac{-125163,7}{(1+0,2)^1} + \frac{-38739,94}{(1+0,2)^2} + \frac{60647,4}{(1+0,2)^3} + \frac{114295,4}{(1+0,2)^4} + \frac{131439,7}{(1+0,2)^5} + \frac{151155,7}{(1+0,2)^6} + \frac{173829,1}{(1+0,2)^7} + \frac{199903,4}{(1+0,2)^8} + \frac{229888,9}{(1+0,2)^9} = 202012,43 \text{ грн.}$$



## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Характеристика умов праці

На насосній станції діють наступні шкідливі та небезпечні виробничі чинники:

- Підвищений рівень шуму;
- Підвищений рівень вібрації;
- Підвищена вологість в приміщеннях насосної станції;
- Небезпека ураження електричним струмом;
- Можливість падіння працівників з висоти, можливість падіння предметів на працівників (при виконанні робіт на висоті);
- Несприятливі погодні умови (при виконанні робіт поза приміщеннями);
- Наближення до обертових механізмів.

### 4.2 Організаційно-технічні заходи по забезпеченню безпеки персоналу

Відповідно до НПАОП 41.0-01.-79 Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць [14] встановлені наступні вимоги до охорони праці:

Організаційно-технічні заходи щодо забезпечення та покращення техніки безпеки при експлуатації споруд водопостачання та водовідведення повинні бути спрямовані на:

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>			
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Болох Є.П.			Розрахунок параметрів та моделювання системи електропостачання насосної станції	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Василега П.О.				М	57	69
Н.контр.		Никифоров М.А.				СУМДУ ЕТ.мдн-01с		
Затв.		Лебединський І.Л.						

1) забезпечення персоналу надійними захисними засобами, а також контрольно-вимірювальними приладами та сигналізаторами небезпечних та шкідливих виробничих факторів;

2) навчання персоналу безпечним методам роботи, використання захисних засобів та здійснення контролю за їх правильним застосуванням;

3) удосконалення конструкцій споруд та технологічних процесів, підвищення рівня механізації та автоматизації, а також створення безпечних та здорових умов праці;

Робота з охорони праці та техніки безпеки ведеться за щомісячними, річними, (з розбивкою по кварталах) та перспективними (на п'ятиріччя) планами, що розробляються на основі аналізу травматизму та професійних захворювань, пропозицій керівників цехів, служб.

Персонал споруд водопостачання та водовідведення може бути допущений до роботи тільки після навчання та перевірки знань з техніки безпеки та забезпечення безпечних та здорових умов праці.

Для навчання та інструктажу персоналу на підприємствах повинні бути створені кабінети та куточки з техніки безпеки, забезпечені засобами наочної агітації, плакатами, інструкціями, схемами та зразками захисних та запобіжних засобів.

На підприємстві встановлюється постійний контроль за станом техніки безпеки з впровадженням передових методів (коефіцієнта безпеки, триступеневого контролю тощо):

контроль I ступеня здійснює щодня майстер спільно з черговим, що призначається (згідно з графіка) з числа робітників. При цьому перевіряється стан робочих місць, інструменту, машин і механізмів, забезпеченість техніки безпеки тощо. Результати перевірки записують у журналі про усунення виявлених недоліків має бути зроблено відповідний запис у журналі;

					МП 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		58

контроль II ступеня проводить не рідше 1 разу на тиждень начальник цеху (служби);

контроль III ступеня («День охорони праці») здійснює комісія під головуванням головного інженера за участю голови місцевого комітету профспілки, інженера з техніки безпеки, начальника цеху (дільниці) та інших фахівців.

За результатами перевірок складають акти, видають накази та розпорядження по підприємству, які не допускають повторення виявлених порушень. Підсумки перевірок систематично обговорюють на оперативних нарадах, зборах, розширених засіданнях місцевого комітету тощо.

Для забезпечення безпеки конструкцій споруд та обладнання необхідно влаштовувати огороження рухомих та небезпечних елементів, їх фіксацію та кріплення при ремонтах та транспортуванні, блокування включень при неробочому та аварійному станах, освітлення робочих органів машин та обладнання, органів управління, приладів контролю тощо.

Там, де необхідно, повинні застосовуватися системи місцевої вентиляції, відсмоктувачі, фільтри, захисні кожухи та екрани, шумо- та віброгасники.

Усі небезпечні ділянки на території та в приміщеннях споруд водопостачання та водовідведення повинні бути надійно закриті або захищені. У небезпечних місцях вивішують освітлювані та добре помітні написи або плакати.

Працівників підприємств водопостачання та водовідведення необхідно забезпечувати спецодягом, спецвзуттям та запобіжними пристроями відповідно до чинних норм, а також засобами індивідуального захисту.

Спецодяг, спецвзуття та індивідуальні запобіжні пристрої та захисні засоби повинні видаватися працюючим відповідно до їх розміру та зросту та бути підігнаними до кожного одержувача індивідуально.

					МР 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		59

Технічний персонал підприємств водопостачання та водовідведення зобов'язаний вимагати, щоб робітники при виконанні робіт були одягнені у спецодяг та спецвзуття та обов'язково застосовували захисні засоби.

Якщо спецодяг і спецвзуття стали непридатними раніше встановленого терміну з виробничих причин, а не з вини працюючого, вони повинні бути замінені справними (безкоштовно) на підставі акту, складеного представниками адміністрації та профспілкової організації. Індивідуальні захисні засоби, які стали непридатними, адміністрація замінює негайно.

Для працівників підприємств водопостачання та водовідведення має бути організовано медичне обслуговування відповідно до вимог санітарних органів.

В усіх службах та в аварійних автомобілях повинні бути у наявності укомплектовані аптечки та засоби надання долікарської допомоги постраждалим.

У разі виникнення на об'єктах систем водопостачання та водовідведення умов, що загрожують життю та здоров'ю людей, інженерно-технічні працівники зобов'язані призупинити небезпечні роботи, що проводять. Про це вони повинні негайно повідомити своє керівництво, одночасно вживаючи всіх необхідних заходів для запобігання небезпеці.

Робітники зобов'язані дотримуватися встановлених правил поведінки з машинами, механізмами, інвентарем, користуватися засобами індивідуального захисту, що видаються ним, суворо дотримуватися інструкцій і правил техніки безпеки та внутрішнього розпорядку підприємства.

Забороняється виконувати роботи на несправному обладнанні, при знятих або несправних огородженнях, відсутності захисних засобів та в інших умовах, що загрожують життю чи здоров'ю персоналу. Інструменти, які використовуються у роботі, повинні бути справними.

Механізми та електродвигуни повинні бути негайно (аварійно) відключені у таких випадках:

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		60

- при нещасному випадку з людиною, що потребує негайної зупинки двигуна;
- поява диму або вогню з двигуна або його пускорегулюючої апаратури;
- сильної вібрації;
- поломки приводного механізму;
- неприпустимо високому нагріванні підшипників та трансмісій;
- при сильному зниженні швидкості обертання, що супроводжується швидким нагріванням двигунів та машин, тощо.

При роботах з реагентами повинні вживатися заходи, що запобігають розпорошенню, випаровуванню та розливу їх по підлозі. Роботи повинні виконуватись із застосуванням відповідних засобів індивідуального захисту персоналу.

При проведенні у приміщеннях робіт, пов'язаних із виділенням шкідливих речовин, має бути забезпечена постійна робота систем вентиляції.

При направленні робітників на виконання небезпечних робіт (робота в колодязях, підземних комунікаціях, резервуарах та інших ємнісних спорудах, при монтажі та ремонті водопідйомного обладнання свердловин, робота, пов'язана з транспортуванням хлору та інших сильнодіючих отруйних речовин, робота на висоті тощо). відповідальні за виконання робіт керівники зобов'язані виписувати наряд-допуск.

Перелік небезпечних робіт, на які виписується наряд-допуск, розробляється на підприємстві та затверджується головним інженером.

Роботу в колодязях, підземних комунікаціях, резервуарах та інших ємнісних спорудах повинна виконувати бригада не менше ніж із трьох осіб. Робочі повинні бути забезпечені запобіжними лямковими поясами та мотузками. Довжина мотузки має бути більшою за глибину резервуара або колодязя.

					<b>MP 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		61

Попередньо слід визначити загазованість споруд газоаналізаторами (індикаторами газу або лампами типу ЛБВК) та при необхідності забезпечити вентиляцію споруд. Ремонт обладнання, що знаходиться під водою, в резервуарах та інших ємнісних спорудах, повинен проводитися тільки після звільнення їх від води; про проведення робіт на цих спорудах необхідно повідомити диспетчера, майстра та інших керівників робіт.

Місця проведення ремонтних робіт у вологих умовах повинні освітлюватись переносними електричними лампами, що живляться від трансформатора з вторинною напругою не вище 12 В.

При роботах у колодязях та інших підземних комунікаціях, грабельних приміщеннях насосних станцій, очисних спорудах водовідведення та інших місцях, де можуть накопичуватися вибухонебезпечні гази, дозволяється користуватися для освітлення акумуляторними ліхтарями напругою не вище 6 В.

Усі експлуатаційні та ремонтні роботи на спорудах персонал повинен виконувати у спецодязі. Спецодяг необхідно систематично прати, піддавати хімчистці, при необхідності обробляти у дезінфекційних камерах та ремонтувати.

Проходи та сходи не повинні бути захаращені, залиті водою або олією. Їх слід утримувати в чистоті, а взимку очищати від льоду та снігу. Не можна використовувати проходи для складування матеріалів.

При роботах на спорудах та в приміщеннях дозволяється використовувати приставні сходи та драбини.

Щаблі дерев'яних приставних драбин повинні бути врізані в тятиви. Нижні кінці сходів забезпечують упорами у вигляді металевих шипів або гумових наконечників в залежності від поверхні опори.

Розсувні сходи-драбини обладнують пристроями, що запобігають від мимовільного зсуву. Щаблі драбини мають бути випробувані у встановленому порядку (результати випробування записують до журналу). На тятиві драбини

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		62

слід встановлювати бирку із зазначенням інвентарного номера та дати випробування.

#### **4.3 Вимоги безпеки під час виконання робіт в електроустановках.**

Усі роботи пов'язані з ремонтом, обслуговуванням та експлуатацією електроустановок насосної станції проводяться відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС) [8], Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС) [9].

Приміщення, у яких розміщуються електроустановки, що створюють шкідливі виробничі фактори, повинні відповідати вимогам діючих санітарних норм щодо проектування промислових підприємств. Рівні освітлення, опалення і вентиляція приміщень повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил.

До виконання робіт по ремонту та обслуговуванню електрообладнання допускаються працівники не молодше 18 років, які пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці та технології виконання робіт, та не мають медичних протипоказань для виконання робіт в діючих електроустановках. В процесі трудової діяльності всі працівники проходять інструктажі з охорони праці, щорічні навчання та перевірку знань з ПБЕЕС, ПТЕЕС та пожежної безпеки. Працівники, які не пройшли навчання та перевірку знань до роботи не допускаються.

Усі роботи у електроустановках насосної станції можуть виконуватися за нарядом-допуском, розпорядженням та в порядку поточної експлуатації. Список цих робіт розробляється особою відповідальною за електрогосподарство та затверджується керівником підприємства.

Усі працівники забезпечуються необхідними засобами захисту, спецодягом та спецвзуттям. Засоби індивідуального захисту, пристрої та інструмент, що застосовують для обслуговування електроустановок, будівель і споруд підприємств, повинні підлягати огляду і випробуванням, використовувати засоби захисту, які не пройшли періодичного випробування, заборонено.

					МП 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		63

Всі працівники під час виконання робіт в електроустановках повинні керуватися ПБЕЕС та інструкціями з охорони праці, що встановлюють вимоги безпеки за обсягом, обов'язковим для працівників даної спеціальності, а також знати і виконувати вимоги безпеки праці, що стосуються електроустановок, які він обслуговує, та організацію праці на робочому місці.

Також усі працівники повинні знати методи вивільнення потерпілого від дії електричного струму та вміти надавати долікарську допомогу. У кожному підрозділі електрогосподарства споживача, на виробничих дільницях, у кімнатах для оперативних (чергових) працівників повинні бути аптечки або сумки першої допомоги з постійним запасом медикаментів і медичних засобів.

Будівлі, приміщення, споруди електроустановок повинні бути оснащені первинними засобами пожежогасіння, а працівники, які перебувають у цих приміщеннях, повинні бути навчені відповідним діям у разі виникнення пожежі, правилам користування вогнегасниками та первинними засобами пожежогасіння.

#### **4.4 Вимоги до використання засобів індивідуального захисту**

При виконанні робіт в приміщеннях систем водопостачання потрібно користуватись наступними засобами індивідуального захисту:

Запобіжні пояси;

Ізолюючі протигази;

Газоаналізатори;

Огородження;

Знаки безпеки;

Захисні каски;

Захисні жилети;

Захисні окуляри;

Відповідно до НПАОП 40.1-1.07-01 «Правила експлуатації електрозахисних засобів» [18] регламентується використання засобів захисту при роботі у діючих електроустановках.

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		64



Працівників, які обслуговують електроустановки, необхідно забезпечити усіма необхідними засобами захисту, навчити правилам користування цими засобами і зобов'язати застосовувати їх для створення безпечних умов праці.

Засоби захисту необхідно розміщувати як інвентарні в приміщеннях електроустановок (в РУ, цехах електростанцій, на трансформаторних підстанціях, в розподільних пунктах тощо) або в складі інвентарного майна оперативно-виїзних бригад, бригад експлуатаційного обслуговування, пересувних високовольтних лабораторій тощо.

Засоби захисту можуть також видаватись для індивідуального користування.

Усі електрозахисні засоби і запобіжні пояси, що перебувають в експлуатації, повинні мати інвентарні номери, за винятком захисних касок, діелектричних килимів, ізолювальних підставок, плакатів і знаків безпеки, захисних огорожень.

Засоби захисту, крім ізолювальних підставок, діелектричних килимів, переносних заземлень, захисних огорожень, плакатів і знаків безпеки, необхідно випробовувати згідно з нормами експлуатаційних випробувань

Засоби захисту, що не витримали випробування, потрібно вилучити з експлуатації, і штамп необхідно перекреслити червоною фарбою.

Забороняється зберігати засоби захисту, що не витримали випробування або термін випробування яких минув, разом з придатними для користування засобами захисту

Таблиця 4.1 – Норми комплектування засобами захисту розподільних пристроїв напругою понад 1000 В

Назва засобу захисту	Кількість
Ізолювальна штанга (оперативна або універсальна)	2 шт. на кожний клас напруг
Показчик напруги	2 шт. на кожний клас напруг

Продовження Таблиці 4.1 – Норми комплектування засобами захисту розподільних пристроїв напругою понад 1000 В

Назва засобу захисту	Кількість
Ізолювальні кліщі (за відсутності універсальної штанги)	1 шт. на кожний клас напруг
Діелектричні рукавички	Не менше 2 пар
Діелектричне взуття (для ВРУ)	1 пара
Переносні заземлення	Не менше 2 шт. на кожний клас напруг
Захисні огороження (щити)	Не менше 2 шт.
Плакати і знаки безпеки (переносні)	За місцевими умовами
Захисні окуляри	2 пари

Таблиця 4.2 – Норми комплектування засобами захисту розподільних пристроїв напругою до 1000 В

Назва засобу захисту	Кількість
Ізолювальна штанга (оперативна або універсальна)	За місцевими умовами
Показчик напруги	2 шт.
Ізолювальні кліщі	1 шт.
Діелектричні рукавички	2 пари
Діелектричні калоші	2 пари
Діелектричний килим або ізолювальна підставка	За місцевими умовами

Продовження Таблиці 4.2 – Норми комплектування засобами захисту розподільних пристроїв напругою до 1000 В

Назва засобу захисту	Кількість
Захисні огороження, ізолювальні накладки, переносні плакати і знаки безпеки	За місцевими умовами
Захисні окуляри	1 пара
Переносні заземлення	За місцевими умовами

## Висновки

У даній роботі було проведено аналіз параметрів системи електропостачання насосної станції, наведено характеристики основних електроприймачів насосної станції, створено модель системи електропостачання, розглянуто питання охорони праці при проведенні робіт на насосній станції, а також основні засоби індивідуального захисту, які використовуються під час роботи, розглянуті також економічні питання.

Було розраховано потужність навантаження станції за допомогою параметрів встановлених електроприймачів та врахуванням коефіцієнту попиту.

На основі потужності навантаження було проведено розрахунок необхідної потужності силових трансформаторів ТП, вибрано тип трансформаторів та приведено основні їх параметри.

Розглянуте питання компенсації реактивної енергії та виконано розрахунок потужності конденсаторної компенсаційної установки.

Розраховано переріз провідників системи електроживлення насосної станції, визначено падіння напруги в провідниках.

Виконано розрахунок струмів КЗ в основних точках, якими є шини РУ 10кВ та шини 0,4 кВ на ТП-1, ТП-2, ТП-3.

Проведено вибір комутаційних апаратів (автоматичних вимикачів, рубильників, контакторів, пристроїв плавного пуску двигунів, роз'єднувачів та вимикачів навантаження) на основі розрахованих струмів КЗ та струмів навантаження.

У другому розділі розроблено модель системи електропостачання насосної станції. З проведених дослідів отримали розрахунковий добовий графік навантаження насосної станції. Також проведено моделювання коротких замикань у контрольних точках та порівняння змодельованих струмів трифазного короткого замикання та попередньо розрахованих.

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		68

В економічному розділі проведено розрахунок економії отриманою від модернізації системи зовнішнього освітлення насосної станції, яка передбачала заміну світильників з лампами ДРЛ на світильники LED. Також проведено розрахунок періоду окупності, а також розрахунок чистого приведенного доходу від проведеної модернізації.

Також розглянуто питання охорони праці, а саме приведено організаційні та технічні заходи які забезпечують безпеку виконання робіт на технологічному обладнанні насосної станції. Приведено основні правила виконання робіт у електроустановках. Також наведено список засобів індивідуального захисту які використовуються при виконанні робіт.

					<b>MP 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		69

Список використаних джерел.

1. ДБН В 25-23-2003. Інженерне обладнання будинків і споруд.
2. Правила улаштування електроустановок. – Х.: Видавництво «Індустрія», 2014 – 300с.
3. Програма курсу, контрольні завдання і методичні вказівки до виконання курсового проекту «Електрична частина станцій та підстанцій» для студентів спеціальності 6.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання» усіх форм навчання / Укладачі: Д.В. Муриков, І.Л. Лебединський, П.О. Василега, С.М. Лебедка. – Суми: Вид-во СумДУ, 2017. – 34 с.
4. Електропостачання : підручник / П. О. Василега. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 521 с.
5. Каталог продукції АВВ <https://voltline.ua/catalogs.html>
6. ВЫКЛЮЧАТЕЛИ НАГРУЗКИ АВТОГАЗОВЫЕ ТИПА ВН-10-630(400)/20 УЗ ЛИСТОК-КАТАЛОГ <http://www.laborant.ru/eltech/02/0/3/03-96.htm>
7. Каталог продукції Ураленерго. <http://uralen.ru/catalog/raz/group-203/131.html>
8. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.- Х.:видавництво «Форт», 2012.-374с.
9. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.- К.:видавництво «Основа», 1998.-380с.
10. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987, 2004.
11. Васильев А. А. Электрическая часть станций и подстанций.- М.:Энергия, 1990.
12. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Электрооборудование и автоматизация / Под ред. А. А. Федорова, Г.В. Сербиновского. - М.:Энергия, 1981. - 624 с.
13. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. - М.: Энергия, 1970. - 520 с.

					МП 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		70

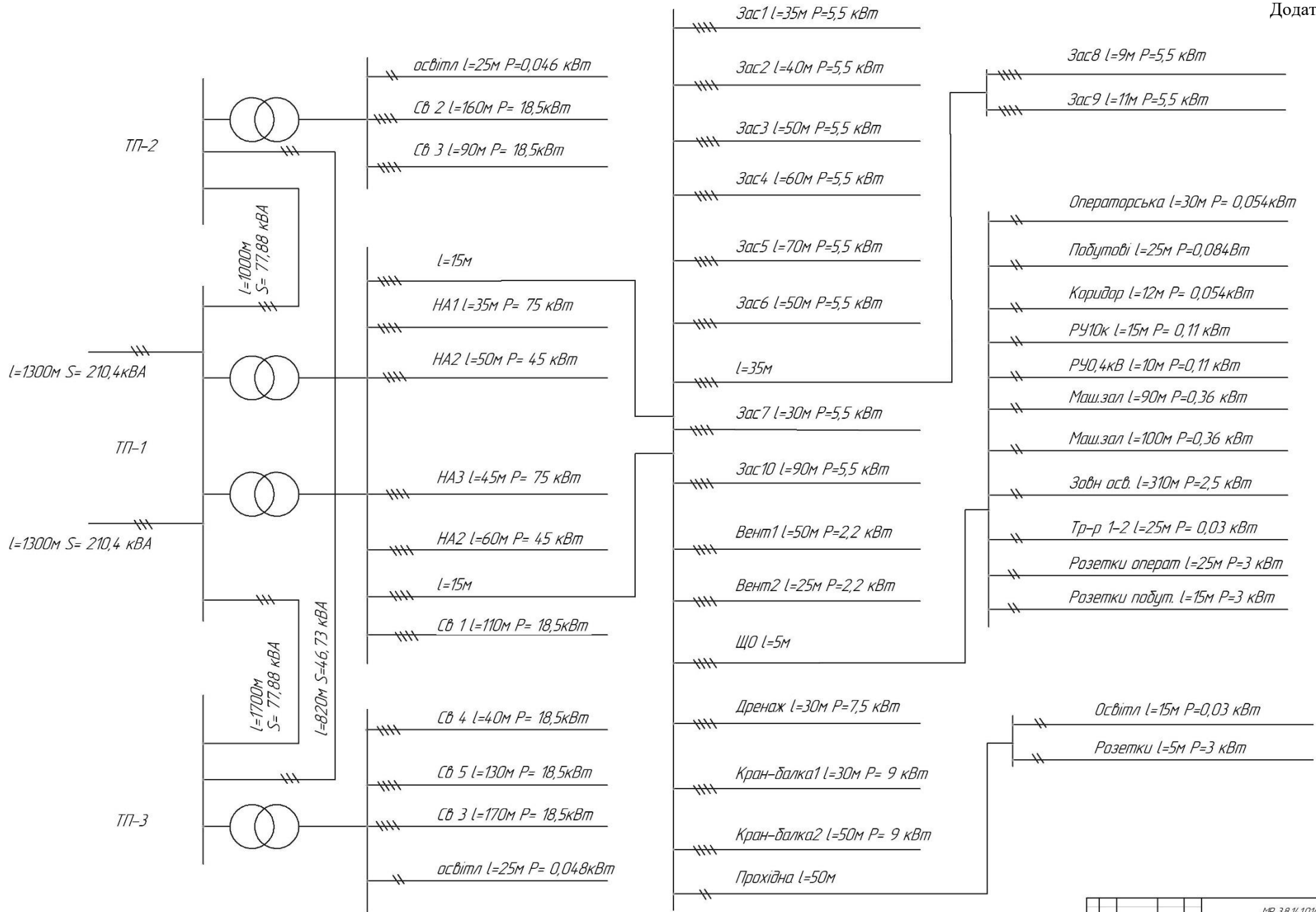
14. НПАОП 41.0-1.01-79 Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць.
15. Опис програми MathLab <https://uk.wikipedia.org/wiki/MATLAB>
16. Опис бібліотеки Simulink <https://uk.wikipedia.org/wiki/Simulink>
17. Положення про спеціальну підготовку і навчання з питань технічної експлуатації об'єктів електроенергетики.-Х.:видавництво «Форт», 2012.-40с
18. Правила експлуатації електрозахисних засобів.-Х.:видавництво «Форт», 208.-120 с.
19. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1. / Редкол.: ...С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Видавничий центр “Академія”, 2000. – 864 с.
20. ДБН В 2.5-75-2013. Водопостачання зовнішні мережі та споруди.
21. Болюх Є.П. Аналіз режимів роботи системи електропостачання насосної станції та розрахунок головних її параметрів робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра; спец.: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Є.П. Болюх; наук керівник П.О. Василега. – Суми: СумДУ, 2020. – 47 с.

					<b>МР 3.8.141.014 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		71

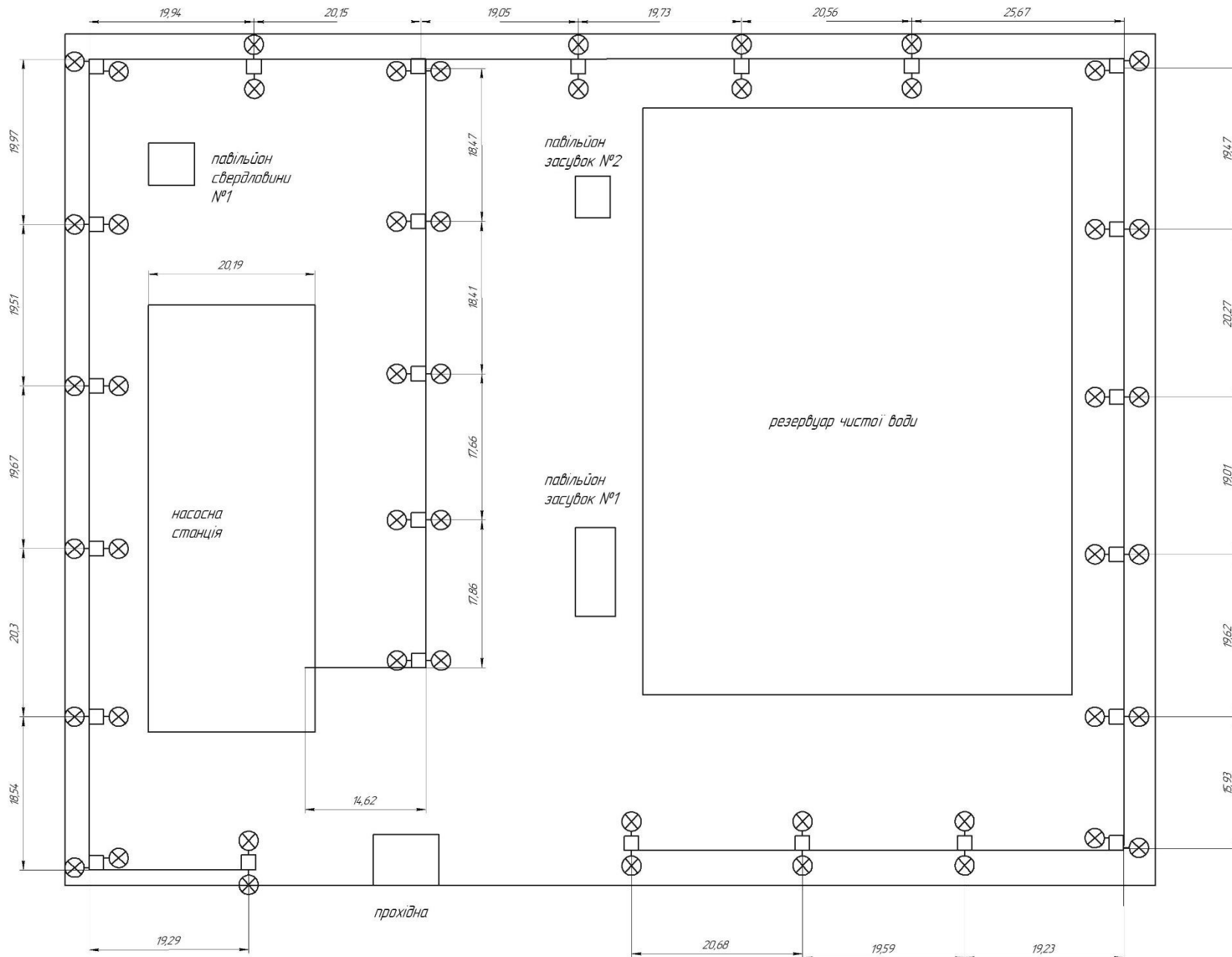
ДОДАТКИ

					МП 3.8.141.014 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		72

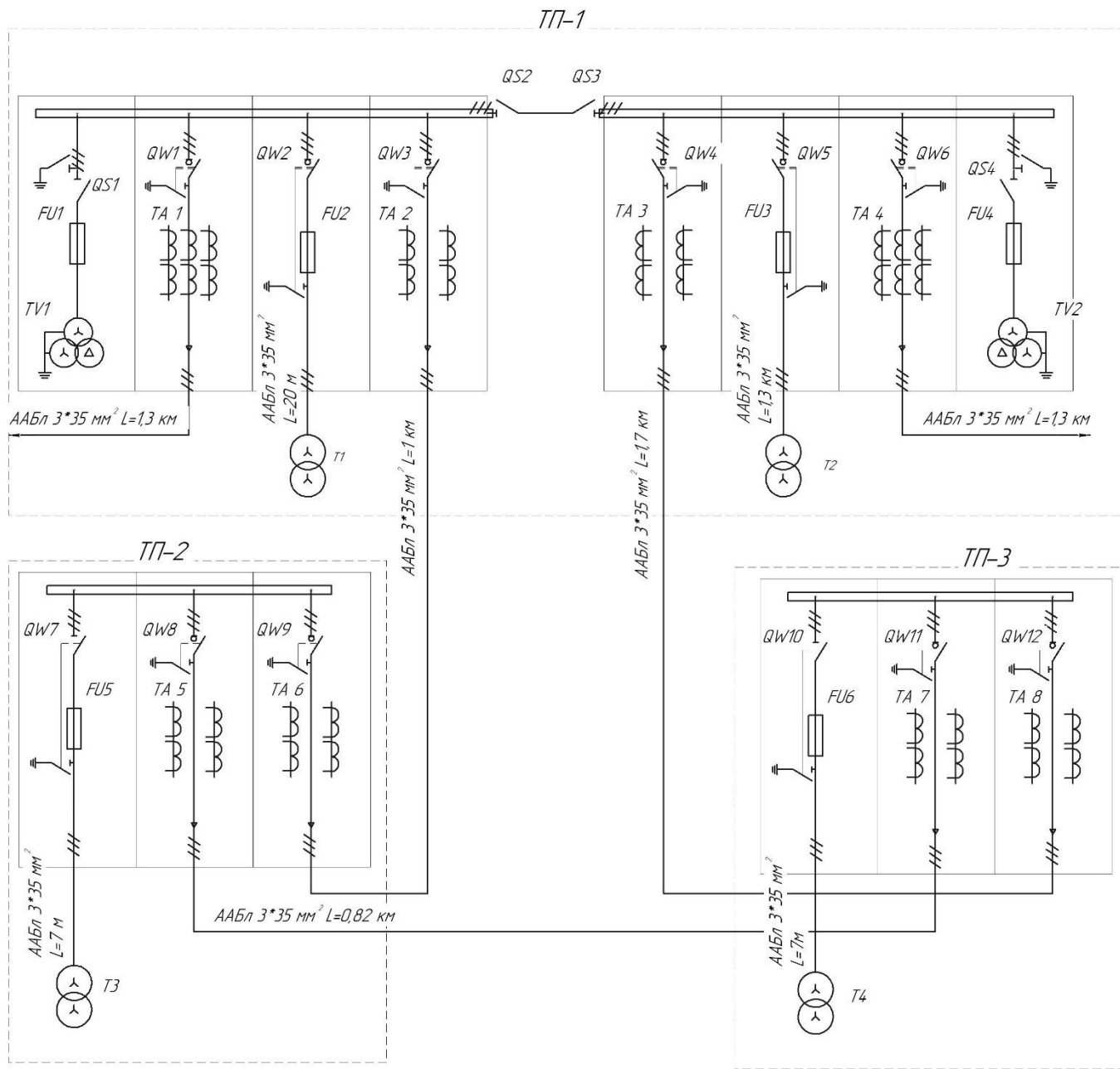




					1014 ГЧ		
Зм. Арх.	№ докум.	Лист	Листів		Схема живлення електроприймачів насосної станції		
Розробив	Болан ЕП				Арх.	Маса	Масштаб
Перевірив	Якубович ПП				М		1:1
Технік					Листів	Листів	1
Наказ					СУМДУ		
Затв.	Забідухінський ІІ				Копіювати		
					Формат А1		



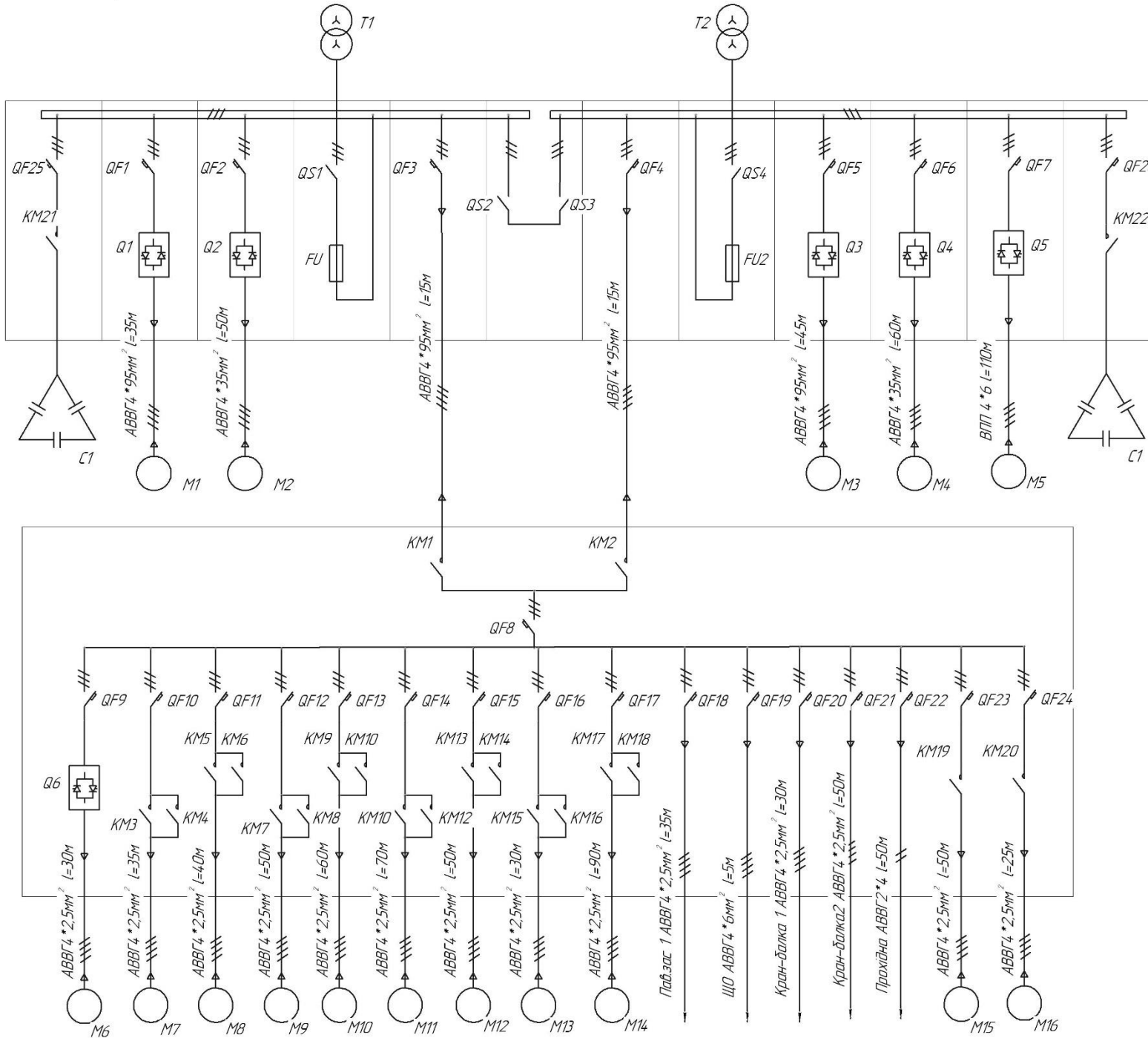
				МР 3.8.14.1014.Г4		
Зм. Арх.	№ докум.	Лист	Листів	План освітлення території насосної станції		
Розробив	Богдан ЄП			Лист	Маса	Масштаб
Перевірив	Василевич ПД			М		1:1
Технік				Листів	Листів	1
Наказ				СУМДУ		
Затв.	Добровольський ІІ			Формат А1		



Кодификатор	Наименование	Обозначение	Наименование	Авар	Примечание
	FU1, FU4		Защитный ПРН 001-10У1 10А	6	
	FU2, FU3		Защитный ПРН 001-10У1 20А	6	
	FU5		Защитный ПРН 001-10У1 10А	3	
	FU6		Защитный ПРН 001-10У1 16А	3	
	QS1, QS4		РВ 10/400	4	
	QW1, QW12		ВН-10/400-20	12	
	T1, T2		ТН-160/10	2	
	T3		ТН-63/10	1	
	T4		ТН-40/10	1	
	TV1, TV2		НТМН-10	2	
	TA1, TA		ТНТ-10 30/5 У1	18	

№ 3.8.14.1014. ГЧ

Экз. Лист	№ докум.	Лист	Листы	Схема розподільчих мереж 10 кВ	Лист	Масштаб	Масштаб
Розробив	Борис ЕП			живлення нососної станції	М		1:1
Перевірив	Васильєва ПД						
Технік							
Начальник							
Зам.							



Код	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
M1, M3		Двигатель насосных агрегатов №1, 2 ИЕ6 W22280 S/M 75кВт	2	
M2, M4		Двигатель насосных агрегатов №2, 4 ИЕ6 W22280 S/M 45кВт	2	
M5		Земляющий насос стиральной №1 WLO Xiga SP18 160-02-A1 18,5 кВт	1	
M6		Двигатель дренажного насоса НЛС-1 7,5 кВт	1	
M7, M14		Двигатель приводов сасуфов №1-710 ПЛ-14.00 5,5 кВт	8	
M15, M16		Двигатель вентиляторов уличных №12 ВЦ4-75-3,15 2,2 кВт	2	
QS1, QS4		Рубильник РПС-3 400А	2	
QS2, QS3		Рубильник РПС-2 250А	2	
QF1, QF2, QF5, QF6, QF7		Автоматический выключатель АBB XTS 160 160А	5	
QF3, QF4, QF8		Автоматический выключатель АBB XTS 250 250А	3	
QF9, QF18, QF20, QF24		Автоматический выключатель АBB SH203 16А	15	
QF19		Автоматический выключатель АBB SH203 25А	1	
KM1, KM2		Контактор АBB AF190 190А	2	
KM12, KM20		Контактор АBB AF 09-30-10-13 10А	18	
Q1, Q3		Пристрій плавного пуску двигуна АBB PSTX 14,2	2	
Q2, Q4		Пристрій плавного пуску двигуна АBB PSTX 185	2	
Q5		Пристрій плавного пуску двигуна АBB PSTX 37	1	
Q6		Пристрій плавного пуску двигуна АBB PSTX 30	1	
T1, T2		ТП-160/10	2	
C1, C2		Конденсаторна установка КС2-0,66-40-393	2	

№ 3.8.14.1014. Г4

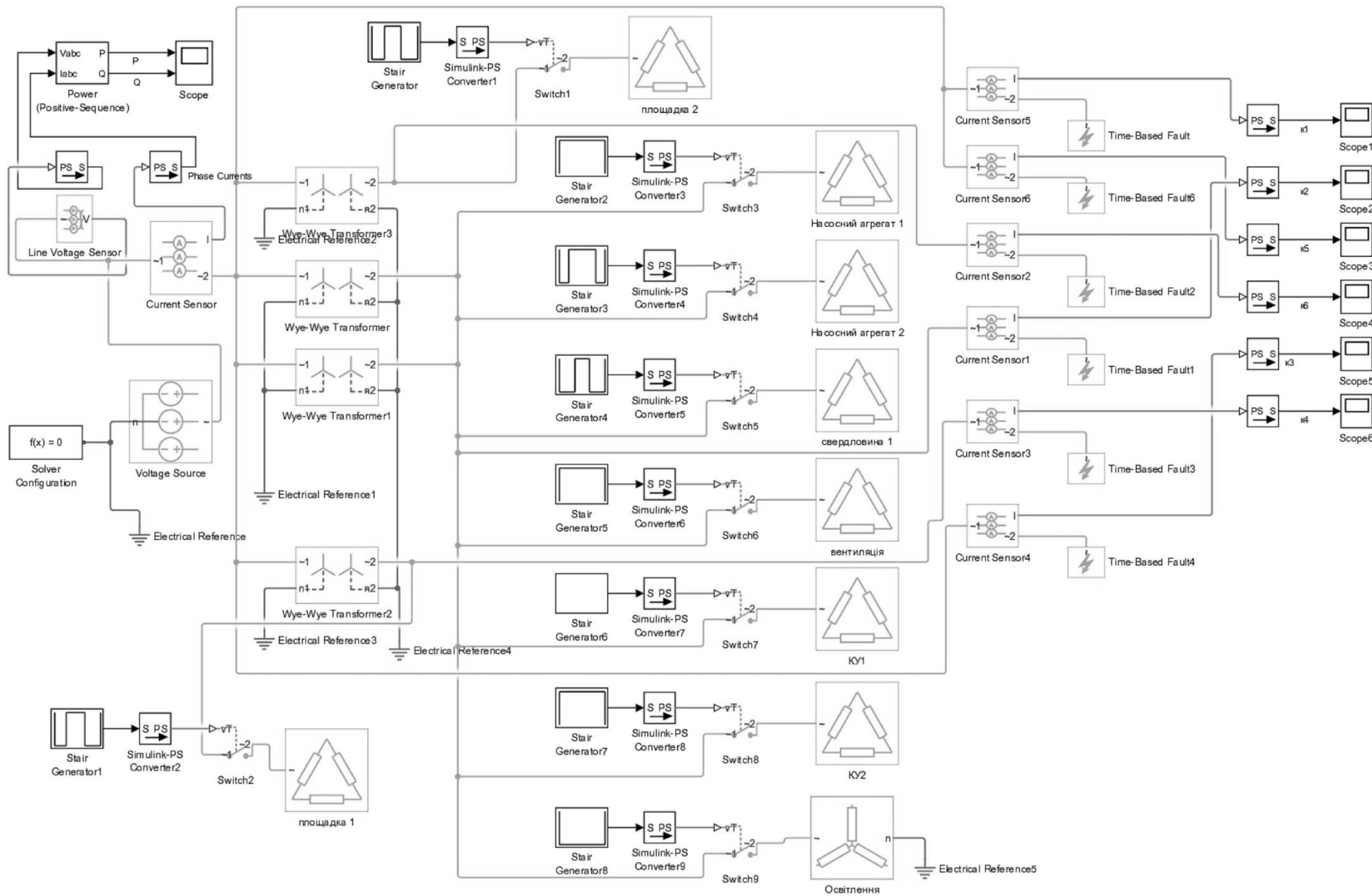
Эк. В.ш.	№ докум.	Лист	Всего
Рисувальник	Баланс	ЕП	
Утвердил	Рисувальник	ТД	
Контр.			
Начальник			
Электр.			

Схема силових мереж Руч. 0,4кВ ТП-1

Лист 11

СумДУ

Копіювати Формат А1



				МР 3.8.14.1014 ГЧ			
Зм. Адам	№ докум.	Лист	Листів	Модель системи електропостачання насосної станції		Листів	Листів
Розробив	Богдан ЄП					11	
Перевірив	Василюк ПД			Листів		Листів	1
Наказав						<b>СумДУ</b>	
Затв.	Забудько С.І.			Копіювати		Формат А1	