

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
менеджменту

Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи

_____ магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)


на тему: Підвищення якості електропостачання Приватного акціонерного
товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод»

08-23.МКР.004.01.022 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-20м

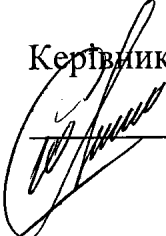
Спеціальність 141 –
Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

Освітня програма – Електротехнічні
системи електроспоживання

 _____ Гримчак Ю. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник Ph. D., ст. викл. каф. ЕСЕЕМ. _____

 _____ Лобода Ю. В.

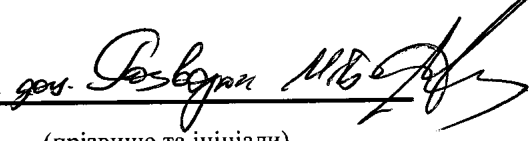
(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Звідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й. _____
прізвище та ініціали
«15» 06 2022 р

Рецензент _____



(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2022 року

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

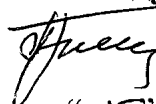
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

 проф. М. Й. Бурбело

“15” Листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гримчаку Юрію Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості електропостачання Приватного акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод»

керівник роботи Лобода Юрій Васильович, Ph. D., ст. викл.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 24.03.2022 року № 65

2. Термін подання студентом роботи “10” червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

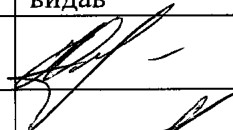
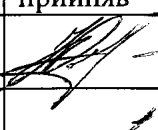


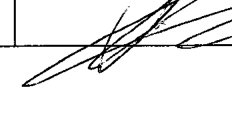

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загальні відомості про підприємство. 2 Оптимізація системи електропостачання підприємства шляхом математичного моделювання. 3 Розробка автоматизованої системи диспетчерського управління центрального розподільчого пункту 10 кВ. 4 Економічна частина дипломної роботи. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

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

Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання. Креслення спецпитання.

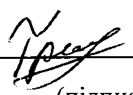
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		
Нормоконтроль	Войтюк Ю. П., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		

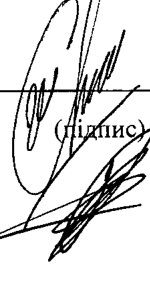
7. Дата видачі завдання 16.06.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу	16.05 - 20.05	Виконано
2	Синтез зовнішньої СЕП	23.05 - 24.05	Виконано
3	Науково дослідна частина	30.05 - 03.06	Виконано
4	Економічна частина	04.06 - 03.06	Виконано
5	Охорона праці	07.06 - 01.06	Виконано
6	Графічна частина	1 01.06 - 10.06	Виконано

Студент 
(підпис)

Гримчак Ю. Г.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи 
(підпис)

Лобода Ю. В.
(прізвище та ініціали)

Вайтюк Ю. П.

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
менеджменту

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

_____магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Підвищення якості електропостачання Приватного акціонерного
товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод»

08-23.МКР.004.01.022 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-20м

Спеціальність 141 _____

Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

Освітня програма – Електротехнічні
системи електроспоживання

_____Гримчак Ю. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник Ph. D., ст. викл. каф. ЕСЕЕМ.

_____Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

_____проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2022 р

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2022 року

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гримчаку Юрію Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості електропостачання Приватного акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод»

керівник роботи Лобода Юрій Васильович, Ph. D., ст. викл.

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

затвержені наказом вищого навчального закладу від 24.03.2022 року №66

2. Термін подання студентом роботи “10”червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

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

1 Загальні відомості про підприємство. 2 Оптимізація системи електропостачання підприємства шляхом математичного моделювання. 3 Розробка автоматизованої системи диспетчерського управління центрального розподільчого пункту 10 кВ. 4 Економічна частина дипломної роботи. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки.Список використаних джерел. Додатки.

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

Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання. Креслення до спецпитання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		
Нормоконтроль	Войтюк Ю. П., к.т.н., доц., каф. ЕСЕМ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу		
2	Синтез зовнішньої СЕП		
3	Науково дослідна частина		
4	Економічна частина		
5	Охорона праці		
6	Графічна частина	1	

Студент _____ Гримчак Ю. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Лобода Ю. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТОЦІЯ

Гримчак Ю. П. підвищення якості електропостачання Приватного акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод». МКР. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінниця : ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2022. – 86 с.

В магістерській кваліфікаційній роботі проаналізовано питання щодо підвищення ефективності системи електропостачання Приватного акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод».

Вихідні дані магістерської кваліфікаційної роботи отримані під час проходження переддипломної практики на заводі.

В роботі розглянуто систему електропостачання підприємства в цілому, вибір кількості і потужності ТП з урахуванням річних приведених затрат.

В спеціальній частині роботи було проведено дослідження в галузі побудови автоматизованої системи диспетчерського управління.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: система електропостачання, електропостачання, телесигналізація, телеуправління, телевимірювання.

Рисунків - 39

Таблиць - 16

Бібліографій – 41

ANNOTATION

Grymchak Yu. P. Improving the quality of electricity supply of the Private Joint-Stock Company "Mohyliv-Podilsky Machine-Building Plant". MKR. Specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM, Department of ESEEM, 2022. - 86 p.

The master's qualification work analyzes the issue of improving the efficiency of the power supply system of the Private Joint-Stock Company "Mohyliv-Podilsky Machine-Building Plant".

The initial data of the master's qualification work were obtained during the undergraduate practice at the plant.

The paper considers the power supply system of the enterprise as a whole, the choice of the number and capacity of TP, taking into account the annual reduced costs.

In a special part of the work was conducted research in the field of building an automated control system.

The issues of labor protection and safety in emergency situations are considered.

Key words: power supply system, power supply, telesignaling, telecontrol, telemetry.

Figures - 39 Tables - 16 Bibliographies - 41

Зміст

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	11
1.1 Відомості про споживачів енергії та їх характеристика	12
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	16
2.1 Визначення середніх та розрахункових навантажень цехів та заводу методами коефіцієнтів попиту та використання з допомогою математичного моделювання в електронному процесорі EXCEL	16
2.2 Визначення кількості, потужності та місця розташування цехових ТП	16
2.3 Визначення оптимальних перерізів лінії живлення ЦРП	19
2.4 Визначення оптимальних перерізів кабельних ліній внутрішньозаводської мережі	19
2.5 Визначення оптимальних координат розміщення центрального розподільчого пункту	20
3 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧІРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ ЦЕРНТРАЛЬНОГО РОЗПОДІЛЬЧОГО ПУНКТУ 10 КВ.....	24
3.1 Продукти для автоматизації підстанцій розподільчих пристроїв компанії АВВ25	
3.2 Аналіз використовувано обладнання	28
3.3 Побудова комплектного пристрою телемеханіки.....	31
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	38
4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання.....	38
4.2 Розрахунок поточних витрат.....	39
4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі	39
4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі	43

4.2.3	Планування вартості матеріалів, що витрачаються.....	46
4.2.4	Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат	48
4.3	Розрахунок собівартості електроенергії	50
4.3.1	Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію	50
4.3.2	Розрахунок собівартості електроенергії	53
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
5.1	Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту	56
5.1.1	Електробезпека	56
5.1.2	Технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час робіт з електровимірювальними кліщами і вимірювальними штангами.....	58
5.2	Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	59
5.2.1.	Мікроклімат	59
5.2.2.	Склад повітря робочої зони.....	60
5.2.3.	Виробниче освітлення.....	61
5.2.4.	Виробничий шум	62
5.3	Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах дії загрозливих чинників НС	63
5.3.1	Дослідження безпеки роботи СЕП ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах дії іонізуючих випромінювань	65
5.3.2	Дослідження безпеки роботи ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах дії електромагнітного імпульсу.....	66
5.3.3	Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи СЕП ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах надзвичайних ситуацій.....	67
	ВИСНОВОК.....	69

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71
Додаток А	75
Додаток Б – Генплан підприємства	80
Додаток В – Однолінійна схема підприємства.....	81
Додаток Г – Лінійка продуктів АСДУ компанії АВВ	82
Додаток Д – Структурна схема шафи КП-ТМ	83
Додаток Е – Схема інформаційних зв’язків КП-ТМ	84
Додаток Є – Зовнішній вигляд комплектного пристрої телемеханіки	85
Додаток Ж – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	86

ВСТУП

Актуальність теми. На даний час для промислових підприємств особливо актуальне використання сучасних пристроїв та засобів для оптимізації виробничих процесів та підвищення ефективності ключових систем в виробництві. Могилів-Подільський машинобудівний завод відноситься до підприємств машинобудівної сільськогосподарської галузі. Це досить енергоємне підприємство. Вся продукція проходить шлях від обробки металу, закалювання, шліфування до збирання та фарбування в спеціальних цехах. Даний технологічний процес є досить.

Енергетика є найважливішою складовою матеріально-технічної бази підприємства, її серцевиною, що визначає ефективність розвитку виробництва, рівень продуктивності праці, якість продукції, що виробляється, соціальні умови життя населення, побут і стабільність функціонування підприємств. Розвиток економіки кожної з країн світу пов'язані зі збільшенням споживання енергетичних ресурсів, використовуваних для вдосконалення технологій і обсягів виробництва промислової та сільськогосподарської продукції, поліпшення побутових і соціальних умов життя, заміщення ручної праці машинним.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є створення математичних моделей для автоматизованого вибору обладнання системи електропостачання, що зумовить зменшення експлуатаційних, амортизаційних та будівельних витрат в СЕП. Провести розробку системи автоматизованого диспетчерського управління ЦРП 10 кВ заводу, що дасть змогу підвищити надійність системи та більш ретельно контролювати споживання електроенергії.

Об'єкт дослідження – система електропостачання Приватного акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод».

Предмет дослідження – є методи та засоби побудови автоматизованих систем диспетчерського управління в електроенергетиці..

Методи досліджень. У магістерській роботі використовуються загальноприйняті методи розрахунку.

Наукова новизна. Впровадження автоматизована система диспетчерського управління центрального розподільчого пункту на Приватному акціонерному товаристві «Могилів-Подільський машинобудівний завод» та створення математичних моделей визначення оптимальних параметрів елементів СЕП.

Практична цінність. Проаналізовані технічні та організаційні засоби для створення автоматизованої системи диспетчерського управління центральним розподільчим пунктом заводу.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

Могилів-Подільський машинобудівний завод відноситься до підприємств машинобудівної сільськогосподарської галузі. Це досить енергоємне підприємство. Вся продукція проходить шлях від обробки металу, закалювання, шліфування до збирання та фарбування в спеціальних цехах. Продукція заводу призначена для хлібопекарської, кондитерської, консервної, молочної, а також запасні частини для сільськогосподарських машин.

Основні технологічні процеси, що використовуються на машинобудівному заводі – це холодна обробка металів, електрозварювання, термічна обробка та ливарне виробництво. Виготовлення продукції відбувається в декілька етапів. Першим є процес отримання заготовок: відлив їх з чавуну, кольорових металів або сталі в форми, які виготовляє модельний цех; потім відбувається зварювання, ковка та штампування заготовок. Після цього деталі піддаються механічній обробці на металоріжучих верстатах і виконуються збиральні процеси, до яких відносяться виготовлення окремих деталей до машин і збирання машин в цілому.

У випуску продукції на заводі головну роль мають цехи :

- ливарний цех – в ньому здійснюється виливання різних деталей;
- механічний цех – виконується механічна обробка деталей, відлитих в ливарному цеху.
- цех металоконструкцій – виконує термообробку деталей, що виготовлені з чорного металу;
- модельний цех – виготовляє форми для лиття.

В механічному цеху виготовляють сільськогосподарські знаряддя : лопати, граблі, плуги і т.д., запчастини для сільськогосподарської техніки.

В цеху точного литва – блоки циліндрів для тракторів.

В цеху нової техніки виготовляють апаратуру управління.

Постачання матеріалів для виробництва продукції заводу, технічного обладнання для підприємства, а також вивезення готової продукції виконується автотранспортом та залізничним транспортом.

1.1 Відомості про споживачів енергії та їх характеристика

Машинобудівний завод є досить потужним споживачем енергії, як електричної так і теплової. Розглянемо по черзі тих та інших споживачів енергії.

По забезпеченню надійності електропостачання електроприймачі поділяються на три категорії.

До першої категорії можна віднести тільки компресорну станцію і цех точного литва, тому що перебіг в електропостачанні цих споживачів призведе до розладу технологічного процесу, і несе загрозу для життя людей.

До другої категорії належать цехи та ділянки підприємства, які допускають перерви в електропостачанні на час, необхідний для ремонту чи заміни пошкодженого елемента. Споживачі цієї категорії допускають використання більш простих схем електропостачання, але вимагають відповідного ступеня резервування, оскільки перерви в електропостачанні електроприймачів другої категорії пов'язані з недовипуском продукції і простоєм тих, хто працює [1].

До третьої категорії належать допоміжні цехи і комунальні господарські споживачі. Перерва електропостачання допускається на час необхідний для ремонту та заміни пошкодженого елемента, але не більше 24 годин. Виходячи з цього категорії цехів підприємства розподілені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. – Категорії надійності електропостачання

№	Назва цеху	Категорія
1	Заводууправління	ІІІ
2	Склад	ІІІ
3	Ковальський цех	І
4	Енергомеханічний відділ	І
5	Їдальня	ІІІ
6	Компресорна	І
7	Цех точного литва	І
8	Модельний цех	ІІ
9	Механічний цех	І
10	Відкритий склад металу	ІІІ
11	Механоскладальний цех	І
12	Майданчик козлового крану	ІІІ
13	Хімічний склад	ІІІ
14	Тарний цех	ІІ
15	Транспортний цех	ІІ
16	Гараж	ІІІ
17	Ливарний цех	ІІ
18	Склад	ІІІ
19	Парова котельня	І
20	Склад готової продукції	ІІІ
21	Цех металоконструкцій	ІІ
22	Дільниця випробування котлів	ІІ
23	Цех нової техніки	ІІ
24	Прохідна	ІІІ

На машинобудівному заводі більшість електроприймачів змінного трифазного струму напругою до 1000 В, частотою 50 Гц. Для приймачів постійного струму застосовуються випрямляючі підстанції, на яких встановлені перетворюючі агрегати. Ці агрегати живляться від мережі трифазного струму. На заводі використовується електрифікований транспорт і установки.

Більшість електроприймачів заводу використовують електроенергію промислової частоти. Установки високої і підвищеної частоти використовуються для кування і штампування металів, а також для плавки металів.

На підприємстві електроприймачі трифазного струму можна поділити на групи в залежності від режиму або від графіка завантаження. Розділяються на три групи:

1. Приймачі, що працюють в режимі довгострокового незмінного або

малозмінного навантаження.

2. Приймачі, що працюють в режимі короткочасного навантаження.

3. Приймачі, що працюють в режимі повторно-короткочасного навантаження.

Навантаження цехів машинобудівного заводу приведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. – Навантаження цехів підприємства

№	Назва цеху	Навантаження цеху, кВт
1	Заводоуправління	30
2	Склад	25
3	Ковальський цех	170
4	Енергомеханічний відділ	75
5	Їдальня	30
6	Компресорна	361
7	Цех точного литва	81
8	Модельний цех	45
9	Механічний цех	1287
10	Відкритий склад металу	11
11	Механоскладальний цех	800
12	Майданчик козлового крану	18
13	Хімічний склад	10
14	Тарний цех	16
15	Транспортний цех	45
16	Гараж	13
17	Ливарний цех	290
18	Склад	12
19	Парова котельня	160
20	Склад готової продукції	18
21	Цех металоконструкцій	120
22	Дільниця випробування котлів	16
23	Цех нової техніки	140
24	Прохідна	8

Що стосується споживачів теплової енергії, то варто зазначити, що машинобудівний завод є досить потужним споживачем перегрітої пари, зокрема два його цехи, які умовно назвемо Цех №1 та Цех №2.

Цех №1 потребує 10 т/год перегрітої пари з параметрами: тиск пари 1,4 МПа і температура перегрітої пари 280 °С. Конденсат повертається в схему у кількості 50 % з температурою 100 °С.

Цех №2 споживає 20 т/год редукованої пари після РОУ з параметрами: тиск пари 0,6 Мпа і температура пари 190 °С. Відсоток повертається конденсат в схему - 50 % з температурою 100 °С.

В котельні встановлено два котлоагрегати марки Е-25-14ГМ і один ДКВР-10-13 з яких один Е-25-14ГМ є на даний час резервним, а інші два робочі. Річна витрата палива на котельню при роботі одного котла Е-25-14ГМ та ДКВР-10-13 дорівнює 22221 тис. м³/рік. Сумарна годинна електрична потужність електричного обладнання 160 кВт.

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Визначення середніх та розрахункових навантажень цехів та заводу методами коефіцієнтів попиту та використання з допомогою математичного моделювання в електронному процесорі EXCEL

Визначимо розрахункові та середні навантаження цехів використавши метод коефіцієнтів використання та попиту[1].

Дані сили						Розрахунок навантаження освітлювальної мережі						Середні нав-ня				Розрах. нав-ня		Ko=0,95				
№	Цех	Pн, кВт	cos	tg	Кп	Кв	Площа, м ²		Ртит, Вт/м ²		Кпра	tg0	Qт0, квар	Pр0, кВт	Pс, кВт	Qс, квар	Sc, кВА	Pр, кВт	Qр, квар	Sp, кВА	Iр, А	р0, кВА/м ²
							8	9	10	11												
1	Заводоуправління	30	0,8	0,75	0,6	0,5075	840	0,85	0,016	1,2	0,43	5,89	13,71	28,93	17,31	33,72	42,64	23,21	48,55	73,76	0,06	
2	Склад	25	0,8	0,75	0,8	0,3625	1056	0,6	0,012	1,1	0,43	3,60	8,36	17,43	10,39	20,29	25,79	13,99	29,34	44,58	0,03	
3	Ковальський цех	170	0,8	0,75	0,4	0,5075	1936	0,85	0,012	1,2	0,43	10,19	23,70	109,97	74,90	133,05	133,67	85,09	158,45	240,74	0,08	
4	Енергомеханічний відділ	75	0,76	0,86	0,8	0,6525	1763	0,85	0,014	1,2	0,43	10,83	25,18	74,11	52,68	90,93	99,29	63,50	117,86	179,07	0,07	
5	Пальня	30	0,9	0,48	0,5	0,3625	960	0,85	0,012	1,2	0,43	5,05	11,75	22,63	10,32	24,87	34,38	15,37	37,66	57,21	0,04	
6	Компресорна	361	0,8	0,75	0,7	0,3625	720	1	0,017	1,2	0,43	6,32	14,69	145,55	104,46	179,16	160,24	110,78	194,80	295,97	0,27	
7	Цех точного литва	400	0,5	1,73	0,6	0,3625	2240	0,85	0,016	1,2	0,43	15,72	36,56	181,56	266,87	322,77	218,11	282,59	356,97	542,36	0,16	
8	Моделювальний цех	45	0,7	1,02	0,4	0,3625	800	0,85	0,015	1,2	0,43	5,26	12,24	28,55	21,91	35,99	40,79	27,17	49,01	74,47	0,06	
9	Механічний цех	1287	0,8	0,75	0,6	0,3625	6064	0,85	0,015	1,2	0,43	39,90	92,78	559,32	389,80	681,75	652,10	429,69	780,94	1186,51	0,13	
10	Відкритий склад металу	11	0,8	0,75	0,4	0,3625	950	0,6	0,012	1,1	0,43	3,24	7,52	11,51	6,23	13,09	19,04	9,46	21,26	32,30	0,02	
11	Механоскладальний цех	400	0,6	1,33	0,4	0,6525	4600	0,85	0,015	1,2	0,43	30,26	70,38	331,38	378,26	502,89	401,76	408,53	572,98	870,55	0,12	
12	Майданчик козлового крану	18	0,8	0,75	0,4	0,3625	400	0,6	0,01	1,2	0,43	1,24	2,88	9,41	6,13	11,23	12,29	7,37	14,33	21,77	0,04	
13	Хімічний склад	10	0,8	0,75	0,4	0,435	420	0,6	0,012	1,1	0,43	1,43	3,33	7,68	4,69	9,00	11,00	6,12	12,59	19,13	0,03	
14	Тарний цех	16	0,9	0,48	0,4	0,6525	336	0,85	0,017	1,2	0,43	2,51	5,83	16,27	7,56	17,94	22,09	10,07	24,28	36,89	0,07	
15	Транспортний цех	85	0,76	0,86	0,5	0,29	1016	0,85	0,016	1,2	0,43	7,13	16,58	41,23	28,21	49,96	57,81	35,34	67,76	102,95	0,07	
16	Гараж	13	0,8	0,75	0,6	0,6525	440	0,85	0,012	1,2	0,43	2,32	5,39	13,87	8,68	16,36	19,25	10,99	22,17	33,69	0,05	
17	Ливарний цех	790	0,9	0,48	0,6	0,29	2448	0,85	0,015	1,2	0,43	16,11	37,45	266,55	127,06	295,29	304,01	143,17	336,03	510,55	0,14	
18	Склад	12	0,8	0,75	0,4	0,6525	580	0,6	0,012	1,1	0,43	1,98	4,59	12,42	7,85	14,69	17,02	9,82	19,65	29,85	0,03	
19	Парова котельня	260	0,85	0,62	0,6	0,29	600	1	0,015	1,2	0,43	4,64	10,80	86,20	51,37	100,35	97,00	56,02	112,01	170,19	0,19	
20	Склад готової продукції	18	0,9	0,48	0,6	0,6525	544	0,6	0,008	1,1	0,43	1,24	2,87	14,62	6,92	16,17	17,49	8,16	19,30	29,32	0,04	
21	Цех метал констру-й	120	0,7	1,02	0,5	0,6525	7208	0,9	0,015	1,2	0,43	50,21	116,77	195,07	130,09	234,47	311,84	180,30	360,21	547,29	0,05	
22	Дільниця випробування котлів	16	0,8	0,75	0,4	0,6525	96	0,85	0,011	1,2	0,43	0,46	1,08	11,52	8,29	14,19	12,59	8,76	15,34	23,31	0,16	
23	Цех нової техніки	140	0,85	0,62	0,6	0,29	1325	0,85	0,015	1,2	0,43	8,72	20,27	60,87	33,88	69,67	81,15	42,60	91,65	139,24	0,07	
24	Проходня	8	0,9	0,48	0,8	0,3625	320	0,85	0,013	1,2	0,43	1,82	4,24	7,14	3,23	7,84	11,39	5,05	12,46	18,93	0,04	
Всього по підприємству		4340					37662						236,05	548,95	2268,78	1773,09	2879,45	2704,29	1920,49	3316,84	5039,42	0,09

Рисунок 2.1 - Розрахунок навантаження підприємства

Результат розрахунку навантажень наведено на Рисунок 2.1. Основні результати розрахунку:

- Повна середня потужність заводу складає $S_{сум} = 2879$ кВА,

- Повна розрахункова потужність навантаження складає $S_{рsum} = 3316,8$ кВА.

2.2 Визначення кількості, потужності та місця розташування цехових ТП

Під час вибору цехових трансформаторних підстанцій дотримуємось таких вимог технічного завдання (ТЗ):

- показником ефективності вибору цехових трансформаторних підстанцій є річні приведені затрати в підстанцію;

- кількість цехових трансформаторних підстанцій на підприємстві не повинна перевищувати дві (максимум 3).

Приблизним орієнтиром оптимальної ступені потужності трансформаторів цехових трансформаторних підстанцій виступає питома густина навантаження.

Більшість цехів підприємства відносять до 2 категорії електропостачання, тому встановлюємо двотрансформаторні підстанції. Так як питома густина навантаження складає $\sum \rho_0 = 0,091$ кВА/м², відповідно методики обираємо трансформатори потужністю до 630 кВА та 1000 кВА. Також доцільно розподілити навантаження між чотирма ЦТП, так як територія підприємства займає значну площу, де розташовані споживачі II та III категорії.

ЦТП1 буде жити цехи під номером 1-6, 23, 24; ЦТП2 – 7, 8, 9; ЦТП3 – цехи 10-13, 21,22 та ЦТП4 – цехи 14-20. Встановлення 4-х ЦТП дозволить знизити втрати в струмоведучих частинах низьковольтної мережі.

№ ТП	№ цеху	Назва цеху	Розрахунок а активна потужність Pr, кВт	Розрахунок реактивна потужність Qr, кВАр	Повна розрахунок потужність Sp, кВА	Середня активна потужність Pc, кВт	Середня реактивна потужність Qc, кВАр	Повна середня потужність Sc, кВА
ТП1	1	Заводоуправління	42,6426	23,208318	48,54912316	28,9338	17,313534	33,71829239
	2	Склад	25,78954	13,9895022	29,33950486	17,42602	10,3931886	20,2900109
	3	Ковальський цех	133,66828	85,0853604	158,451026	109,97164	74,8958052	133,0531595
	4	Енергомеханічний відділ	99,28878	63,50053771	117,8583053	74,11314	52,67501251	90,92532355
	5	Дальня	34,3758	15,37234689	37,65640284	22,6254	10,31967489	24,86773844
	6	Компресорна	160,2385	110,778555	194,8031446	145,5505	104,462715	179,1574918
	23	Цех нової техніки	81,145	42,59597014	91,64566382	60,8725	33,87879514	69,6651564
	24	Прохідна	11,3864	5,053686104	12,45752175	7,1432	3,229110104	7,839161837
		Всього по ТП1	588,5349	359,5842764	689,691366	466,6362	307,1678354	558,6603819
ТП2	7	Цех точного литва	218,1136	282,5862151	356,9713034	181,5568	266,8667911	322,7704383
	8	Модельний цех	40,7925	27,16847875	49,01177709	28,5525	21,90527875	35,98731017
	9	Механічний цех	652,0959	429,693237	780,9387561	559,3167	389,798181	681,7461352
			Всього по ТП2	911,002	739,4479308	1173,331959	769,426	678,5702508
ТП3	10	Відкритий склад металу	19,0355	9,461265	21,25713517	11,5115	6,225945	13,0872848
	11	Механоскладальний цех	401,76	408,5268	572,9792701	331,38	378,2634	502,8875661
	12	Майданчик козлового крану	12,285	7,37055	14,32641729	9,405	6,13215	11,22752371
	13	Хімічний склад	11,0028	6,123204	12,59187179	7,6764	4,692852	8,997220507
	21	Цех метал.конструк-й	311,8392	180,303834	360,2126583	195,0696	130,092906	234,4702818
	22	Дільниця випробування котлів	12,59424	8,7563232	15,33910288	11,51712	8,2931616	14,19227193
		Всього по ТП3	768,51674	620,5419762	987,7703801	566,55962	533,7004146	778,3482097
ТП4	14	Гарний цех	22,09248	10,06688917	24,27797212	16,26624	7,561605975	17,93790536
	15	Транспортний цех	57,81224	35,33950496	67,75791986	41,23112	28,20962336	49,95786331
	16	Гараж	19,2537	10,993491	22,1711932	13,8681	8,677683	16,35929032
	17	Ливарний цех	304,0088	143,1689782	336,0337882	266,5544	127,0635862	295,2903708
	18	Склад	17,0172	9,822996	19,64882557	12,4236	7,847748	14,6946584
	19	Парова котельня	97	56,01672312	112,0128264	86,2	51,37272312	100,34738
	20	Склад готової продукції	17,48964	8,158558321	19,29895285	14,61732	6,923460721	16,17406419
			Всього по ТП4	534,67406	273,5671408	600,5958133	451,16078	237,6564304

Рисунок 2.2- Розподіл цехів між ЦТП

Для автоматизованого вибору оптимальної потужності ЦТП1 за мінімумом затрат складається електронна таблиця Excel на робочому листі "ТП1".

Вибір оптимальної потужності ТП1 за мінімумом затрат														
Дані нормального режиму														
Розрахункова потужність ТП, кВА											Sp=	689,6914		
Середня потужність ТП, кВА											Sc=	558,6604		
Кількість трансформаторів											kt=	2		
Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі											kn=	1		
Дані післяаварійного режиму														
Допустимий коефіцієнт навантаження післяаварійному режимі											kpa=	1,3		
Доля навантаження в п.а. режимі											knpa=	0,8		
Економічні характеристики														
Питома вартість втрат, грн/кВт											Bo=	4623,549		
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень											Ee=	0,1		
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію											Ea=	0,036		
*	St, кВА	dPкз, кВт	dPхх, кВт	Kтп, тис. грн.	E*K, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Bв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2
	63	1,28	0,24	646,515	87,92604	76,70231	0,48	77,18231	356,8562	---		X	---	---
	100	1,97	0,33	686,5425	93,36978	46,85391	0,66	47,51391	219,6829	---		X	---	---
	160	3,1	0,51	738,7875	100,4751	28,80059	1,02	29,82059	137,8769	---		X	---	---
	250	4,2	0,74	806,355	109,6643	15,98265	1,48	17,46265	80,73943	---		X	---	---
	400	5,9	0,95	967,815	131,6228	8,770243	1,9	10,67024	49,33439	---		X	+	---
V	630	8,5	1,31	1076,828	146,4485	5,093513	2,62	7,713513	35,66381	182,1123	V	X	+	+
	1000	10,5	2,1	1270,553	172,7951	2,497289	4,2	6,697289	30,96525	203,7604		X	+	+
	1600	18	2,8	1579,5	214,812	1,672292	5,6	7,272292	33,6238	248,4358		X	+	+
	2500	23,5	3,85	1807,178	245,7761	0,894267	7,7	8,594267	39,73602	285,5122		X	+	+
									Змін=	182,1123				
									Опт. Пот. Трансформатора	St*=	630			

Рисунок 2.3- Вибір потужності ЦТП1

Як видно з розрахунків, оптимальна потужність першої трансформаторної підстанції становить 630 кВА. Приведені річні затрати складатимуть 182 тис. грн.

Аналогічні розрахунки проводимо для інших ТП.

Таблиця 2.1- Результати вибору потужності підстанцій

Номер ЦТП	Тип трансформатора	Потужність, кВА	Річні приведені затрати, тис. грн
ЦТП 1	ТМ	630	182
ЦТП 2	ТМ	100	225
ЦТП 3	ТМ	630	206
ЦТП 4	ТМ	630	630

Для вибору зовнішньої лінії живлення розрахуємо втрати потужності в трансформаторних підстанціях, так як через лінію живлення протікає дана потужність.

Розрахунок втрат потужності в трансформаторних підстанціях наведені на Рисунок 2.4.

№ ТП	S _{ном Т} , кВА	кТ	dP _{хх} , кВт	dP _{кз} , кВт	I _{хх} , %	U _к , %	P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВА	dP _{тр} , кВт	dQ _{тр} , кВАр	dS _{тр} , кВА	P, кВт	Q, кВАр
1	630	2	1,31	8,5	2	5,5	588,5349	359,5843	689,6914	7,713513	45,96356	46,60629	596,2484	405,5478
2	1000	2	2,1	10,5	1,4	6	911,002	739,4479	1173,332	11,42772	69,30124	70,23713	922,4297	808,7492
3	630	2	1,31	8,5	2	5,5	768,5167	620,542	987,7704	13,06768	67,78966	69,03768	781,5844	688,3316
4	630	2	1,31	8,5	2	5,5	534,6741	273,5671	600,5958	6,482535	40,94551	41,45555	541,1566	314,5127
Всього							2704,289	1920,487		38,69144	224	227,317	2742,98	2144,487

Рисунок 2.4 - Розрахунок втрат потужності в трансформаторних підстанціях

2.3 Визначення оптимальних перерізів лінії живлення ЦРП

Приватне акціонерне товариство «Могилів-Подільський машинобудівний завод» знаходиться на відстані 2 км від точки забезпечення потужності, що знаходиться на ПС 35/10 кВ.

Електронна форма автоматизованого вибору зовнішньої кабельної лінії показана на рисунку 2.6.

F, мм ²	R ₀ , Ом/км	X ₀ , Ом/км	Доп, А	dU _n , %	dU _{па} , %	К ₀ , тис.грн/км	dP, кВт	К	E*К, т.грн	Вв, т.грн	З, т. грн	Доп	Клон*Ln оп >= Ln	Кпа*Кд оп*Ln >= Кпа*Ln	ΔU _n <= ΔU _{доп}	ΔU _{па} <= ΔU _{падоп}	F=>F _{мех}	F >= F _{кз}
10	2,766	0,412313	84	13,55405225	23,04188883	215,552	536,50495	689,7664	89,669632	2480,5569	-	недоп	-	-	-	-	-	-
16	1,801	0,398589	111	9,271801752	15,76206298	293,76	349,32951	940,032	122,20416	1615,1421	-	недоп	+	-	-	-	-	-
25	1,176	0,385489	142	6,483871503	11,02258156	304,704	228,10189	975,0528	126,756864	1054,6403	-	недоп	+	-	-	-	-	-
35	0,79	0,373144	175	4,747450304	8,07065518	317,664	153,23171	1016,525	132,148224	708,47432	-	недоп	+	+	+	-	-	-
50	0,603	0,364764	210	3,89799797	6,62659655	331,424	116,96041	1060,557	137,872384	540,77217	-	недоп	+	+	+	-	-	+
70	0,428	0,35398	265	3,092959824	5,258031701	363,232	83,016673	1162,242	151,104512	383,83166	-	недоп	+	+	+	-	-	+
95	0,31	0,34369	330	2,538678752	4,315753879	401,536	60,128999	1284,915	167,038976	278,00891	445,0479	доп	+	+	+	+	+	+
120	0,25	0,335926	390	2,24981383	3,824683511	431,232	48,491047	1379,942	179,392512	224,20074	403,5932	доп	+	+	+	+	+	+
150	0,199	0,329645	450	2,00443614	3,407541438	499,424	38,598874	1598,157	207,760384	178,46379	386,2242	доп	+	+	+	+	+	+
185	0,158	0,322587	520	1,800277273	3,060471364	625,28	30,646342	2000,896	260,11648	141,69486	401,8113	доп	+	+	+	+	+	+
240	0,122	0,313874	605	1,612386597	2,741057216	667,04	23,663631	2134,528	277,48864	109,40996	386,8986	доп	+	+	+	+	+	+
300	0,099	0,307262	710	1,488758127	2,530888816	725,568	19,202453	2321,818	301,836288	88,783491	390,6198	доп	+	+	+	+	+	+

Рисунок 2.6 - Вибір оптимального перерізу зовнішньої ПЛ

Отже, для живлення підприємства варто застосувати кабельну лінію перерізом перерізом 150 мм², застосуємо кабель з зшитого поліетилену марки АПВЭБВ-10. Річні приведені витрати становитимуть: 386 тис. грн.

2.4 Визначення оптимальних перерізів кабельних ліній внутрішньозаводської мережі

Побудуємо математичну модель вибору оптимальних перерізів кабельних ліній 10 кВ [13].

Початкові дані				Коефіцієнт середовища				1							
Нормальний режим				Коефіцієнт прокладки				0,92							
Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі				Кдоп= 0,966				ПУЕ 1.3.26				1,05			
Напруга, кВ				U= 10				H4=Ukd1				клоп= 0,966			
Довжина КЛ, км				l= 1				H5=lk1							
Активна розрахункова потужність, кВт				P= 596,2				H6=Pkd1=Pвтр1							
Реактивна потужність, квар				Q= 405,5				H7=Qkd1=Qвтр1							
Розрахунковий струм окремого кабелю, А				Iл= 41,63				H8=lk1							
Кількість кабелів				k= 1				H9=kdl1							
Допустима втрата напруги в КЛ, %				ΔUдоп = 5				H10=dUдоп1							
Аварійний режим															
Струм КЗ на початку лінії, кА				Ikз = 2,0691				H12=lkzkl1							
Приведений час КЗ, с				tp = 1,5				H13=tp							
Тепловий коефіцієнт C, (A*c^(1/2))/мм^2				C = 90				H14=Cтер							
Мінімальний переріз ліній за умовою КЗ, мм^2				Fкз = 28,16				H15=Fkz1							
Післяаварійний режим															
Максимально допустимий коефіцієнт навантаження				Кпа = 1,25				H17=kpa1							
Доля навантаження в післяаварійному режимі				Кпап = 0,8				H18=kpa1							
Допустима втрата напруги в КЛ, %				ΔUпадоп = 5				H19=dUпадоп1							
Економічні характеристики															
Питома вартість втраг				Bo = 4623,55				H21=Bokd1							
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень				Ee = 10,00%				H22=Eekd1							
Коефіцієнт врахувань на амортизацію				Ea = 5,00%				H23=Eakd1							

F, мм^2	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	lдоп, А	Co, т. грн/км	dUn, %	dUpa, %	dP, кВт	K, т. грн.	E*K, т. грн.	Bв, т. грн.	З, т. грн.	Доп.	Клоп*ld оп >= Ip	Kпа*Kл оп*ldоп >= Kпап*Ip *Kл	ΔUn <= ΔUnдоп	ΔUpa <= ΔUpaдоп	F >= Fкз	V
10	3,1	0,122	0	128,763	1,897847	1,51827753	16,11941763	128,763	19,31445	74,52892	---	НЕДОП	---	---	+	+	---	
16	1,94	0,113	75	186,0705	1,202549	0,96203906	10,08763555	186,0705	27,91058	46,64068	---	НЕДОП	+	+	+	+	---	
25	1,24	0,099	90	268,0155	0,779497	0,62359781	6,447767052	268,0155	40,20233	29,81157	---	НЕДОП	+	+	+	+	---	
35	0,89	0,095	115	350,3655	0,569188	0,45535051	4,627832803	350,3655	52,55483	21,39701	73,95184	ДОП	+	+	+	+	+	V
50	0,62	0,09	140	498,501	0,406173	0,32493866	3,223883526	498,501	74,77515	14,90578	89,68093	ДОП	+	+	+	+	+	
70	0,443	0,086	165	681,7635	0,299015	0,23921213	2,303516777	681,7635	102,2645	10,65042	112,9149	ДОП	+	+	+	+	+	
95	0,326	0,083	205	883,5885	0,228037	0,18242996	1,695138757	883,5885	132,5383	7,837557	140,3758	ДОП	+	+	+	+	+	
120	0,258	0,081	240	1118,1105	0,186681	0,14934517	1,341551532	1118,111	167,7166	6,202729	173,9193	ДОП	+	+	+	+	+	
150	0,206	0,079	275	1378,4715	0,154865	0,12389236	1,071161301	1378,472	206,7707	4,952567	211,7233	ДОП	+	+	+	+	+	
185	0,167	0,077	310	1855,98	0,130801	0,10464053	0,868368627	1855,98	278,397	4,014945	282,4119	ДОП	+	+	+	+	+	
240	0,129	0,075	355	2574,072	0,107332	0,08586571	0,670775766	2574,072	386,1108	3,101365	389,2122	ДОП	+	+	+	+	+	

Рисунок 2.7 - Таблична форма для автоматизованого вибору КЛ від ЦРП до ЦТП1

Таблиця 2.2- Результати вибору кабельних ліній внутрішньозаводської СЕП

Живлення	Тип кабелю	Переріз кабелю, мм ²	Річні приведені затрати, тис. грн
ЦРП-ЦТП1	АПвЭБВ-10	35	73,9
ЦРП-ЦТП2	АПвЭБВ-10	35	114
ЦРП-ЦТП3	АПвЭБВ-10	35	97
ЦРП-ЦТП4	АПвЭБВ-10	35	68

2.5 Визначення оптимальних координат розміщення центрального розподільчого пункту

В МКР було розраховане оптимальне місце розміщення центрального розподільчого пункту по критерію мінімуму річних приведених затрат.

Для вибору оптимальних координат розміщення елементів СЕП ЦРП необхідно сформовано математичну модель проектованої СЕП.

При визначенні довжини проводів живлення від точки підведення зовнішньої лінії живлення до ЦРП буде використовуватися евклідова метрика, тому що лінію електропередачі можна прокласти по прямій лінії.

При прокладанні КЛ від ЦРП до ЦТП врахована неевклідова метрика, [13].

Таблична форма EXCEL для автоматизованого визначення оптимального розташування ЦРП подана нижче.

Технічні характеристики мережі											
Напруга зовнішньої лінії живлення, кВ								Уж= 10			
Метрика зовнішньої лінії (Е чи НЕ)								МетрикаЖ = Е			
Метрика розподільної мережі (Е чи НЕ)								МетрикаР = НЕ			
Економічні характеристики мережі											
Питомі втрати, які не залежать від перерізу КЛ 10кВ, тис.грн/км								а= 7			
Питомі втрати, які не залежать від перерізу зовнішньої ПЛІ тис.грн/км								аж= 9			
Питома вартість втрат, грн/кВт								Во= 4623,55			
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень								Ее= 0,1			
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію								Еа= 4,00%			
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію живлячої лінії								Еаж= 3,00%			
Лінії живлення	X, м	Y, м	F, мм ²	k	P, кВт	Q, кВт	I, А	Ro, Ом/км	Ko, т.грн/км	L, м	З, тис. грн
ЖЛ	23	133	150	2	2118,96	2085,00	85,82	0,199	499,424	312,20	33,327
ТП1	193	91	35	2	456,5289	384,9149	17,24	0,89	350,3655	298,00	31,713
ТП2	194	306	35	2	524,8244	619,693	23,44	0,89	350,3655	118,00	13,293
ТП3	219	212	35	2	608,4044	750,1084	27,88	0,89	350,3655	151,00	17,860
ТП4	127	159	35	2	610,5976	516,0199	23,08	0,89	350,3655	296,00	33,221
Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.											129,4127
Кординати ЦЕМ, м								Хо =	294	Yo=	288

Рисунок 2.8 - Таблична форма визначення оптимальних координат розміщення ЦРП

Розрахунок оптимальних координат розміщення ЦРП проводиться за допомогою засобу "Поиск решений".

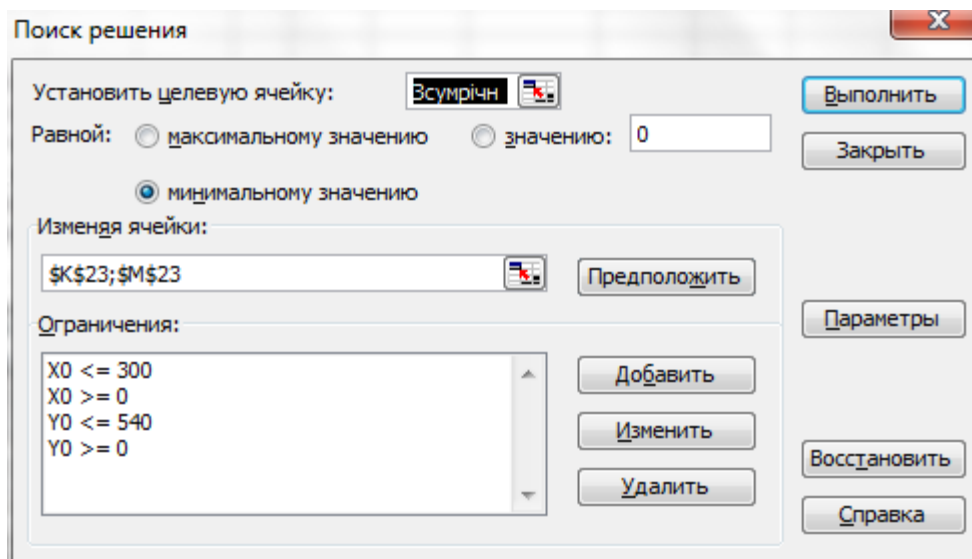


Рисунок 2.9 - Діалогове вікно засобу «Пошук рішення» для визначення ЦМ

За допомогою засобу EXCEL "Пошук рішення" було визначено координати центру мережі. Оптимальними координатами розміщення ЦРП на генплані є: $X_0=294$, $Y_0=288$. сумарні річні приведені затрати при цьому становлять 129 тис. грн.

Генплан підприємства з розміщеними на ньому ЦРП та ТП зображено на Рисунок 2.9.

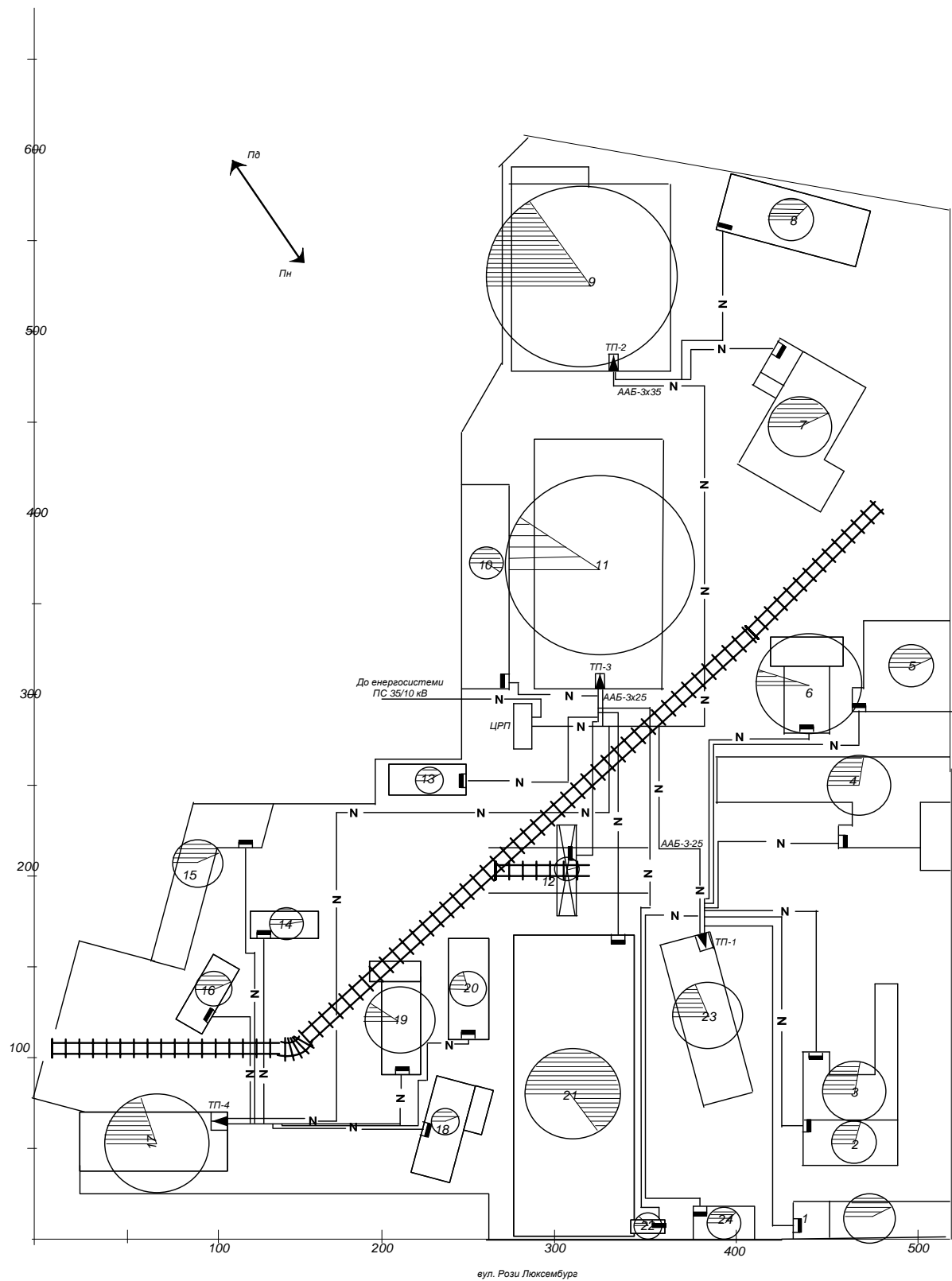


Рисунок 2.10 - Генплан підприємства із розташуванням ЦРП та ЦТП

3 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧІРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО РОЗПОДІЛЬЧОГО ПУНКТУ 10 КВ

Телесигналізація (в англійській мові джерелах DI – DigitalInput) використовується для дистанційного контролю дискретних змін стану об'єкта, наприклад, «ввімкнений» («вимкнений»), «рухається» («нерухомий»), «норма» («аварія») і т. п. Для отримання цих даних об'єкт оснащують відповідними датчиками. У найпростішому випадку застосовують двопозиційні контактні перемикачі, але можуть використовуватися і багатопозиційні перемикачі[20].

Контролер КП опитує стан датчиків і після зміни стану передає інформацію про подію на ПУ в короткій послідовності у вигляді телесигналу. Контролер ПУ після отримання ТС передає його для оброблення в ЕОМ (і на контролер щита) для оповіщення диспетчера і відображення зміненого стану об'єкта контролю.

Важливим параметром телевимірювань контрольованих параметрів системи є точність. У старих системах зазвичай використовувалися 8-розрядні аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), які забезпечували похибку вимірювання більш за 0,8 % для однополярних сигналів і більше за 1,6 % – для двополярних. Сучасні системи оснащують 10 – 14-розрядними АЦП, що дозволяє досягти точності вимірювань 0,25 – 0,1%. Подальше підвищення точності обмежується наявністю наведень на вимірювальні ланцюги.

При необхідності втручання в хід контрольованого процесу оператор за допомогою ЕОМ видає в систему команду телеуправління, забезпечує дистанційне керування об'єктом контролю. Із ЕОМ команда ТУ надходить на контролер ПУ, який передає її потрібному КП. Контролер КП при отриманні команди перевіряє її достовірність, видає електричний сигнал для включення виконавчого механізму (наприклад, запуск електродвигуна), передає на ПУ квитанцію про виконання цієї команди.

Команди ТУ зазвичай двопозиційні: ТУ «ввімкнути» і ТУ «вимкнути». Застосовуються також більш складні алгоритми видачі ТУ, наприклад, з проміжним контролем готовності виконавчих ланцюгів.

Для захисту команд ТУ від спотворень під час їхньої передачі застосовують спеціальне кодування, наприклад, передають команду двічі, в прямому і інверсному вигляді і т. п. Зазвичай в одному циклі керують тільки одним об'єктом.

3.1 Продукти для автоматизації підстанцій розподільчих пристроїв компанії АБВ

Рішення АБВ щодо автоматизації підстанцій світового класу вселяють впевненість у надійності передачі та розподіл енергії [21]. Продукція компанії була розроблена для забезпечення рішень, що відповідають вимогам завтрашнього дня. Цей факт, з урахуванням багаторічного досвіду та повного спектру з обслуговування та підтримці, робить компанію лідером та піонером у галузі автоматизації та захисту підстанцій.

В наші дні віддалені пристрої телемеханіки (RTU) можуть використовуватися в широкому діапазоні додатків, реалізують автоматизацію процесів та електричної частини. Внаслідок різноманітності ринку та вимог замовників у RTU використовуються гнучкі модульні рішення. Інноваційні технології гарантують, що RTU мають сучасні функціональні можливостями для постійної відповідності вимог. Крім того, замовник не тільки отримує надійні та ефективні продукти, але також зручність у обслуговування та ефективний сервіс.

Пристрої дистанційного керування компанії АБВ успішно працює в галузі розробки додатків дистанційного керування протягом понад 40 років. Портфель замовлень включає RTU для різних додатків від передачі до розподілу, а також автоматизації подачі енергії. Більше 100000 RTU, встановлених для близько 2000 замовників у більш ніж 100 країнах, доводять репутацію АБВ як одного з світових лідерів на ринку RTU постачальників.

Тривале використання інноваційних технологій та тісне співробітництво з партнерами гарантує, що RTU, вироблені компанією АБВ, завжди відповідатимуть вимогам ринку та замовників.

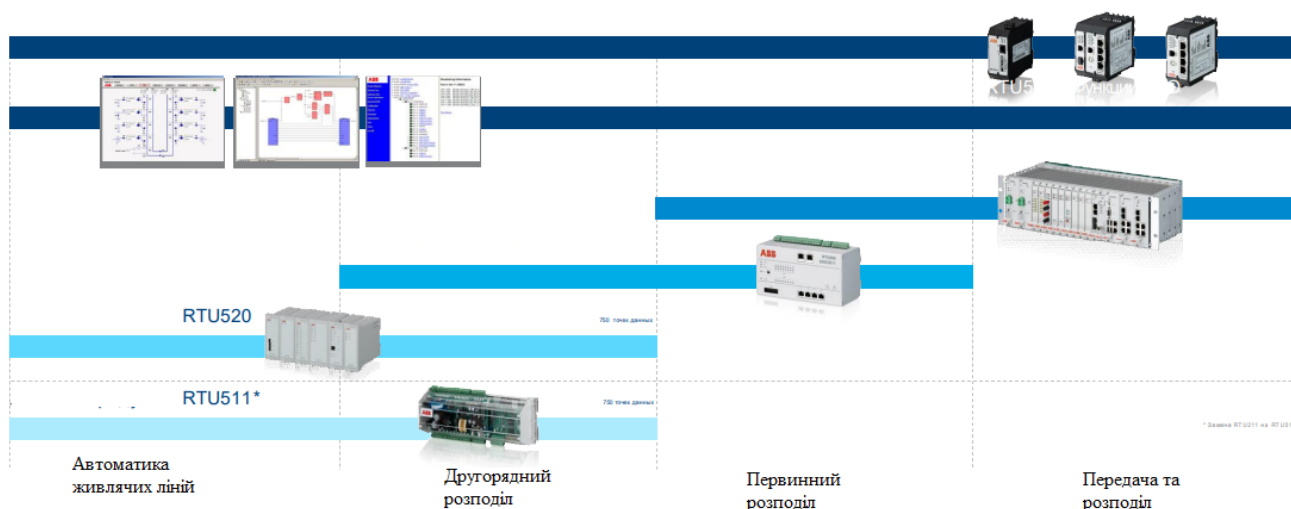


Рисунок 3.1 – Аналіз лінійки продуктів АСДУ

Серія RTU500 включає повний комплект продуктів RTU виробництва АББ із зрозумілою структурою та максимальною гнучкістю. Відкритість архітектури дозволяє здійснити адаптацію до широкого спектру додатків автоматизації процесу та електричної частини. Розширення функціональної частини та апаратного забезпечення реалізується легко та швидко.

Для того щоб наші продукти гарантовано підходили до конкретних систем, серія RTU500 представлена у вигляді:

- Лінійка продуктів RTU560;
- Лінійка продуктів RTU540;
- Лінійка продуктів RTU520;
- Лінійка продуктів RTU511;
- Модулі серії RTU500;
- Функції та програмне забезпечення серії RTU500.

Лінійки продуктів складаються з базових продуктів RTU та модулів, які використовуються з цим рядом продуктів. Модулі, які можуть бути використані з усіма лініями включені до окремого ряду – Модулі серії RTU500, що дозволяє замовникам підлаштувати RTU під свої потреби. Для належного функціонування відповідно до конкретних вимог пропонується єдине програмне забезпечення для всієї серії RTU500 підтримки всіх ліній продуктів. Така структура серії RTU500 дозволяє досягти найкращої відповідності вимогам конкретного програми.

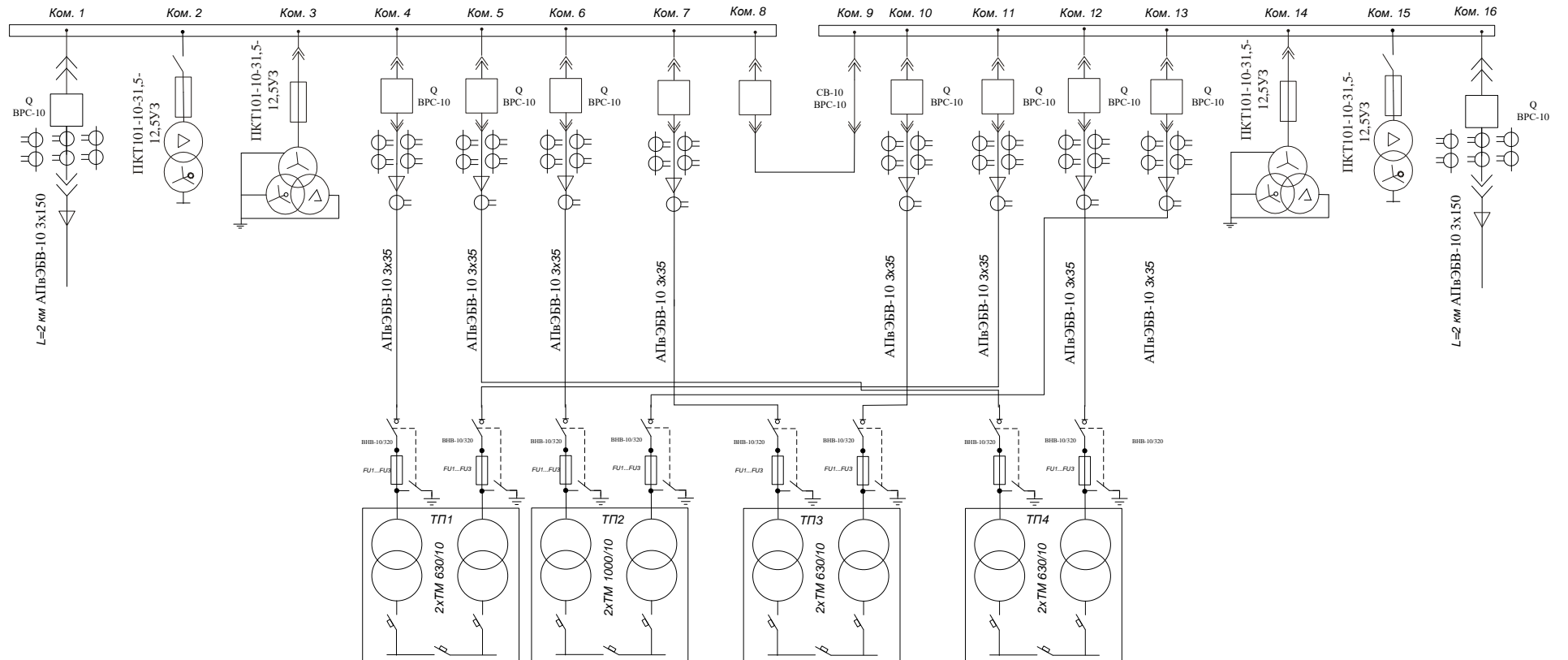


Рисунок 3.2 – Схема КРПЗ 10 кВ

3.2 Аналіз використувано обладнання

Наведемо характеристику обладнання яке плануємо використати[21].

Для телемеханізації КРПЗ 10 кВ використаємо лінійка продуктів RTU540.

Лінійка продуктів RTU540 включає RTU, встановлювані на DIN-рейці в компактному корпусі умовах обмеженого простору Тим не менш, серія продуктів RTU540 пропонує високий рівень функціональності в частині резервування зв'язку та підтримки повнофункціонального програмного забезпечення для центральних модулів та розподілених модулів введення/виводу. На вимогу можуть додаватися опції вбудованого GPRS або вбудованих модулів введення/виводу.

Висока функціональність у поєднанні з компактним виконанням робить продукти серії RTU540 відповідними для застосування на передавальних підстанціях та на первинних та вторинних розподільчих підстанціях.

Особливості лінійки продуктів RTU540

Лінійку продуктів RTU540 відрізняє компактність корпусу, що дозволяє займати мало місця у просторі, а також висока гнучкість та функціональність. Ці якості представлені 4 версіями продуктів, які містять все різноманітність функцій, починаючи від різної кількості послідовних інтерфейсів та портів Ethernet до вбудованих модулів вводу/виводу. Крім цього, можлива бездротовий зв'язок за допомогою вбудованого GPRS без будь-яких додаткових пристроїв. Також усі продуктові версії можуть бути розширені як локальними, так і віддаленими модулями введення/виводу.

Області застосування:

- Передавальні підстанції;
- Первинні розподільні підстанції;
- Вторинні розподільні підстанції;
- Автоматизація процесів: нафта, газ, вода, стічні води,

Переваги:

- Повна функціональність, за наявності міцного компактного корпусу, навіть у несприятливому середовищі;
- Можливість розширення модулів вводу/виводу;
- Компактне виконання з використанням;
- Вбудованого GPRS;
- Вбудованих модулів введення/виводу;
- Резервування зв'язку;
- Підтримка повнофункціонального програмного забезпечення забезпечення та всіх існуючих байт-орієнтованих протоколів зв'язку для провідних та ведених пристроїв.

Базовий модуль для RTU540, що встановлюється на DIN-рейці:

- Металічний корпус
- 4 порти (RS-232, RS-485);
- 2 інтерфейси Ethernet (10/100BaseT);
- Напруга живлення 24 В DC;
- Інтерфейс зв'язку для модулів розширення введення/виводу RTU500;
- Внутрішній GPRS-модем (R0011);
- SIM-карта та антена замовляються окремо.



560CMD11
1KGT023400R0001
1KGT023400R0011

Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд модуля RTU540

Модуль дискретних входів 520BID01 забезпечує 16 гальванічно ізольованих входів для 16 дискретних сигналів процесу. Опитування та обробка входів виконується з високою роздільною здатністю часу в 1 мс. Призначення вхідного сигналу функції обробки проводиться відповідно до правилами конфігурування. Модуль 520BID01 може обробляти такі типи сигналів:

- 16 одиночних індикацій з позначкою часу
- 8 подвійних індикацій з позначкою часу
- 2 цифрові повідомлення про стан, по 8 біт
- 1 цифрове повідомлення про стан, 16 біт
- 16 лічильників імпульсів



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд модуля дискретних входів 520BID01

Модуль дискретних виходів 520BOD01 управління 8 дискретними сигналами процесу за допомогою контактів реле. Призначення виходу конкретну функцію обробки виконується відповідно до правил конфігурування.

Модуль 520BOD01 використовується для наступних типів сигналів:

- Об'єктні команди з 1 або 2-полюсним виходом без перевірки (1 з n);
- Об'єктні команди з 1,5-полюсним виходом із перевіркою (1 з n) через 560CIG10, 560CID11 або 511CIM01;
- Регулюючі команди, 1- або 2-полюсні;
- 8 одиночних команд для 1-полюсного контакту.

3.3 Побудова комплектного пристрою телемеханіки

Для визначення кількості необхідного обладнання побудуємо карту сигналів.

Таблиця 3.1 – Карта сигналів КРПЗ 10 кВ

№ п/п	Найменування сигналу	Тип сигналу Давач, перетворювач		Інтерфейс
1	2	3		4
Комірка 1. Ввід 1 секція шин				
	Положення ВВ-10 Т1 УВИМКНЕНО	ТС	БКП	Фізичний
	Положення ВВ-10 Т1 ВИМКНЕНО	ТС	БКП	Фізичний
	Управління ВВ-10 Т1 УВИМКНУТИ	ТУ	RTU 540	Фізичний
	Управління ВВ-10 Т1 ВИМКНУТИ	ТУ	RTU 540	Фізичний
	Вимірювання струму через вимикач 10 кВ Іа	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Вимірювання струму через вимикач 10 кВ Іб	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Вимірювання струму через вимикач 10 кВ Іс	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Вимірювання напруги Uа ТН-10 ВВ 10 кВ Т1	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Вимірювання напруги Uб ТН-10 ВВ 10 кВ Т1	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Вимірювання напруги Uс ТН-10 ВВ 10 кВ Т1	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Активна потужність P	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Реактивна потужність Q	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Повна потужність S	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Коефіцієнт потужності	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Частота в мережі f	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Спрацювання МСЗ	АПС	МП захист	RS 485
	Спрацювання направленої захисту від замикань на землю	АПС	МП захист	RS 485
	Несправність кіл оперативного струму	АПС	МП захист	RS 485
	Несправність пристрою	АПС	МП захист	RS 485
Комірка 3. Трансформатор власних потреб 1секція.				
	Земля в мережі 10 кВ 1С	АПС	НР сухий контакт	Фізичний
	Аварія на розподільчому пристрої	АПС	БК	Фізичний
	Несправність на розподільчому пристрої	АПС	БК	Фізичний

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
Комірка 14. Трансформатор власних потреб 2секція.				
	Земля в мережі 10 кВ 1С	АПС	НР сухий контакт	Фізичний
	Аварія на розподільчому пристрої	АПС	БК	Фізичний
	Несправність на розподільчому пристрої	АПС	БК	Фізичний
В 10 кВ коміррки: 4-13				
	Положення В 10 кВ «Л-31» УВІМКНЕНО	ТС	БКП	Фізичний
	Положення В 10 кВ «Л-31» ВИМКНЕНО	ТС	БКП	Фізичний
	Управління В 10 кВ «Л31» УВІМКНУТИ	ТУ	RTU 540	Фізичний
	Управління В 10 кВ «Л-31» ВИМКНУТИ	ТУ	RTU 540	Фізичний
	Вимірювання струму через вимикач 10 кВ Іа	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Вимірювання струму через вимикач 10 кВ Іб	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Вимірювання струму через вимикач 10 кВ Іс	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Активна потужність P	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Реактивна потужність Q	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Повна потужність S	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Коефіцієнт потужності	ТВ	Nemo D4-Le	RS 485
	Спрацювання МСЗ	АПС	МП захист	RS 485
	Спрацювання направленою захисту від замикань на землю	АПС	МП захист	RS 485
	Несправність кіл оперативного струму	АПС	МП захист	RS 485
	Несправність пристрою	АПС	МП захист	RS 485
Службові сигнали				
	Спрацювання реле ТУ	ТС	НР сухий контакт	Фізичний
	Ланцюги живлення ТУ виведені	ТС	БКА	Фізичний
	Контроль основної напруги живлення	ТС	НР сухий контакт	Фізичний
	Управління вуличним освітленням УВІМКНУТИ	ТУ	RTU 540	Фізичний
	Управління вуличним освітленням ВИМКНУТИ	ТУ	RTU 540	Фізичний
	Відкриття дверей високовольтних комірок КРПЗ-10 кВ	ОС	НЗ сухий контакт	Фізичний
	Відкриття дверей шафи КП ТМ	ОС	НЗ сухий контакт	Фізичний
	Охоронна сигналізація РП	ОС	НР сухий контакт	Фізичний

Відповідно до таблиця 3.1 кількість: ТС – 58 сигналів, ТУ – 26 сигналів. Виходячи з характеристик блоків дискретних в модуля 520BOD01 наявні 8 виходів, а у модуля 520VID01 – 16 входів, тому необхідно використати по 4 блоки.

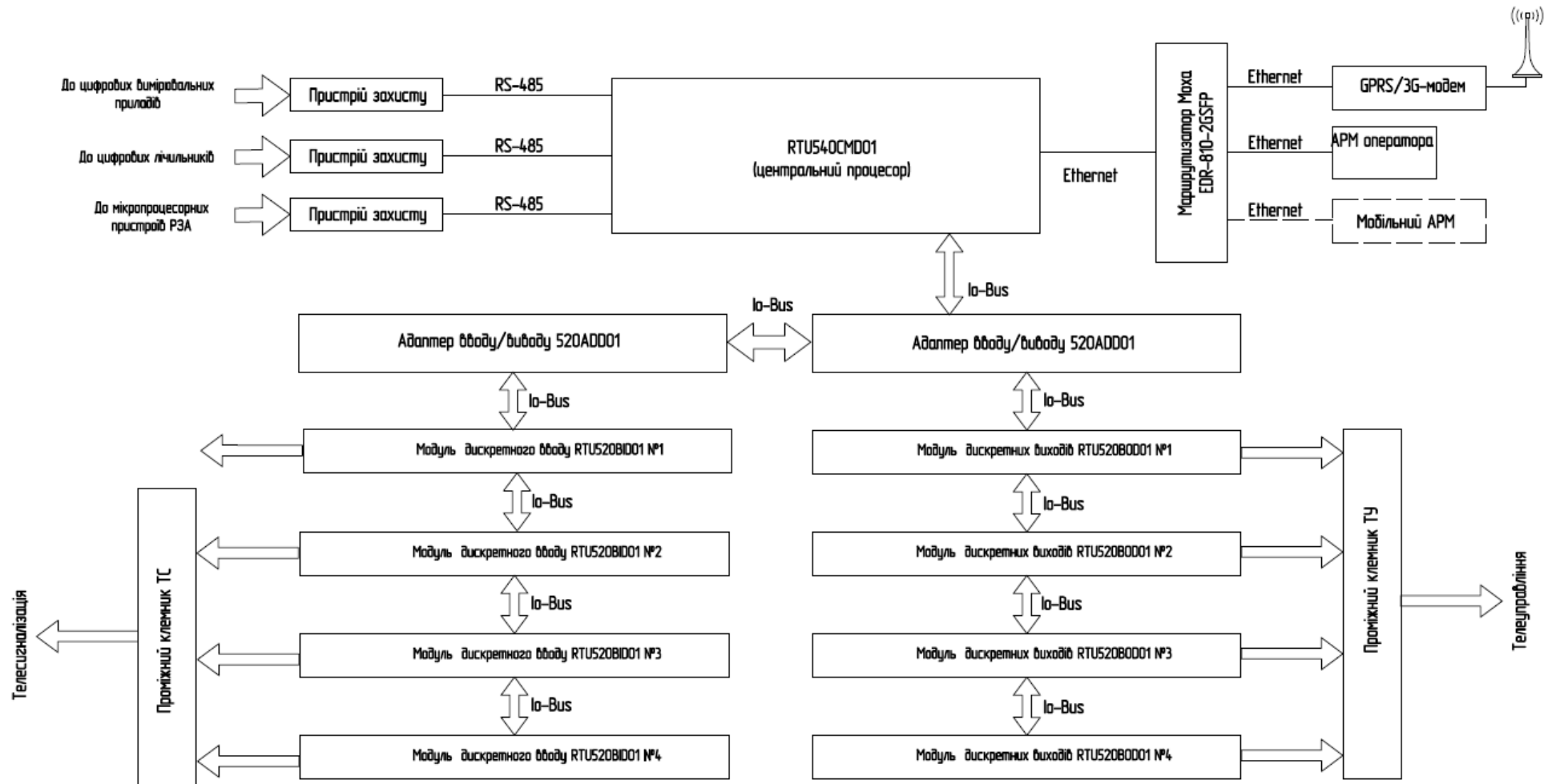


Рисунок 3.4 Структурна схема шафи КП-ТМ

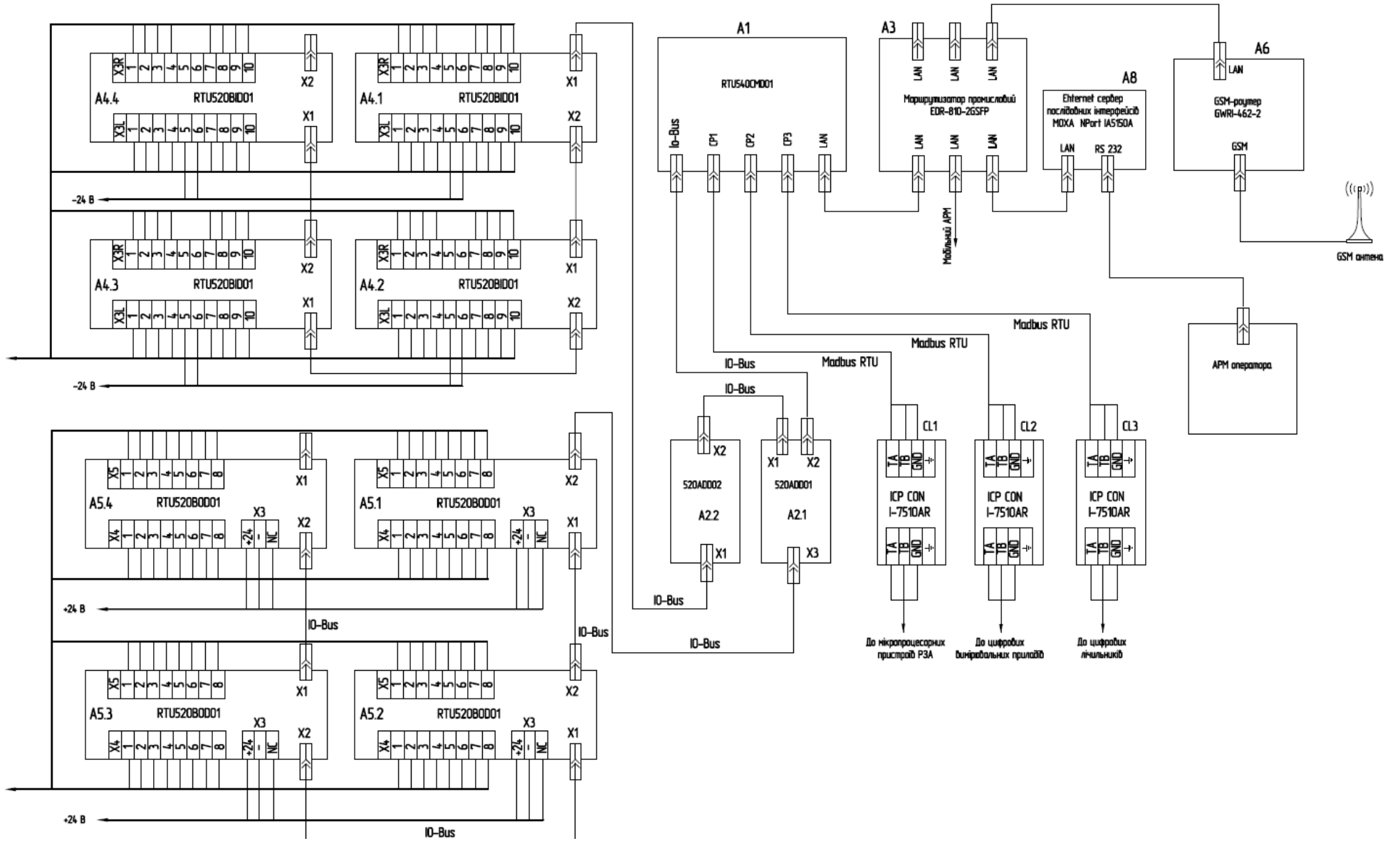


Рисунок 3.5 Схема інформаційних зв'язків

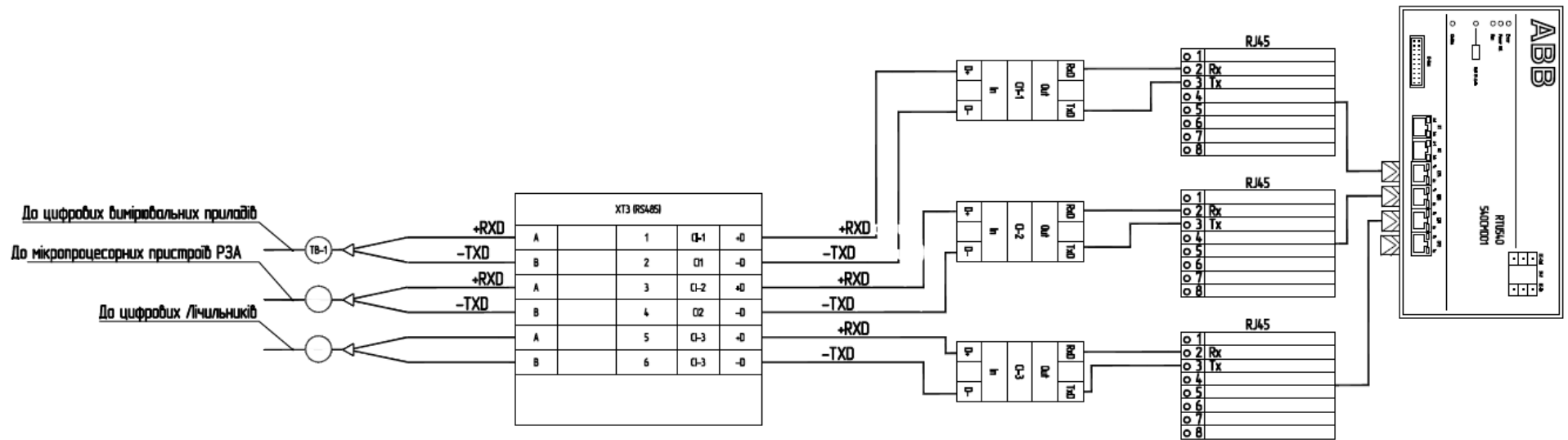
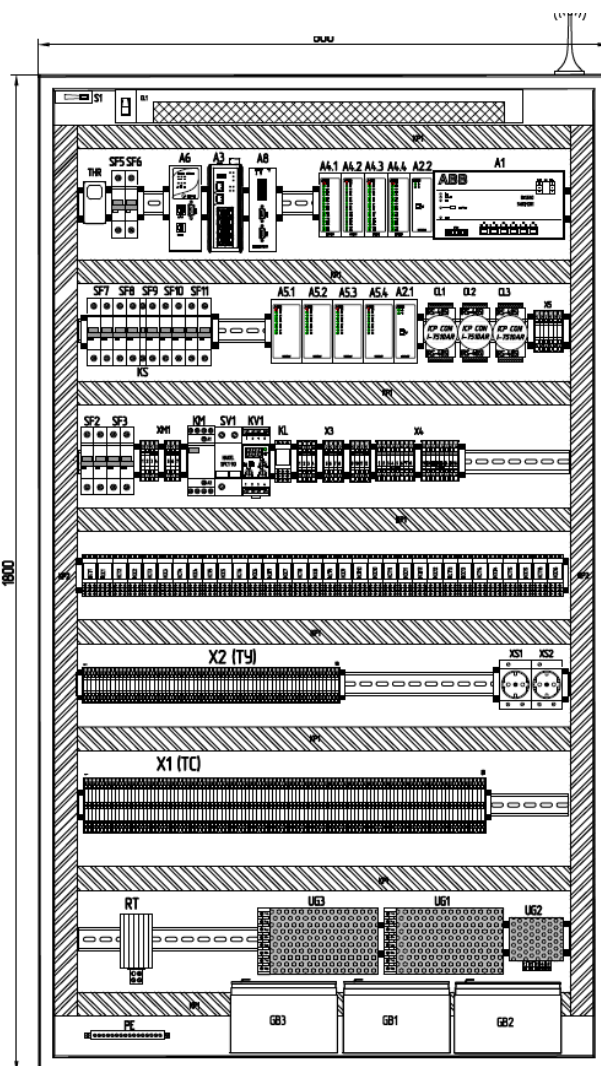


Рисунок 3.6 Схема приєднання зовнішні інформаційних пристроїв



	Металоконструкція набісного виконання з монтажною панеллю
A1	Процесорний модуль з 2x10BaseT/100BaseT LAN та 4xRS232/RS485, 7,5 W
A2.1-A2.2	Адаптер для підключення модулів вводу/виводу
A3	Маршрутизатор промисловий
AA.1-AA.4	Модуль дискретних виходів ТС-16, 24-60 VDC, 1 W
AS.1-AS.4	Модуль дискретних виходів ТУ-8, 24 VDC, 5 W, Imax=8A - 55 V DC
	Пристрій обчислювальний (флеш карта) Rel. 12 Basic license 750 DP, SD
A6	GSM роутер (HSDPA/HSUPA/EDGE/GPRS), 12-48 VDC; max 24W;
A8	Ethernet сервер послідовних інтерфейсів MOXA
CL1-CL3	Перетворювач інтерфейсів RS485-422/RS485-422, 10-30 VDC, 2,2 W ICP
	Антенна на мазнітній основі GSM/3G з кабелем 3 м, підсилена, роз'єм SMA
UG1	Блок живлення з функцією UPS 88-264V AC (124-370V DC) / 24VDC; 150W; max 5,0A - 24V
UG2	Блок живлення 18-36V DC / 24VDC; 25W; max 11A
UG3	Блок живлення з функцією UPS 88-264V AC (124-370V DC) / 12VDC; 150W;
GB1, GB2	Акумуляторна батарея 12В, 12 А*год
GB3	Акумуляторна батарея 12В, 40 А*год
KCC1-16	Інтерфейсне реле в зборі 2x8, 3 конт. цоколь, реле, модуль вистриг, ханчуні
KCT1-16	Інтерфейсне реле в зборі 2x8, 3 конт. цоколь, реле, модуль вистриг, ханчуні
KL	Проміжне реле в зборі 220В, 3 конт. цоколь, реле, модуль вистриг, ханчуні
KV1	Реле контролю напруги 1 ф. 220V (48-276V AC, 2 конт.)
KM	Контактор 1 ф. 250V AC/DC, 24 А, 2р, 3НО+1НЗ
THR	Термостат, 250 VAC, -10...+50°C
RT	Об'єднаний шафи КТ-ТМ, 250 VAC, 50 W
SF1, SF2	Вимикач автоматичний, Un -220В, In=63 А; In=16 А; 2р; Icu=6 кА, хар.В
SF3, SF4	Вимикач автоматичний, Un -220В, In=63 А; In=10 А; 2р; Icu=6 кА, хар.В
SF5	Вимикач автоматичний, Un -220В, In=63 А; In=4 А; 1р; Icu=6 кА, хар.В
SF6	Вимикач автоматичний, Un -220В, In=63 А; In=6 А; 1р; Icu=6 кА, хар.В
SF7, SF8, SF10, SF11	Вимикач автоматичний, Un -220В, In=63 А; In=6 А; 2р; Icu=6 кА, хар.В
SF9	Вимикач автоматичний, Un -220В, In=63 А; In=4 А; 1р; Icu=6 кА, хар.В
KS	Блок контактів до PL6-B4/1, Un -220В, In=6 А, Icu=1 кА 1пер.
SV1	Пристрій захисту від імпульсних перенапруг Un=230В; Imax=90кА; Pppm=16кВ
XS12	Розетка штепсельна з заземлюючим контактом на DIN-рейку, Un -250В, In=16 А; 1р; In-PE
EL1	Світильник світлодіодний LEDMAX T8-IP20-0.6L 18CW
KP1	Короб перфорований, 25x60 мм, L=2000 мм
KP2	Короб перфорований, 40x60 мм, L=2000 мм
S1	Кінцевий вимикач
X1	Клемник проміжний ТС в комплекті
X2	Клемник проміжний ТУ в комплекті
X3	Клемник ввідний 220В в комплекті
X4	Клемник розгалуження живлення 2x8 в комплекті
X5	Клемник проміжний RS485 в комплекті
XH1	Клемник захисту 220В в комплекті
PE	Шина PE
	DIN-рейка

Рисунок 3.7 Зовнішній вигляд комплекту пристрої телемеханіки

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 2.4 і табл. 2.5 [21].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{л} = (K_{пит} + K_{прок}) \cdot L, \quad (4.1)$$

де $K_{пит}$ - питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км [21];

$K_{прок}$ - питома вартість прокладання, тис. грн./км;

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1:

$$K_{л1} = (K_{пит} + K_{прок}) L = (52,4 \cdot 2 + 18,38) \cdot 0,082 = 10,09 \text{ тис.грн.}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	$K_{пит}$, тис.грн	$K_{прок}$, тис.грн	$K_{л}$, тис.грн
ЦРП - ТП1	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,082	52,4	18,34	10,0975
ЦРП - ТП2	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,075	52,4	18,34	9,2355
ЦРП - ТП3	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,157	52,4	18,34	19,333
ЦРП - ТП4	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,174	52,4	18,34	21,4264
Всього						60,0923

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

$$K_{\text{пс}} = \sum_{i=1}^l K_{\text{псі}} + K_{\text{пост}}, \quad (4.2)$$

де $K_{\text{псі}}$ – вартість однієї ТП, тис. грн. (табл. 2.7 і табл. 2.8 [1]);

З табл. 2.7–2.8 [21] визначаємо величину капіталовкладень для трансформаторних підстанцій, наприклад, для ТП–1:

$$K_{\text{псі}} = 370 \cdot 2 + 166,5 = 906,5 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 1.5.

Таблиця 4.2 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість т-рів	$K_{\text{од}}$, тис.грн	$K_{\text{пост}}$, тис.грн	$K_{\text{пс}}$, тис.грн
КТП-1	ТМ-630	2	370	166,5	906,5
КТП-2	ТМ-1000	2	440	198	1078
КТП-3	ТМ-630	2	370	166,5	906,5
КТП-4	ТМ-630	2	370	166,5	906,5
Всього					3797,5

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_{\text{в}} = 9 \cdot 45 = 405 \text{ тис. грн.}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 3797 + 405 = 4202,5 \text{ тис. грн.}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 60,09 + 4202,5 = 4262,5 \text{ тис. грн.}$$

4.2 Розрахунок поточних витрат

4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Чисельність робітників, яка необхідна для технічного обслуговування і поточного ремонту всього енергоустаткування та мереж, визначається виходячи з трудомісткості виконуваних робіт. При цьому рекомендується скористатися нормативами системи планово-попереджувальних робіт промислових електричних мереж.

Трудомісткість технічного обслуговування не залежить від змінності роботи споживачів, тому планується в розмірі 10% від трудомісткості поточного ремонту всіх прокладених електромереж, а для мереж заземлення та заземлювальних пристроїв, поточний ремонт для яких не планується, у розмірі 3% від вказаної в таблиці трудомісткості капі-тального ремонту.

Планова трудомісткість, відповідно, визначається як, люд.-год./рік:

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.3)$$

де Π – кількість ремонтів даного виду за рік, на одиницю обладнання;

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. (табл.2.12 [21]);

h – кількість обладнання певного діапазону потужності, що належить до цього виду ремонтних робіт.

Для схеми, представленої на рис.1 трудомісткість ремонту вимикачів 110кВ, люд.-год./рік:

$$T = 1 \cdot 20 \cdot 2 = 40.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 2.1.

Слід зазначити, що норми тривалості міжремонтних періодів і пов'язана з ними розрахункова кількість ремонтів за рік, розроблені для енергоустаткування, яке працює в двох змінах, тобто при $K_{\text{зм}}=2$. При іншій змінності вводиться поправочний коефіцієнт β_p , який знаходимо за табл. 2.15 [21].

Планова трудомісткість технічного обслуговування кожної групи енергетичного устаткування і мереж складає, люд.-год./рік:

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (4.4)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. (табл. 2.13 [21]);

$K_{\text{ср}}$ – коефіцієнт складності ремонту, який показує частку трудомісткості поточного ремонту, необхідну для технічного обслуговування одиниці енергетичного обладнання і мереж на кожен місяць планованого року, 1/міс, $K_{\text{с.р}} = 0,1$.

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 2.2.

Таблиця 4.3 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 10кВ	9,00	1,00	16,00	144,00	12,00	1,00	108,00
ТМ-630	6,00	0,33	90,00	178,20	12,00	7,00	504,00
ТМ-1000	2,00	0,33	120,00	79,20	12,00	20,00	480,00
Кабельна лінія 35 мм ² , км	0,49	1,00	30,00	14,64	1,00	10,50	5,12
Разом				217,53			1097,12

Таблиця 4.4 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 10кВ	9	3	0,1	12	518,4	626,40
ТМ-630	4	3	0,1	12	1296	1800
ТМ-1000	2	3	0,1	12	864	864
Кабельна лінія 35 мм ² , км	0,488	3	0,1	12	52,704	57,828
Разом					2731,104	3348,228

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність

$$H_{np} = \frac{T_{np}}{\Phi_d \cdot K_{в.н}}, \quad (4.5)$$

експлуатаційні робітники, чол.:

$$H_{обс} = \frac{T_{обс}}{\Phi_{обс} \cdot K_{в.н}}, \quad (4.6)$$

де T_{np} – річна планова трудомісткість поточного ремонту, люд·год;

Φ_d – дійсний (ефективний) фонд часу роботи одного робітника за рік; приймається рівним 1850-1900 год;

$K_{в.н}$ – плановий коефіцієнт виконання норм для даної категорії робітників. При розрахунках приймаємо для ремонтного персоналу $K_{в.н} = 1,10$, а для експлуатаційного - $K_{в.н} = 1,05$;

$T_{обс}$ – річна планова трудомісткість технічного обслуговування з урахуванням витрат праці на огляди, люд·год.

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{обс} = \frac{3348}{1900 \cdot 1,05} = 1,98,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{тр} = \frac{217,53}{1900 \cdot 1,1} = 0,109.$$

Приймаємо $H_{тр} = 2$ чол., $H_{обс} = 2$ чол.

4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Для розрахунку оплати праці експлуатаційних робітників рекомендується використовувати погодинно-преміальну систему, а для ремонтного персоналу – відрядно-преміальну. Преміювання експлуатаційних робітників здійснюється за безаварійну і надійну роботу енергообладнання та мереж, економію енергоресурсів, компенсацію реактивної потужності. Ремонтний персонал преміюється за високоякісне і своєчасне виконання ремонтних робіт.

Величина премії (відповідно до категорій енергоперсоналу) може бути прийнята в розмірі 20 і 25%.

Фонд прямої заробітної плати:

а) для робітників, зайнятих на роботах по експлуатації й обслуговуванню енергообладнання і мереж, розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_{\epsilon} = H_{обс} \cdot \beta_{н} \cdot t_{ге} \cdot \Phi_{д}. \quad (4.7)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{ге} = ((K3 + K4) / 2) \cdot C_1, \quad (4.8)$$

де $K3$, $K4$ – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [21];

C_1 – годинна тарифна ставка, що відповідає I розряду, визначається за формулою:

$$C_I = \frac{Z_{\min} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.9)$$

де Z_{\min} – мінімальний розмір заробітної плати;

$k_{r,i}$ – тарифний коефіцієнт робітника і-го розряду;

Φ_H – номінальний місячний фонд робочого часу ($\Phi_H = 22 \cdot 8 = 176$ год).

$$C_I = 6500 \cdot 1 / 176 = 36,9 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{ге} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 36,9 = 45,25 \text{ грн./год.};$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 45,25 \cdot 1900 = 112278 \text{ грн./рік};$$

б) для робітників, які виконують поточний ремонт енергоустаткування, фонд прямої заробітної плати розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_p = T_{пр} \cdot t_{гр}, \quad (4.10)$$

$$t_{гр} = ((K4 + K5) / 2) \cdot C_I, \quad (4.11)$$

де $K4$, $K5$ – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [21].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 36,9 = 48,56 \text{ грн./год};$$

$$\Phi_p = 217 \cdot 48,56 = 10537,52 \text{ грн./рік.}$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1 + 0,05 + 0,01 + \alpha), \quad (4.12)$$

де Φ – тарифний фонд Φ_e експлуатаційних робітників або фонд прямої заробітної плати Φ_p ремонтного персоналу, грн./рік;

0,01 – частка доплат за роботу у святкові дні;

0,05 – частка доплат за роботу в нічний час;

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 112278,6 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 141471 \text{ грн./рік,}$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 7757 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 10161,8 \text{ грн./рік.}$$

Величина додаткової заробітної плати визначається в розмірі 15% від фонду основної заробітної плати. Тому сумарна величина фонду з врахуванням додаткової заробітної плати складе, грн./рік:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15;$$

$$\Phi_{оед} = 141471 \cdot 1,15 = 162691 \text{ грн./рік;}$$

$$\Phi_{орд} = 10161 \cdot 1,15 = 11686 \text{ грн./рік.}$$

З метою утворення фонду соціального страхування здійснюються нарахування на заробітну плату. З цього фонду кошти витрачаються на виплату по тимчасовій втраті працездатності, оплату відпусток по вагітності, санаторно-курортні лікування й організацію відпочинку працівників, оздоровчі заходи для дітей працівників та інше.

Крім того, на заробітну плату здійснюються нарахування в пенсійний фонд та фонд зайнятості. Отже, витрати по заробітній платі ($C_{зп}$) розраховуються так, грн./рік:

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100}\right), \quad (4.13)$$

де β_{Π} – нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{\Pi} = 32\%$;

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зп} = 162691 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 219633 \text{ грн./рік};$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 11686 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 15776 \text{ грн./рік.}$$

4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Розрахунок необхідної на рік кількості основних матеріалів для усіх видів ремонтів і технічного енергетичного обслуговування устаткування та мереж розробляється на основі трудомісткості і існуючих норм витрат матеріалів (табл. 2.19) [21]. Якщо на окремі види матеріалів норми відсутні, підприємство розробляє їх самостійно і затверджує.

Розрахунок трудомісткості спрощується при виконанні його в табличній формі. Оскільки вартість конкретного виду матеріалу можна визначити як добуток норми його витрат на ціну, то доцільно по кожному виду устаткування і мереж визначити підсумкову вартість усіх матеріалів, а потім її помножити на трудомісткість поточного ремонту чи технологічного обслуговування.

Необхідні дані для розрахунку беремо з табл. 2.19 та 2.20 [21], результати розрахунків заносимо до таблиці 4.6.

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_{\text{м}} = 0,01 \times \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{\text{л0}} \right) \quad (4.14)$$

де C_{0i} – питома вартість витратних матеріалів на обслуговування і-го виду трансформаторів,

T_i – трудомісткість обслуговування і-го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

Сло – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу, грн.	Норми витрат матер. на 100 люд.-год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування		Вартість матеріалу, грн.	
Силові трансформатори		630,00	1000,00	630,00	1000,00
Сталь сортова, кг	20,08	5,00	6	100,38	120,46
Провід установлюваний, м	8,33	1,00	0,5	8,33	4,16
Мідь-алюміній (гола), кг	186,93	36,00	42	6729,48	7851,06
Картон електроізоляційний, кг	90,13	1,20	1,4	108,15	126,18
Лакотканина (ширина 700мм), м	249,96	0,15	0,2	37,49	49,99
Кабельний папір, кг	73,70	0,50	0,6	36,85	44,22
Стрічка кіперна, кг	250,50	2,50	4	626,25	1002,00
Стрічка тафтяна, кг	198,00	12,00	18	2376,00	3564,00
Стрічка азбестова, м	19,73	0,04	0,05	0,79	0,99
Лаки ізоляційні, кг	107,82	0,80	1,5	86,25	161,72
Емалі ґрунтові, кг	118,27	2,00	2,5	236,54	295,67
Масло трансформаторне, кг	36,54	0,30	0,58	10,96	21,19
Бензин, кг	18,54	0,60	0,7	11,12	12,98
Розчиники кг	52,25	0,70	0,8	36,58	41,80
Маслостійка гума, кг	134,03	0,30	0,4	40,21	53,61
Гума профільна, кг	134,03	0,12	0,13	16,08	17,42
Припій олов'яно-свинцевий, кг	1275,95	0,02	0,02	25,52	25,52
Припій мідно-фосфорний, кг	237,18	0,02	0,03	4,74	7,12
Електроди, кг	44,06	0,10	0,15	4,41	6,61
Засоби кріплення, кг	56,12	1,50	2	84,18	112,24
Дріт кручений, кг	7,32	0,12	0,3	0,88	2,19
Матеріали обтиску, кг	73,08	0,30	0,4	21,93	29,23
Разом:				10603,12	13550,37
Кабельні лінії					
Сталь сортова, кг	7,32	2		14,6328	
Електроди, кг	73,08	0,1		7,30836	
Разом:				21,94116	

Отже, вартість матеріалів, потрібних на ремонт:

$$C_{\text{мпр}} = 0,01 \cdot (178,2 \cdot 10603 + 79,2 \cdot 13550) = 26626 \text{ грн/рік};$$

і вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування:

$$C_{\text{мто}} = 0,01 \cdot (1800 \cdot 10603 + 626,4 \cdot 13550) = 275735 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 2.5 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Назва обладнання	Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год	Ремонт		Обслуговування	
		Загальна трудомісткість ремонтів	Вартість витрат матеріалів грн.	Загальна трудомісткість обслуговування	Вартість витрат матеріалів грн.
ТМ-630	10603,12	178,20	18894,76441	1800	190856,2062
ТМ-1000	13550,37	79,20	10731,89651	864	117075,2346
Кабелі	6,08	14,64	89,0112	57,828	351,59424
Всього витрат на матеріали			176655,8		308283,0351

Отже, можна розрахувати:

витрати на обслуговування електроустановок і мереж, тис. грн/рік:

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (4.15)$$

$$C_{\text{обс}} = 219633 + 275735 = 495369 \text{ грн/рік};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (4.16)$$

$$C_{\text{пр}} = 29626 + 15776 = 45402 \text{ грн/рік}.$$

4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.17)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 4262592 = 255755 \text{ грн/рік.}$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат виділяються інші витрати. Вони включають витрати на допоміжні матеріали, послуги виробничим підрозділам підприємства, частину загальнозаводських витрат. Їх можна приймати в розмірі 20 - 30% від суми витрат на обслуговування, поточний ремонт і амортизацію, тис. грн/рік:

$$C_{ip} = \beta_{ip}(C_{обс} + C_{пр} + C_a); \quad (4.17)$$

де β_{ip} – коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (495369 + 45402,9 + 255755) = 199131 \text{ грн/рік.}$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	1091463,49	66,43
Витрати на поточний ремонт	93884,67	5,71
Витрати на амортизацію	129096,48	7,86
Інші витрати	328611,16	20,00
Разом	1643055,81	100

4.3 Розрахунок собівартості електроенергії

4.3.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленної (номінальної) потужності усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{п} \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.18)$$

де P_p – розрахункова потужність і-го цеху, кВт;

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для першого цеху:

$$E_{a1} = 530,53 \cdot 2750 = 1894750 \text{ кВт·год./рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 3.1.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.8 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	S_p , кВА	T_m , год.	$\cos \varphi$	P_p , кВт	E_a , кВт·год./рік
ЦТП1	1	689	2750	0,77	530,53	1894750
ЦТП2	1	1173	2750	0,83	973,59	3225750
ЦТП3	1	987	2750	0,78	769,86	2714250
ЦТП;	1	600	2750	0,81	486	1650000
Всього						9484750

Для визначення повної потреби підприємства в електроенергії необхідно до отриманого результату додати втрати електроенергії в лініях і трансформаторах.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_{\text{м}}^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.19)$$

де $I_{\text{м}}$ – максимальний струм у лінії, А;

$$R = r_0 \cdot L,$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км (див. табл. 2.25 [21]),

Величина τ визначається за часом використання максимального навантаження $T_{\text{м}}$:

$$\tau_{\text{м}} = \left(0,124 + \frac{T_{\text{м}}}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{2750}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 1394 \text{ год.}$$

Для лінії ГПП –ТП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ГПП до ТП1.:

$$R = 0,769 \cdot 0,082 = 0,063 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ГПП-ТП1:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot 1 \cdot 23^2 \cdot 0,09 \cdot 1394 \cdot 10^{-3} = 279 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	$I_{\text{м}}$, А	R, Ом	τ , год./рік	Rпит, Ом/км	$\Delta E_{\text{л}}$, кВт·год.
ЦРП - ТП1	АПвЭБВ-10 3х35	2	0,082	23	0,06	1394,60	0,77	279,12
ЦРП - ТП2	АПвЭБВ-10 3х35	2	0,188	27	0,14	1394,60	0,77	881,89
ЦРП - ТП3	АПвЭБВ-10 3х35	2	0,117	31	0,09	1394,60	0,77	723,50
ЦРП - ТП4	АПвЭБВ-10 3х35	2	0,174	35	0,13	1394,60	0,77	1371,55
Разом								3256,06147

Втрати електроенергії в трансформаторах визначають за формулою, тис. кВт·год./рік:

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.20)$$

де n - кількість трансформаторів;

$\Delta P_{кз}$ і ΔP_{xx} – величини номінальних втрат у трансформаторах, відповідно, при короткому замиканні і холостому ході, кВт;

T_p - час роботи трансформаторів, год./рік (приймається рівним 8760 год./рік);

S_ϕ - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах КТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 1,68 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 7,6 \cdot \left(\frac{689}{630} \right)^2 \cdot 1394 = 31018 \text{ Вт} \cdot \text{год./рік.}$$

Для інших КТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_H , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-630	2	1,68	7,6	689	630	31018,24085
КТП-2	ТМ-1000	2	2,4	7,6	1173	1000	43870,92805
КТП-3	ТМ-630	2	1,68	8,6	987	1001	30891,15353
КТП-4	ТМ-630	2	1,68	9,6	600	1002	30033,66487
Разом							135813,9873

Загальна потреба підприємства в електроенергії, кВт·год./рік:

$$E = E_a + \Delta E_{л} + \Delta E_T; \quad (4.21)$$

$$E = 9484750 + 3256 + 135813 = 9623820 \text{ кВт} \cdot \text{год./рік.}$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$\Pi_1 = v \cdot E / 100, \text{ грн.},$$

де v – ставка тарифу за 1 кВт·год споживаної активної електроенергії, грн.;

E – кількість енергії, що споживається, врахована по лічильнику.

$$\Pi_1 = 3,66 \cdot 9623820 = 33223181 \text{ грн.}$$

4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВт·г:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.22)$$

де $C_{\text{сум}}$ – величина сумарних витрат підприємства на електроенергію, тис.грн/рік;

E_a – річна кількість корисно споживаної підприємством електроенергії, тобто без врахування втрат у лініях і трансформаторах, кВт·год./рік.

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\Pi}, \quad (4.23)$$

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

C_{Π} – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

Річні витрати промислового підприємства, зв'язані з передаванням і розподілом електричної енергії, включають такі складові, тис.грн/рік:

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (4.24)$$

де $C_{\text{обс}}$ – витрати підприємства на матеріали та зарплату персоналу при обслуговуванні електромереж і устаткування, грн/рік.;

$C_{\text{пр}}$ – річні витрати на поточний ремонт устаткування і мереж, грн/рік;

C_a – амортизаційні відрахування при експлуатації електроустановок підприємства, грн/рік;

$$C_{\pi} = 495369 + 45402 + 255755 + 199131 = 995659 \text{ грн/рік.}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 9623820 + 995659 = 36218851 \text{ грн/рік.}$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{36218851}{9623820} = 381.86 \text{ коп./кВт}\cdot\text{год.}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.11 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	9484750	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	9623820,049	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	35223181,38	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{π}	995659,9639	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	36218841,34	грн.
Собівартість електроенергії	S	381,8639536	коп/кВт·год.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі випускної магістерської дипломної роботи розробляються заходи з охорони праці в процесі підвищення якості електропостачання ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод». В процесі експлуатації електроустановок персонал попадає під вплив різноманітних небезпечних і шкідливих виробничі фактори. Аварії машин і механізмів, які використовуються на заводі, а також невиконання правил по безпечній їх експлуатації може призвести до серйозної загрози життю та здоров'ю технологічного персоналу через небезпеку професійних захворювань і травмувань під час будівництва.

Відповідно до ГОСТ 12.003-74, на електротехнічний персонал, який здійснює експлуатацію електроустановок, впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори [26, 28]:

Фізичні:

- рухомі машини і механізми;
- вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та понижена рухливість повітря;
- підвищена та понижена вологість повітря;
- підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони;
- недостатність природного освітлення;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні

землі (підлоги);

- гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання.

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово–психічні перевантаження (монотонність праці, емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів).

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Електробезпека

Живлення силового обладнання заводу та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – особливо небезпечні, так як роботи виконуються назовні приміщень.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [29, 30]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, потрібно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

3) Електрозахисні засоби захисту. Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний

перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Експлуатація ручного електроінструменту дозволяється у разі дотримання таких вимог: перед кожною видачею інструменту в роботу повинна бути перевірена його комплектність та надійність кріплення деталей, справність захисного кожуху, кабелю (рукава); перед початком роботи повинна бути перевірена справність вимикача та машини на холостому ході; під час перерв у роботі, після закінчення роботи, під час змащування, очищення, заміни робочого елемента інструменту ручні машини необхідно вимкнути та від'єднати від електричної мережі; ручні машини, маса яких із розрахунку на руки працюючого, перевищує 10 кг, повинні мати пристрій для підвішування; під час роботи з ручними машинами на висоті необхідно використовувати засоби підмоцнення (помости); нагляд за експлуатацією ручних машин необхідно доручати спеціально призначеній для цього особі.

5.1.2 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час робіт з електровимірювальними кліщами і вимірювальними штангами

Вимірювання електровимірювальними кліщами і вимірювальними штангами в установках напругою понад 1000 В мають проводити дві особи: одна з групою IV, інші — з групою III. Ремонтниками вимірювання проводиться за нарядом, оперативними працівниками — за розпорядженням. В електроустановках напругою до 1000 В працювати з електро-вимірювальними кліщами може одна людина, що має групу III.

Для вимірювань слід застосовувати кліщі з амперметром, що встановлений на їх робочій частині. Використання кліщів з винесеним амперметром не допускається. Вимірювання в електроустановках напругою понад 1000 В необхідно проводити в діелектричних рукавичках і калошах (або стоячи на ізолювальній основі), в захисних окулярах. Кліщі необхідно тримати у висячому положенні. Забороняється нагинатися до амперметра під час відрахунку показників.

Під час проведення вимірювань забороняється торкатися приладів, проводів і вимірювальних трансформаторів. Вимірювання можна проводити лише на ділянках шин, конструктивне виконання яких, а також відстань між струмовідними частинами різних фаз і між ними та заземленими частинами виключають можливість електричного пробоя між фазами або на землю через зменшення ізоляційних відстаней за рахунок робочої частини кліщів.

На кабелях напругою понад 1000 В користуватися для вимірювання електровимірювальними кліщами дозволяється лише в тих випадках, коли жили кабелю ізолювані і відстань між ними не менша 250 мм. Вимірювання електровимірювальними кліщами на шинах напругою до 1000 В слід виконувати, стоячи на підлозі або на спеціальних підмостках.

Під час вимірювань струмів пофазно з допомогою кліщів в установках напругою до 1000 В у разі горизонтального розташування фаз необхідно перед проведенням вимірювань обгородити кожен фазу ізолювальною прокладкою. Вказані операції проводяться в діелектричних рукавичках.

Підніматися на конструкцію або телескопічну вежу для проведення робіт слід без штанги. Піднімати штангу необхідно за допомогою канату, утримуючи її в вертикальному положенні робочою частиною догори. Застосовувати металеві канати для піднімання штанги забороняється. Під час піднімання не допускається розгойдувати штангу і вдаряти нею об тверді предмети. Під час піднімання на незначну висоту дозволяється передавати штанги з рук в руки. Забороняється проводити роботи з вимірювальними штангами під час грози, туману, дощу або мокрого снігу. Під час роботи з штангою слід витримувати нормовані відстані від струмопровідних частин до працівника.

Вимірювання на опорах ПЛІ напругою до 1000 В може проводити одна особа, стоячи на кігтях (лазах) і надійно прикріпившись стропом запобіжного паска до опори. Забороняється виконувати вимірювання на ПЛІ, стоячи на драбині. Забороняється проведення вимірювань на повітряних лініях з опор, які мають заземлювальні спуски.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1. Мікроклімат

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт) [31]. Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на постійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Теплий	Пб	16-27	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	15-21	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається [7]:

- в холодну пору року використання калорифера;
- в літню пору застосування вентиляторів обдуву;
- провітрювання приміщення.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та цемент, їх ГДК [31] наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4
Цемент	6		4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [32]:

- провітрювання приміщення;

- цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи лінії;
- встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3. Виробниче освітлення

Природне освітлення.

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (e_n). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

Штучне освітлення.

Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місцеве освітлення – освітлення, яке створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Характеристика зорових робіт – малої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [33] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г» (таблиця 5.3).

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати

головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	б	малий	середній	-	200	3	1,8

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.2.4. Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки» [34] (таблиця 5.4).

Шум порушує нормальну роботу шлунку, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі;
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи системи електропостачання ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах дії загрозливих чинників НС

Стійкість об'єктів електроенергетики у надзвичайних ситуаціях є важливою в мирний і в воєнний час з точки зору роботи промислового

комплексу та обороноздатності держави. Один із самих уразливих елементів електричних систем це відкриті лінії електропередач, так як це обладнання відкритого типу постійно зазнає впливу різних факторів і дуже уразливе при дії екстремальних природних явищ. Тому для забезпечення надійної роботи ліній електропередач необхідно забезпечувати її захист різними пристроями в залежності від виду впливів.

Системи електропостачання, як частина енергетичного господарства зустрічається повсюди, тому їх функціонування є надзвичайно важливим при НС. Вихід з ладу системи електропостачання збільшить кількість жертв в разі і призведе до зупинки підприємств, викидів небезпечних речовин, зупинки об'єктів інфраструктури тощо.

Найбільш піддаються впливу електромагнітного імпульсу (ЕМІ) системи управління, сигналізації електропостачання. ЕМІ ушкоджують напівпровідникові прилади, резистори, конденсатори. ЕМІ має велику небезпеку для апаратури, добре захищеної від впливу інших загрозливих чинників. Слід також пам'ятати, що механічний захист апаратури не захищає від впливу ЕМІ. Апаратура може бути знищена навіть знаходячись у надійних спорудах.

Системи електропостачання в умовах НС вони повинні працювати без перебоїв, тому розробка заходів щодо покращення їх роботи в умовах ЕМІ та дії іонізуючих випромінювань є актуальною задачею при проектуванні.

Дія електромагнітного імпульсу також може призвести до загоряння чутливих електричних та електронних елементів, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях СЕП. Електромагнітний імпульс пробиває ізоляцію, елементи, викликає коротке замикання тощо. Саме тому є необхідність запобіганню при дії цього фактору на електричне та електронне обладнання. Він може призвести до загорання чутливих електричних та електронних елементів, а також до серйозних порушень в контрольних пристроях. ЕМІ пробиває ізоляцію, випалює елементи мікросхем, викликає коротке замикання. Це призводить до пожеж та знеструмлення. Саме

тому є необхідність дослідження впливу цього фактору на обладнання ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод».

5.3.1 Дослідження безпеки роботи СЕП ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах дії іонізуючих випромінювань

За критерій безпеки роботи СЕП заводу в цих умовах приймається таке максимальне значення дози опромінення елементної бази, при якому в елементній базі можуть виникнути зміни, але СЕП ще буде працювати з необхідною якістю. Максимально допустимі значення потужності дози елементів СЕП наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.5 – Максимально допустимі потужності дози СЕП.

№	Блок	Елементи блоків СЕП	$P_{гр,i}$ (Р/год)	$P_{гр}$ (Р/год)
1	БЖ	Транзистори КТЗ102В	10^5	10^4
		Діоди загального призначення S1M	10^5	
2	БП	Конденсатори SMD1206 Inf, 16V	10^6	
		Резистори SMD1206 0,125 - 10кОм	10^6	
3	БКП	Мікросхеми PIC16F877	10^4	
		Діелектрики GTP15	10^4	

1. За мінімальним значенням $p_{гр}$ (див. табл. 5.1) межа стійкості $p_{гр}$ роботи системи складає $p_{гр} = 10^4$ (Р/год).

2. Для оцінки безпеки роботи СЕП ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» визначається граничне значення потужності дози гамма-випромінювання ($p_{гр}$) за наступною формулою:

$$P_{гр} = K \times p_{гр} \times K_{пос}, \quad (5.1)$$

де: K – коефіцієнт надійності, $K = 0,9..0,95$;

$p_{гр}$ – рівень радіації, що відповідає початку зворотних змін найменш стійкого елемента;

$K_{пос}$ – коефіцієнт послаблення радіації ($K_{пос} = 2$),

$$P_{гр} = 0,94 \times 10^4 \times 2 = 1,88 \times 10^4 \text{ (Р/год)},$$

1. З вище наведених розрахунків можна зробити висновок, що безпека в умовах дії іонізуючих випромінювань буде забезпечуватись, якщо радіація в умовах експлуатації не перевищуватиме $P_{гр} = 1,88 \times 10^4$ (Р/год).

2. Розрахуємо допустимо максимальний час перебування приладу на території в умовах дії іонізуючих випромінювань та ЕМІ:

$$D_m = \frac{2P_{zp}(\sqrt{t_K^2} - \sqrt{t_{II}^2})}{1}, \quad (5.2)$$

де: $t_{доп} = 12,342 \times 10^3$ (год).

Отже система електропостачання буде працювати безпечно в умовах іонізуючих випромінювань.

5.3.2 Дослідження безпеки роботи ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах дії електромагнітного імпульсу

В якості показника безпеки елементів системи до дії електромагнітного імпульсу використовують коефіцієнт безпеки [20]:

$$K_6 = 20 \lg \frac{U_\delta}{U_{B(\Gamma)}} \geq 40 \text{дБ}, \quad (5.3)$$

де U_δ - допустиме коливання напруги живлення;

$U_{B(\Gamma)}$ - напруга наведена за рахунок електромагнітних випромінювань у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних системах.

Спочатку визначається допустиме коливання напруги живлення:

$$U_\delta = U_{жс} + \frac{U_{жс}}{100} \cdot N, \quad (5.4)$$

де N - допустимі коливання (приймається $N = 5\%$)

Шляхом підстановки числових даних в (5.4) отримується:

$$U_\delta = 12 + \frac{12}{100} \cdot 5 = 12,6(B).$$

Визначається максимально очікувана напруга в горизонтальних лініях:

$$U_B = \frac{U_{\partial}}{\frac{K}{10^{20}}} \quad (5.5)$$

Після підстановки числових даних:

$$U_B = \frac{12,6}{\frac{40}{10^{20}}} = 0,126(B).$$

З формули визначається горизонтальна складова напруженості електричного поля [40]:

$$U_B = E_{\Gamma} \cdot l_B. \quad (5.6)$$

Отже, E_{Γ} визначається:

$$E_{\Gamma} = \frac{U_B}{l_B}. \quad (5.7)$$

Після підстановки числових даних в формулу (5.7):

$$E_{\Gamma} = \frac{0,126}{5} = 0,0252(B/m).$$

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається з формули [41]:

$$E_{\Gamma} = 10^{-3} \cdot E_B. \quad (5.8)$$

Тоді E_B буде:

$$E_B = 0,0252 \cdot 1000 = 25,2(B/m).$$

5.3.3 Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи СЕП ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах надзвичайних ситуацій

Для підвищення безпеки роботи СЕП заводу необхідно використовувати екранування РЕА і довгих ліній. Для цього визначимо перехідне гасіння енергії електричного поля сталевим екраном.

Розрахуємо товщини захисних екранів:

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}}, \quad (5.6)$$

де f - найбільш характерна частота, ($f = 15$ кГц).

Для блоків системи електропостачання:

$$t_1 = \frac{40 - 38.72}{5.2 \cdot \sqrt{15000}} = 0.0025 \text{ (см);}$$

Обираємо товщину стінки на порядок вище, для того щоб забезпечити необхідний захист обладнання. Приймемо $t=1$ мм.

$$A = 5,2 * 0,102 * \sqrt{15000} = 65 \text{ (дБ)}.$$

Отже нам потрібно взяти сталевий екран товщиною 1 мм, який забезпечує згасання енергії електричного поля не менше 65 дБ.

Висновки. Також в результаті проведених розрахунків визначено, що безпека роботи СЕП ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» забезпечується при рівні радіації до $1,88 \times 10^4$ (Р/год). До дії ЕМІ на систему електропостачання необхідно застосовувати екранування РЕА і довгих провідників це суттєво підвищує її стійкість в умовах дії електромагнітного імпульсу. В результаті застосування екранів СЕП буде працювати стійко аж до значення напруженості вертикальної складової 25,2 В/м. Ще одним не реалізованим напрямком підвищення безпеки роботи СЕП ПАТ «Могилів-Подільський машинобудівний завод» є зменшення струмопровідних провідників шляхом вдосконалення схемоустаткування пристроїв.

ВИСНОВОК

В даній магістерській роботі розроблена система Приватного акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод».

Проведені розрахунки навантажень підприємства з використанням метода коефіцієнтів попиту. На основі цих даних проведено подальший вибір обладнання.

Створено математичні моделі для автоматизованого вибору основного обладнання СЕП, що дозволяють більш ефективно проектувати систему електропостачання підприємства. Було проведено вибір живлячої кабельної лінії, кабельних ліній електропередач внутрішньозаводської мережі та потужність цехових трансформаторних підстанцій з оптимальним критерієм – мінімізацією річних приведених затрат. Виконані задачі, які демонструють переваги методів автоматизованого прийняття техніко-економічних та оптимізаційних рішень.

За допомогою методів коефіцієнтів попиту та коефіцієнтів використання і електронного процесора Excel, було визначено середні і розрахункові навантаження цехів та підприємства загалом, а саме повна середня потужність підприємства 2879 кВА, а повна розрахункова потужність з урахуванням коефіцієнта одночасності 3316 кВА. Також визначена питома густина навантаження підприємства (0,09 кВА/м²).

Було проаналізовано сучасні засоби автоматизації в електроенергетиці. Розроблено середній та нижній рівень автоматизованої системи диспетчерського управління центрального розподільчого пункту заводу.

засоби для підвищення енергоефективності підприємства, що в свою чергу дозволить підвищити конкурентоспроможність виготовленої продукції на ринку через зменшення затрат на виробництво готової продукції.

Розглянуті питання охорони праці, прийняті технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта, гігієни праці та виробничої санітарії, а також пожежної безпеки. Дана оцінка безпеки роботи системи електропостачання Приватного

акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод» в умовах дії сейсмічних коливань та електромагнітного імпульсу.

Основним технічним засобом автоматизованого проектування, використаним в роботі, є ПЕОМ. Серед програмних засобів, що використані в роботі для автоматизованого проектування, найголовнішим є електронний процесор EXCEL та текстовий процесор WORD. Для визначення оптимальних проектних рішень використані математичні методи теорії прийняття рішень, реалізовані в електронному процесорі EXCEL.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурбело М. Й. Розрахунок систем електропостачання: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. – 193 с.
2. Бурбело М. Й., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
3. Правила улаштування електроустановок. - 6-те вид., переробл. й доповн. - X .: Міненерговугілля України, 2017.
4. РТМ 36.18.32.4-92 Указания по расчету электрических нагрузок.
5. ГОСТ 14209-97 Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов.
6. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT) Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання.
7. СН 174-75 Инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятия.
8. СН 357-77 Инструкция по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий.
9. РД 153-34.0-15.501-00 Контроль качества электрической энергии
10. Підтримка MS Office [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://office.microsoft.com/uk-ua/support>
11. Приемы работы с Excel [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://msexcel.ru/content/blogcategory/25>
12. Камінський А. В. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж : монографія / А. В. Камінський, Б. І. Мокін – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2005. –122с
13. Конспект лекції з дисципліни САПР СЕП.
14. Руководство Mathcad [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad>

15. Электроснабжение: учебное пособие по дипломному проектированию / Л.С. Синенко, Т.П. Рубан, Ю.П. Попов.– Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
16. Каталог конденсаторных установок [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kpenri.com.ua/-prod02.php>
17. Рахимова, Юлия Игоревна. "Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях." (2011).
18. Петров, Д. В. "Экономические вопросы энергосбережения и энергоаудита: Учебное пособие." *Раменское: ИПК ТЭК 72* (2012).
19. Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 8-й Международной научно-технической конференции (16 - 17 мая 2012 года, г. Москва, ГНУ ВИЭСХ). В 5-ти частях. Часть 1. Проблемы энергообеспечения и энергообеспечения. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. - 384 с.
20. Рой В. Ф., Кравченко Ю. П. Системи діагностування, контролю, керування та захисту електроенергетичних установок і комплексів : конспект лекцій для аспірантів першого року навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 128 с.
21. Офіційна web-сторінка фірми АВВ. RTU500 series enables secure and robust fleet management with the 12.6 release. [Електронний ресурс]. URL: <https://new.abb.com/news/detail/55300/rtu500-series-enables-secure-and-robust-fleet-management-with-the-126-release> .
22. Миндрин А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2006. - №5.
23. Демов О. Д., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві: Навчальний посібник / О.Д. Демов, О.О. Бірюков, Л.М. Мельничук – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 92 с.
24. Афанасьев Н. А., Юсипов М. А. Система технического обслуживания и ремонта оборудования энергохозяйств промышленных предприятий / Н.А. Афанасьев, М.А. Юсипов – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.

25. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. Чинний від 1995-01-01. — Київ: Держспоживстандарт України, 1995. — 65 с.
26. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.
27. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.
28. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
29. . ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
30. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
31. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
32. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
33. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
34. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01].

URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

35. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

36. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 2021-01-22]. Вид. офіц. К. : МВС України, 2014. 47 с.

37. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 84 с.

38. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 75 с.

39. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 31 с.

40. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-02-01]. Вид. офіц. К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 35 с.

41. Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. Наказ МВС № 765 від 28.10.2020. [Чинний від 2021-01-26]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

“ ___ ” _____ 2022р.ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМд.т.н., проф. Бурбело М.Й. _____
“ ___ ” _____ 2022 р.**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Підвищення якості електропостачання Приватного акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод»

Науковий керівник:

Ph. D., ст. викл. Лобода Ю. В.. _____

(підпис)

Виконавець: студентка гр. ЕСЕ - 20м

Гримчак Ю. П. _____

(підпис)

Вінниця 2022 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 65 від 24.03.2022.

Дата початку роботи 16.05 .2022р.

Дата закінчення роботи 10.06.2022.

2. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

а) мета – розробка системи автоматизованої системи диспетчерського управління.

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

Генплан підприємства (рисунок А.1); відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства (таблиця А.1); відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

3.1 Методичні вказівки до оформлення дипломних проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. Г.Л. Лисенко, А.Г. Буда, Р.Р. Обертюх. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 60 с,

3.2 Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - X .: Міненерговугілля України, 2014.

3.3. М.Й. Бурбело «Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків».- Вінниця: ВНТУ, 2005р.

3.4 ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

3.5 Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентами спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Л.Б. Терешкевич, О.Д. Демов, Ю.А. Шулле. – Вінниця: ВНТУ, 2006р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження	16.05	20.05
4.2 Проведення дослідних розрахунків	23.05	27.05
4.3 Розробка робочих креслень	30.05	03.06
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	06.06	10.06

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстровані матеріали, анотація до МКР українською та іноземною мовою.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

Робота приймається на проміжних контрольних перевірках, попередньому захисті та захисті в ДЕК.

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Таблиця А.1 - Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Назва цеху	Навантаження цеху, кВт
1	Заводоуправління	30
2	Склад	25
3	Ковальський цех	170
4	Енергомеханічний відділ	75
5	Їдальня	30
6	Компресорна	361
7	Цех точного литва	81
8	Модельний цех	45
9	Механічний цех	1287
10	Відкритий склад металу	11
11	Механоскладальний цех	800
12	Майданчик козлового крану	18
13	Хімічний склад	10
14	Тарний цех	16
15	Транспортний цех	45
16	Гараж	13
17	Ливарний цех	290
18	Склад	12
19	Парова котельня	160
20	Склад готової продукції	18
21	Цех металоконструкцій	120
22	Дільниця випробування котлів	16
23	Цех нової техніки	140
24	Прохідна	8

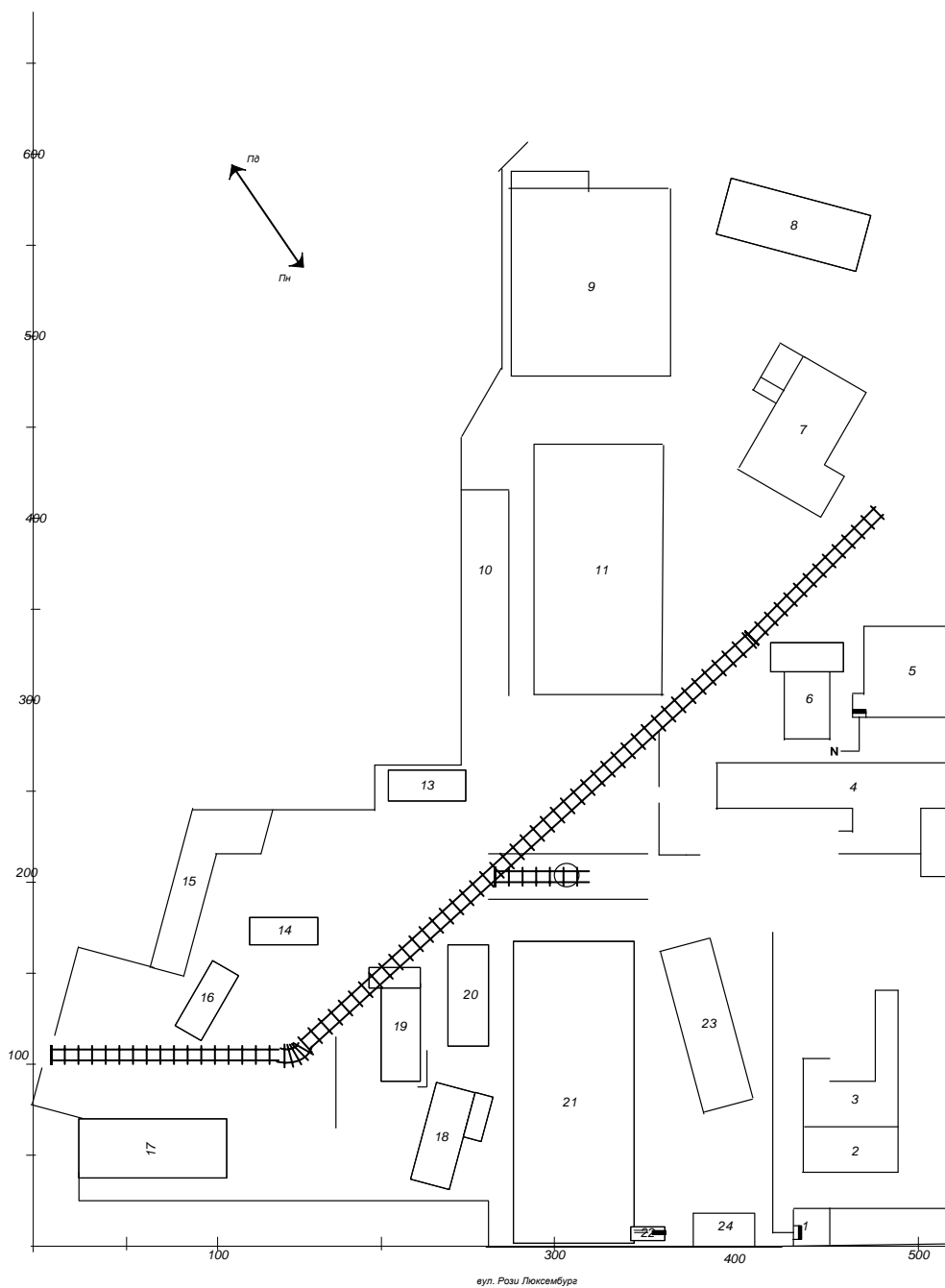
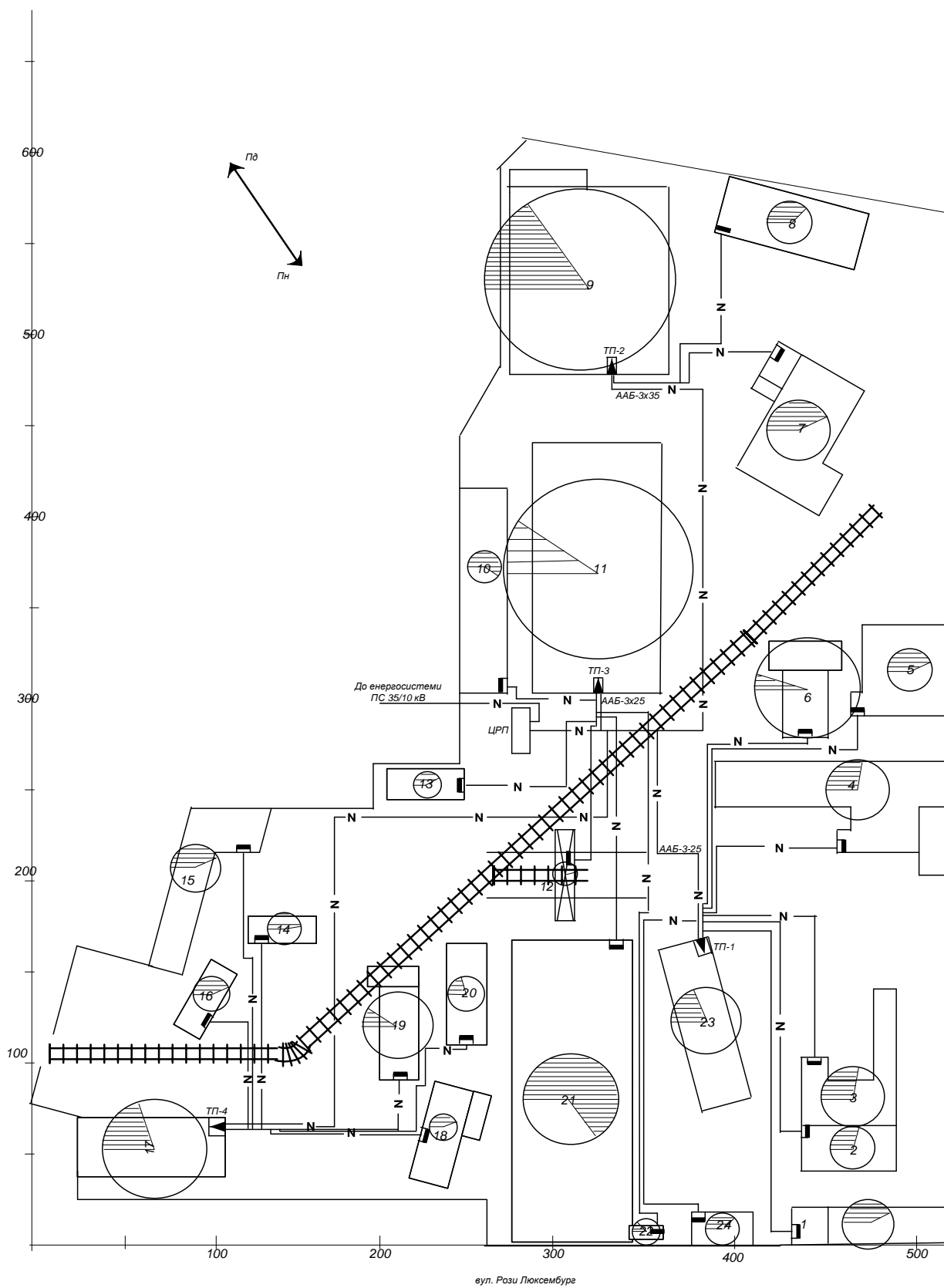
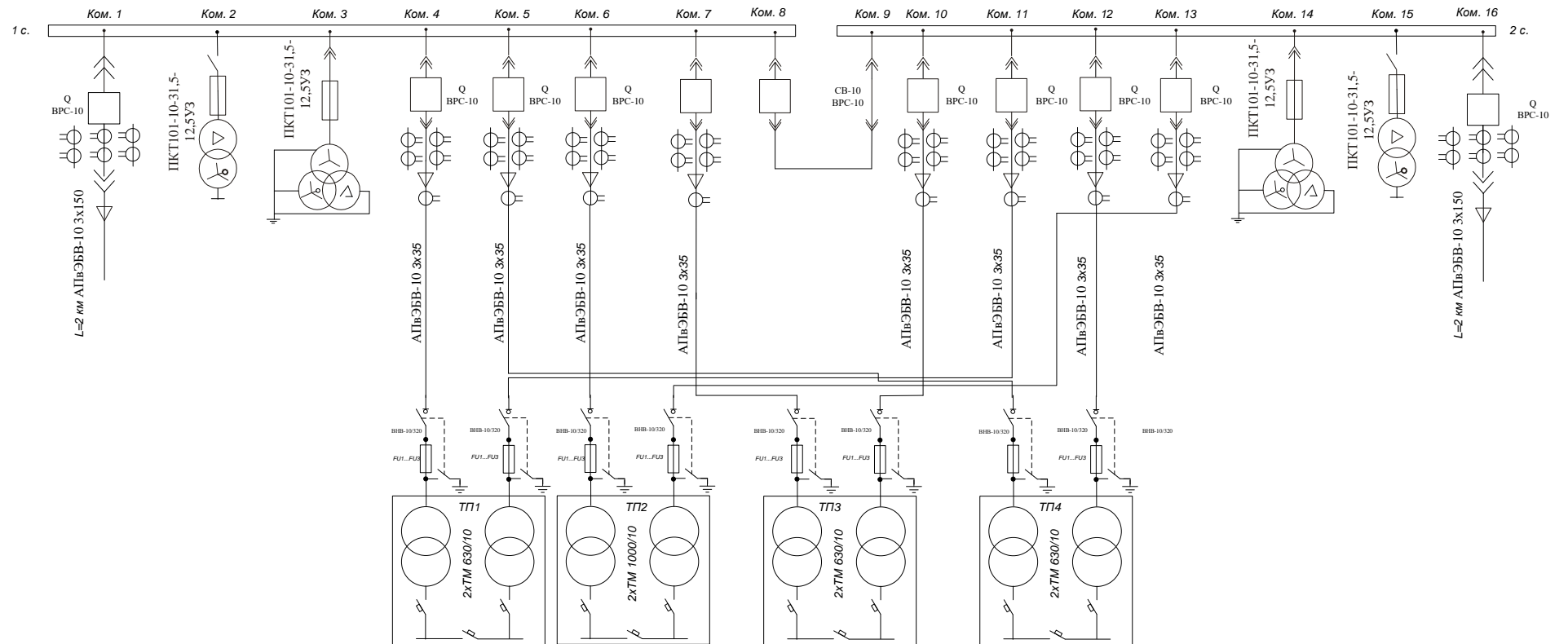


Рисунок А.1 - Генплан

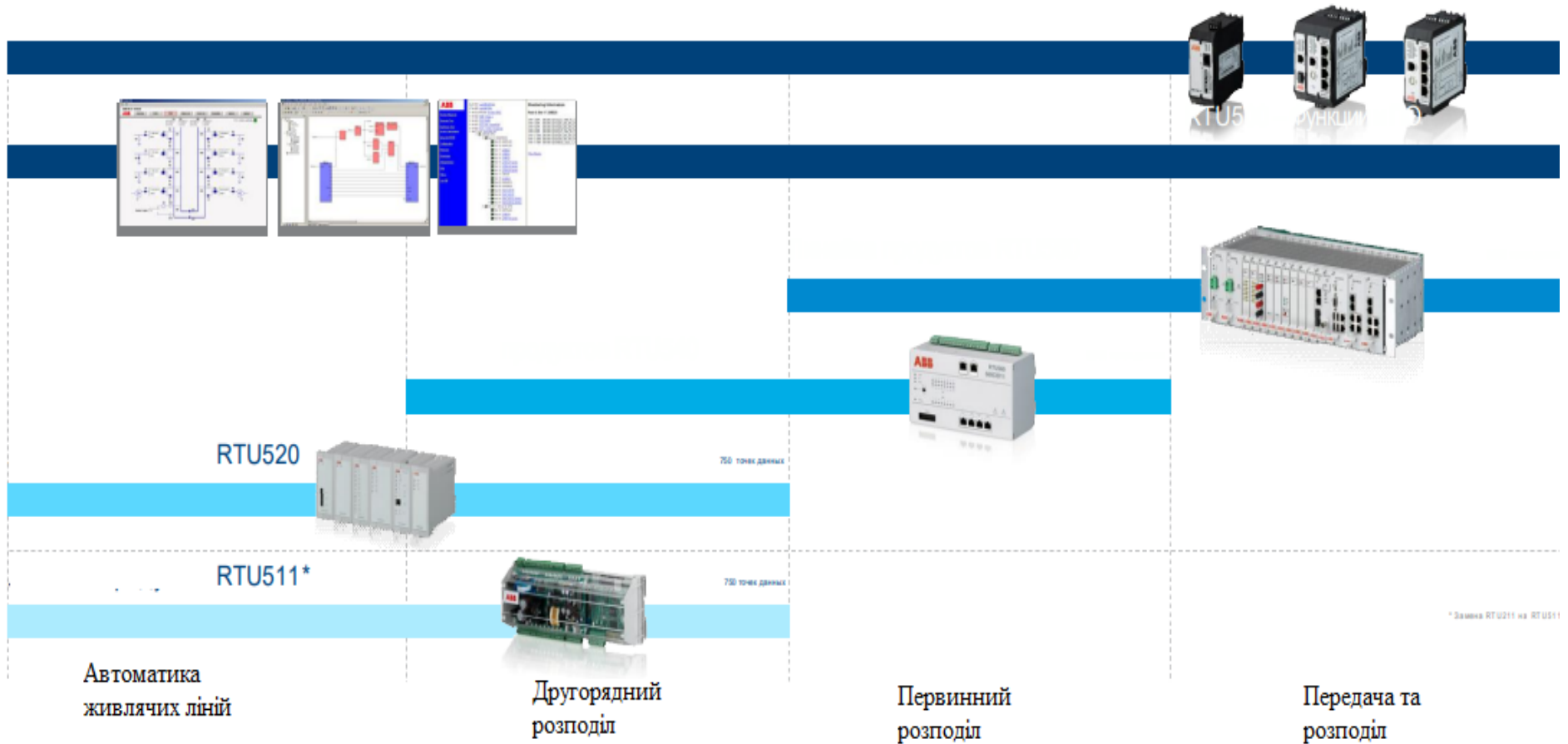
Додаток Б – Генплан підприємства



Додаток В – Однолінійна схема підприємства

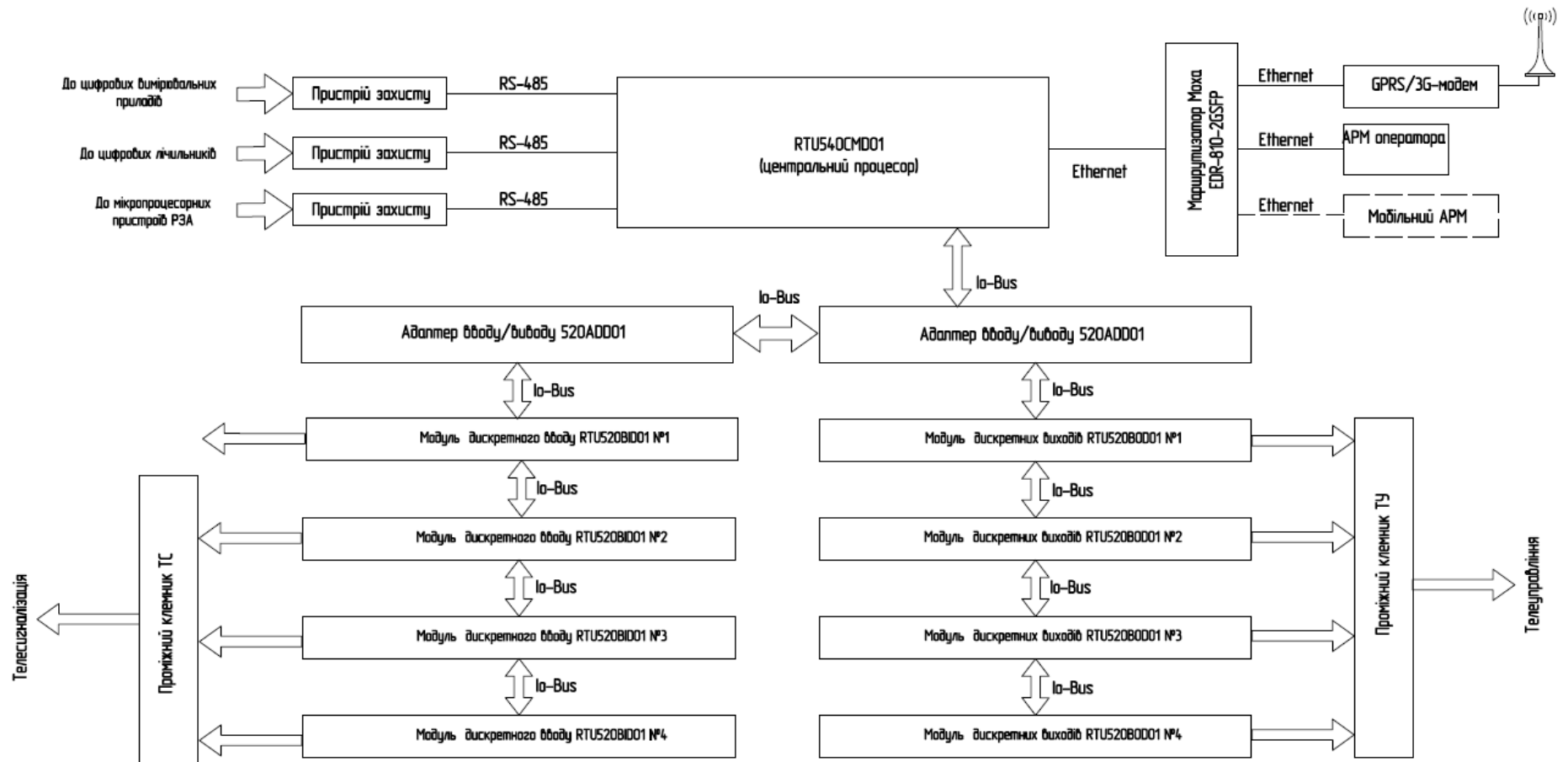


Додаток Г – Лінійка продуктів АСДУ компанії АВВ

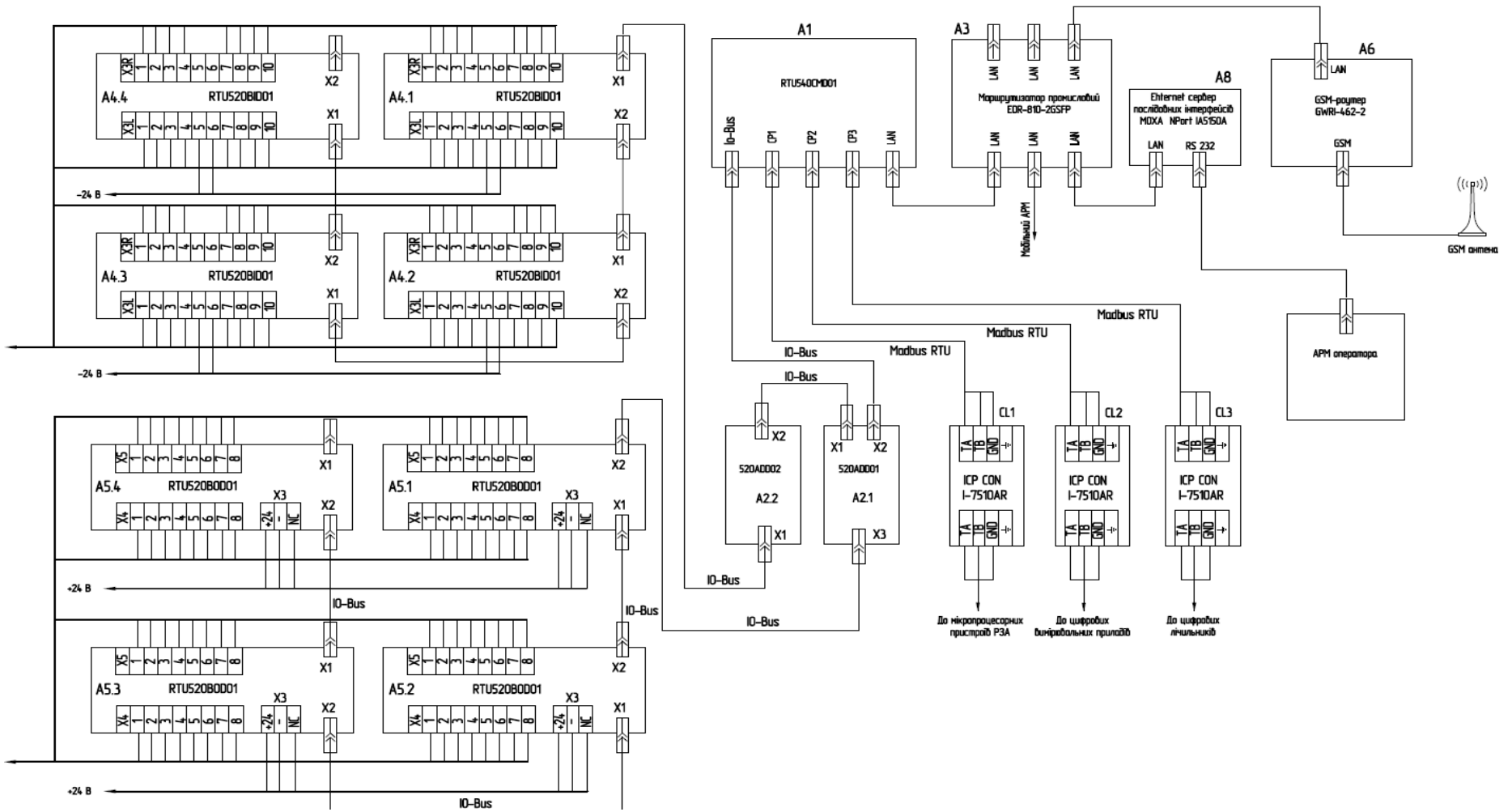


* Записка RTU211 на RTU511

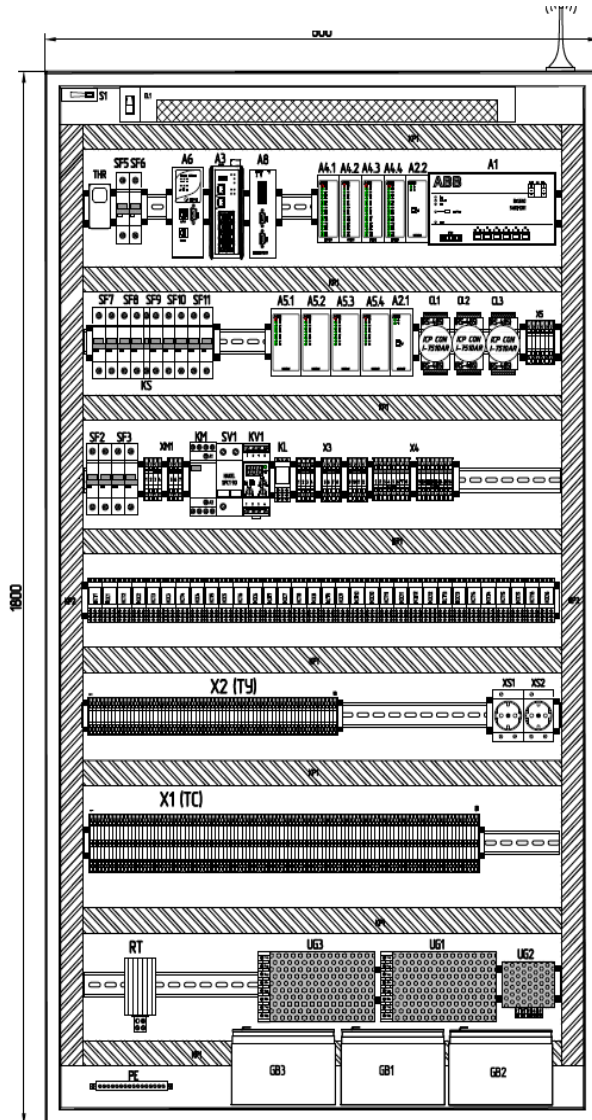
Додаток Д – Структурна схема шафи КП-ТМ



Додаток Е – Схема інформаційних зв'язків КП-ТМ



Додаток Є – Зовнішній вигляд комплектного пристрої телемеханіки



	Металоконструкція набійного виконання з монтажною панеллю
A1	Процесорний модуль з 2x10BaseT/100BaseT LAN та 4xRS232/RS485, 7,5 W
A21-A22	Адаптер для підключення модулів вводу/виводу
A3	Маршрутизатор промисловий
A4.1-A4.4	Модуль дискретних виходів ТС - 16, 24-60 VDC, 1 W
AS.1-AS.4	Модуль дискретних виходів ТУ - 8, 24 VDC, 5 W, I _{max} =8A - 55 V DC
	Пристрій обчислювальний (флеш карта) Rel. 12 Basic license 750 DP, SD
A6	GSM роутер (HSDPA/HSUPA/EDGE/GPRS), 12-48 VDC, max 24W;
A8	Ethernet сервер послідовних інтерфейсів MDXA
CL1-CL3	Перетворювач інтерфейсів RS485-422/RS485-422, 10-30 VDC, 2,2 W КР
	Анテナ на назіпній основи GSM/3G з кабелем 3 м, підсилення, раз'єм SMA
UG1	Блок живлення з функцією UPS 88-264V AC (124-370V DC) / 24VDC; 150W; max 5,0A - 24V
UG2	Блок живлення 18-36V DC / 24VDC; 25W; max 1A
UG3	Блок живлення з функцією UPS 88-264V AC (124-370V DC) / 12VDC; 150W;
GB1, GB2	Акумуляторна батарея 12В, 12 А*год
GB3	Акумуляторна батарея 12В, 40 А*год
KC1-16	Інтерфейсне реле в зборі 24В, 3 конт. (цоколь, реле, модуль вистриг, ханчунг)
KC1-16	Інтерфейсне реле в зборі 220В, 3 конт. (цоколь, реле, модуль вистриг, ханчунг)
KL	Проміжне реле в зборі 220В, 3 конт. (цоколь, реле, модуль вистриг, ханчунг)
KV1	Реле контролю напруги 1 ф. 220V (4-8-276V AC, 2 конт.)
KM	Контактор 1 ф. 250V AC/DC, 24 А, 2р, 3НО+1НЗ
THR	Термопат, 250 VAC, -10...+50°C
RT	Об'єднаний шафти КТ-ТМ, 250 VAC, 50 W
SF1, SF2	Вимикач автоматичний, Un -220В, Ін=16 А; 2р; Існ=6 кА, хар.В
SF3, SF4	Вимикач автоматичний, Un -220В, Ін=63 А; Ін=10 А; 2р; Існ=6 кА, хар.В
SF5	Вимикач автоматичний, Un -220В, Ін=63 А; Ін=4 А; 1р; Існ=6 кА, хар.В
SF6	Вимикач автоматичний, Un -220В, Ін=63 А; Ін=6 А; 1р; Існ=6 кА, хар.В
SF7, SF8, SF9, SF11	Вимикач автоматичний, Un -220В, Ін=63 А; Ін=6 А; 2р; Існ=6 кА, хар.В
SF9	Вимикач автоматичний, Un -220В, Ін=63 А; Ін=4 А; 1р; Існ=6 кА, хар.В
KS	Блок контактів до РЛ6-84/1, Un -220В, Ін=6 А, Існ=1 кА 1тер.
SV1	Пристрій захисту від імпульсних перенапруг Un=230В; I _{max} =90кА; Р _{рзм} =16кВт
X5/2	Розетка штепсельна з заземлюючим контактом на DIN-рейку, Un -250В, Ін=16 А; 1р+1н+PE
EL1	Світильник світлодіодний LEDMAX T8-IP20-0.6L 18CW
KP1	Короб перфорований, 25x60 мм, L=2000 мм
KP2	Короб перфорований, 40x60 мм, L=2000 мм
S1	Кінцевий вимикач
X1	Клемник проміжний ТС в комплекті
X2	Клемник проміжний ТУ в комплекті
X3	Клемник відійний 220В в комплекті
X4	Клемник розгалуження живлення 24В в комплекті
X5	Клемник проміжний RS485 в комплекті
XM1	Клемник захисту 220В в комплекті
PE	Шина PE
	DIN-рейка

Додаток Ж – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення якості електропостачання Приватного акціонерного товариства «Могилів-Подільський машинобудівний завод»

Тип роботи: МКР

(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність _____ 89,7% _____ Схожість _____ 10,3% _____

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи _____ Гримчак Ю. П.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Лобода Ю. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)