

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повна назва інституту)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

**Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи**

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД»**

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕСЕ-18м
Спеціальність 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва)

Освітня програма «Електротехнічні системи
електроспоживання»

(назва)

Зіньковський Б. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. Шулле Ю. А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
д.т.н., проф., Бурбело М.Й.

« ____ » _____ 2019р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Зіньковському Богдану Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД»

керівник роботи Шулле Юлія Андріївна, к.т.н., доцент.
затверджені наказом по ВНТУ від «02» 10 2019 року, № 254

2. Строк подання студентом роботи «03» 12 2019 року.

3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість (Додаток Б).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

АНОТАЦІЯ

ВСТУП

1 ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

3 ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

5. Перелік графічного матеріалу: матеріали роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доцент, каф. ЕСЕЕМ		
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доцент, каф. ЕСЕЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О. В., д.пед.н., професор		
Нормконтроль	Войтюк Ю. П., к.т.н., ст. викл., каф. ЕСЕЕМ		

7. Дата видачі завдання « 03 » 09 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Відомості про підприємство	04.09.19	виконав
2	Розрахунок системи електропостачання	08.10.19	виконав
3	Розробка заходів з енергозбереження	25.10.19	виконав
4	Економічна частина роботи	22.11.19	виконав
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	29.11.19	виконав

Студент

_____ (підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Зінковський Б.В.

(прізвище та ініціали)

Шулле Ю.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Зіньковський Б. В. Впровадження заходів з енергозбереження в системі електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю «Вінницький агрегатний завод». Магістерська кваліфікаційна робота. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2019. – 85 с.

В даній роботі здійснено розрахунки електричних навантажень ТОВ «Вінницький агрегатний завод» за допомогою систем автоматизованого проектування. Розроблено заходи з енергозбереження: шляхом заміни ламп освітлення, використання конденсаторних установок та автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії. Виконано розрахунки з економіки та розроблені норми з охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: енергозбереження, конденсаторні установки, освітлення, електропостачання, навантаження, база даних.

Рисунків – 26

Таблиць – 30

Бібліографій – 54

ABSTRACT

Zinkovsky B.V. Implementation of energy saving measures in the power supply system of the Vinnytsia Aggregate Plant Limited Liability Company. Master's qualification work. Specialty 141 - Electricity, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM, Department of ESEEM, 2019. – 85 p.

In this work, the calculations of electrical loads of the Limited Liability Company "Vinnytsia Aggregate Plant" using computer-aided design systems have been made. Energy-saving measures have been developed: by replacing light bulbs, using condenser units and an automated commercial electricity metering system. Economics calculations have been made, and occupational health and safety standards have been developed.

Keywords: energy saving, capacitor installations, lighting, power supply, load, database.

Drawings – 26

Tables – 30

Bibliographies - 54

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	9
1.1 Історія Вінницького агрегатного заводу.....	10
1.2 Короткий опис технологічного процесу.....	10
1.3 Відомості про навантаження заводу	13
1.4 Техніко – економічне обґрунтування роботи.....	15
Висновок по 1 розділу.....	15
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	16
2.1 Розробка бази даних роботи.....	16
2.2 Розрахунок середніх та розрахункових навантажень цехів	17
2.3 Розрахунок кількості, потужності та місця розташування ЦРП.....	20
2.4 Розрахунок оптимально перерізу живлячої лінії 10 кВ	21
2.5 Визначення струмів К.З.....	22
2.6 Визначення оптимальних перерізів КЛ 10 кВ.....	23
2.7 Розрахунок координат розміщення ТП відповідно критерію мінімуму затрат в СЕП.....	25
Висновок по розділу 2	27
3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ТОВ «ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД».....	28
3.1 Розробка заходів з енергозбереження в системі освітлення підприємства.....	28
3.2 Компенсація реактивної потужності.....	32
3.3 Впровадження системи АСКОВЕ на ТОВ «Вінницький агрегатний завод».....	35
3.3.1 Призначення та мета робіт по впровадженню АСКОВЕ.....	35
3.3.2 Використання мікропроцесорних лічильників в системі АСКОВЕ.....	35
Висновок по розділу 3.....	38
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ.....	39
4.1 Мета розрахунків та характеристика вихідних даних	39
4.2 Розрахунок поточних витрат.....	40
4.3 Розрахунок потреби в робочі силі	42
4.4 Планування вартості матеріалів, що витрачаються.....	47
4.5 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат.....	49

4.6 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію	50
4.7 Розрахунок собівартості електроенергії	53
Висновок по розділу 4	54
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	55
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту.....	56
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	56
5.1.2 Електробезпека.....	59
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	60
5.2.1 Мікроклімат	60
5.2.2 Виробниче освітлення.....	61
5.2.3 Виробничий шум	63
5.2.4 Вібрація.....	64
5.2.5 Психофізіологічні фактори.....	65
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	66
5.3.1 Дослідження безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії іонізуючих випромінювань.....	67
5.3.2 Дослідження безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії електромагнітного імпульсу	70
5.3.3 Розробка превентивних заходів по підвищенню безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах надзвичайних ситуацій.....	73
5.4 Пожежна безпека.....	75
Висновок по розділу 5	
ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	80
ДОДАТКИ.....	85

ВСТУП

Актуальність теми. Система електропостачання (СЕП) – це сукупність електроустановок пов'язаних єдиним процесом виробництва, передачі, перетворення і розподілу електричної енергії по споживачам. Основними факторами при прийнятті проектних рішень, які характеризують систему електропостачання є вартість і трудомісткість її спорудження, надійність і безпечність експлуатації електротехнічних установок, економічність передачі електричної енергії споживачам, а також дотримання в допустимих межах показників якості електричної енергії. Енергозбереження є найбільш ефективним способом економії коштів на підприємстві.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є підвищення енергоефективності та енергозбереження системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Вінницький агрегатний завод».

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- розглянути відомості про підприємство та виконати розрахунок системи електропостачання;
- виконати аналіз та розробку заходів з енергозбереження на підприємстві;
- виконати розрахунок економічної частини роботи;
- запропонувати заходи з охорони праці та захисту в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є процес споживання електричної енергії підприємством.

Предмет дослідження: розробка енергоефективної системи електропостачання підприємства.

Методи дослідження Виконані дослідження базуються на фундаментальних положеннях електротехніки, математичної статистики. Використані такий програмний продукт як MS Excel.

Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні теоретичних та методичних основ впровадження заходів з енергозбереження системи

електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю Вінницький агрегатний завод.

Практичне значення одержаних результатів. Здійснення запропонованих у роботі заходів дозволить:

- підвищити енергоефективність промислового підприємства;
- забезпечити постійне зниження витрати на споживання електроенергії;
- знизити енергоємність продукції;
- покращити процес прийняття рішень в питаннях забезпечення та контролю енергоспоживання.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні теоретичні положення й найвагоміші практичні результати виконаного дослідження було обговорено на науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області у 2019 році. За результатами опублікована теза доповіді [54].

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

Товариство з обмеженою відповідальністю «Вінницький агрегатний завод» є одним з провідних машинобудівних підприємств України з виробництва гідравліки.

У січні 2008 року ВАТ «ВЗТА» перетворено в Групу компаній «Вінницький агрегатний завод».

До складу ТОВ «Вінницький агрегатний завод» увійшли:

- ТОВ «Вінницький агрегатний завод» – виробництво шестеренних і секційних насосів, гідроциліндрів.

- ТОВ Торговий дім «Вінницький агрегатний завод» – продажу та маркетинг.



Рисунок 1.1- Головний корпус ТОВ «Вінницький агрегатний завод»

1.1 Історія Вінницького агрегатного заводу

1880 рік – заснування підприємства. Спеціалізація: чавунне лиття, деталі для цукрових, винокурних і маслобійних заводів.

1917 рік – завод націоналізований і чотири роки по тому перейменований в «Вінницький автотракторний завод ім. М. Горького». Крім техніки для сільського господарства, проводиться ремонт тракторів, автомобілів, двигунів.

1941 рік – завод евакуйований з Вінниці. Відновлений був уже після війни.

1965 рік – освоєно випуск насоса НШ-46.

1958 рік – освоєно випуск першого шестерневого насоса НШ-10.

1983 рік – освоєно випуск насосів 3-го виконання: НШ10У-3 і НШ50У-3 з робочим тиском 16 мПА.

1998 рік – на базі заводу створено відкрите акціонерне товариство. Освоєно 20 нових типів насосів НШ і 5 нових типорозмірів РВД.

2003 рік – освоєно випуск гідроциліндрів з діаметром поршня 50 мм, 80 мм, 100 мм. Система якості сертифікована за міжнародним стандартом ISO 9001 в редакції 2000 року.

2008 рік – випускаються гідроциліндри з діаметром поршня 125 мм.

2012 рік – випускаються насоси шестеренні і гідромотори шестеренні серії "А" (круглі).

1.2 Короткий опис технологічного процесу

Основним технологічним процесом є лиття металу. Технологічний процес лиття виробу показано на прикладі корпусу шестерного насоса НШ32Д-3-001.

Для початку процесу лиття виконується підготовка усього обладнання для правильної та точної роботи, до процесу входить:

1. Перевірка деталей на зносостійкість.
2. Протирання деталей від мастил та забруднень.
3. Підготовка плавильної і роздавальної печі.
4. Підготовка плавильного інструменту.

5. Підготовка барабанного ковша.
6. Підготовка шихтованих матеріалів.
7. Рафінування алюмінієвого сплаву.
8. Підготовка кокілів до заливки

Процес лиття в теорії виглядає так:

1. Засипання металу в плавильну піч та перевірка розплавленого металу на дефекти, які можуть з'явитися на поверхні розплавленого металу.

2. Виливання металу в кокіль на гідростанках (для створення форми деталі) та охолодження.

3. Вибивка виливок з кокіля (проводиться за допомогою кліщів), знімається деталь з прес-форми.

Після витягування деталі з прес-форми відбивається стояк та шлакоуловлювач.

4. Оббивання залишок від деталі.

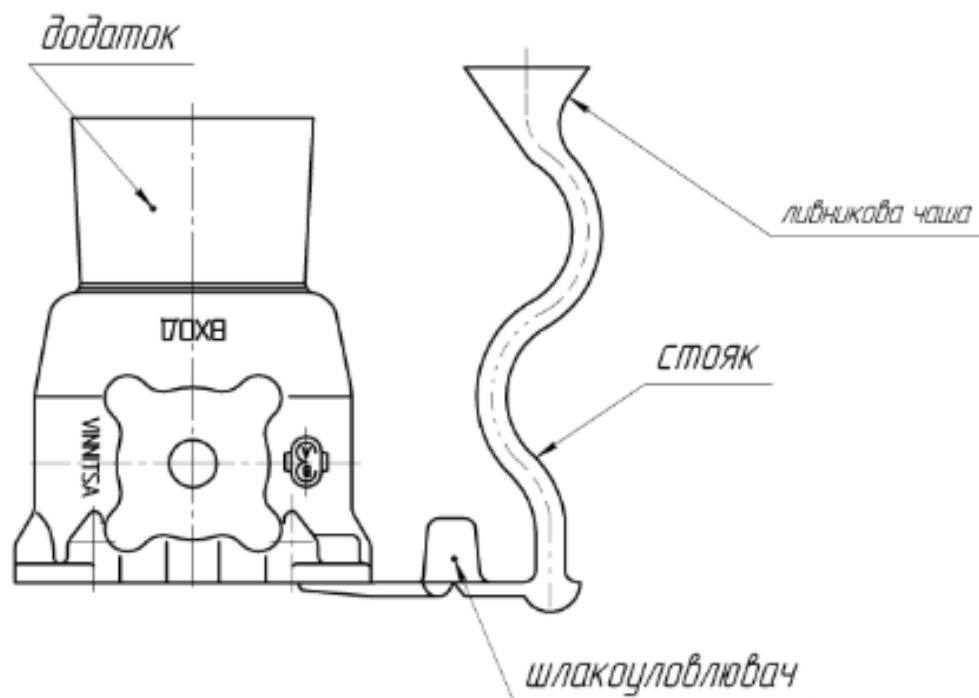


Рисунок 1.2 – Виливок з ливниковою системою

5. Перевезення вагончика з деталями.
6. Зачистка деталі за допомогою обдирочно-шліфувального верстата.

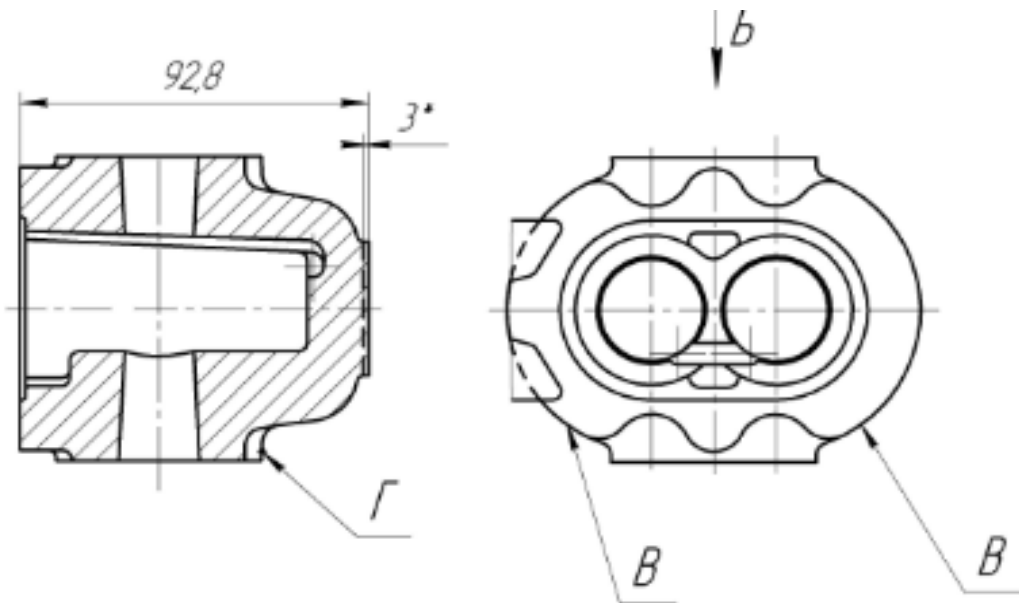


Рисунок 1.3 – Виливок деталі в розрізі та вигляд зверху

7. Термообробка – за допомогою цього процесу деталей загартовують від термічних і механічних пошкоджень .

8. Проводиться контроль випуску якості деталі та перевезення на механічну обробку в механічно-складальний цех .

9. Перевірка виміру твердості та товщини стінок деталі.

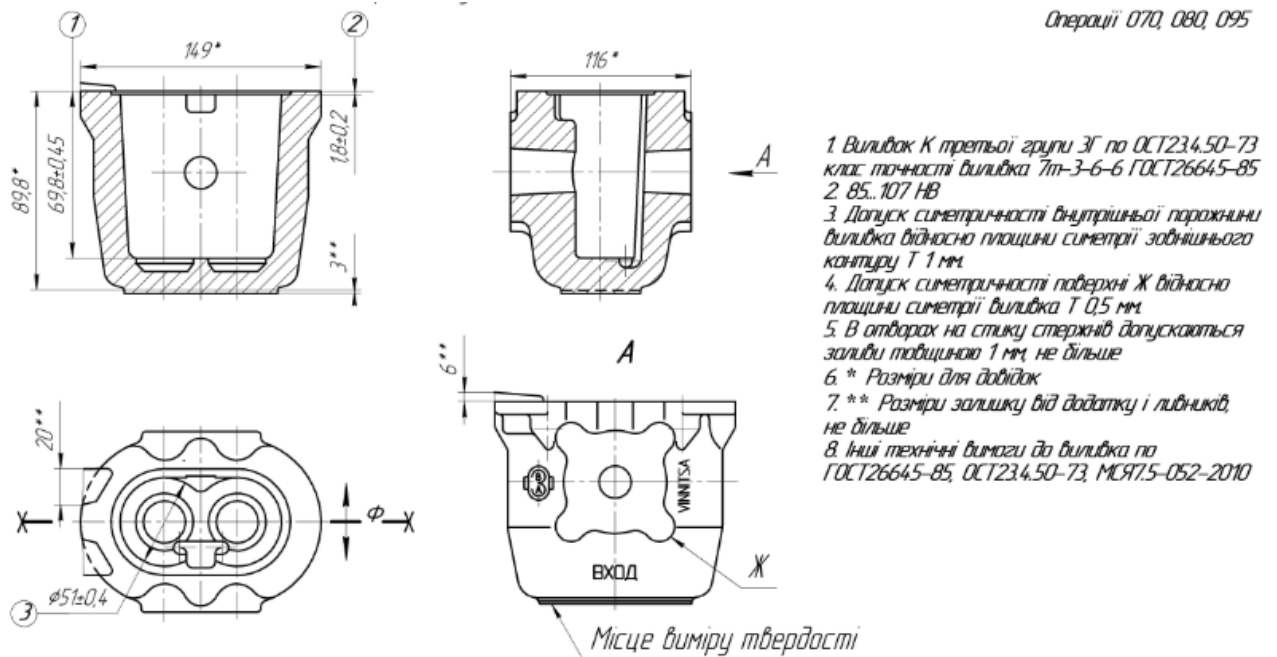


Рисунок 1.4 – Перевірка виміру твердості та товщини стінок

Лиття металу є одним з найстаріших способів, яким користуються й досі. Багато різних галузей не можуть обходитись без литого металу.

1.3 Відомості про навантаження заводу

Об'єкт роботи – Товариство з обмеженою відповідальністю «Вінницький агрегатний завод» знаходиться у місті Вінниця на вулиці Батозька 16 Б.

Вихідні дані по підприємству:

- генплан підприємства (рис. 1.5);
- дані про електричні навантаження підприємства (табл. 1.1);
- кількість годин використання максимального навантаження – $T_m = 5000$ год;
- число годин максимальних втрат $\tau = 3410,9$ год;
- відстань від підприємства до живлячої підстанції енергосистеми 1 км;
- вхідна реактивна потужність становить – 517 квар;
- потужність короткого замикання зі сторони 10 кВ джерела живлення становить – 50 МВА.

Підприємство займається:

- виробництвом гідравлічного та пневматичного устаткування;
- оптовою торгівлею деталями та приладдям для автотранспортних засобів;
- розподіленням електроенергії;
- торгівлею електроенергією;
- забір очищення та постачання води.

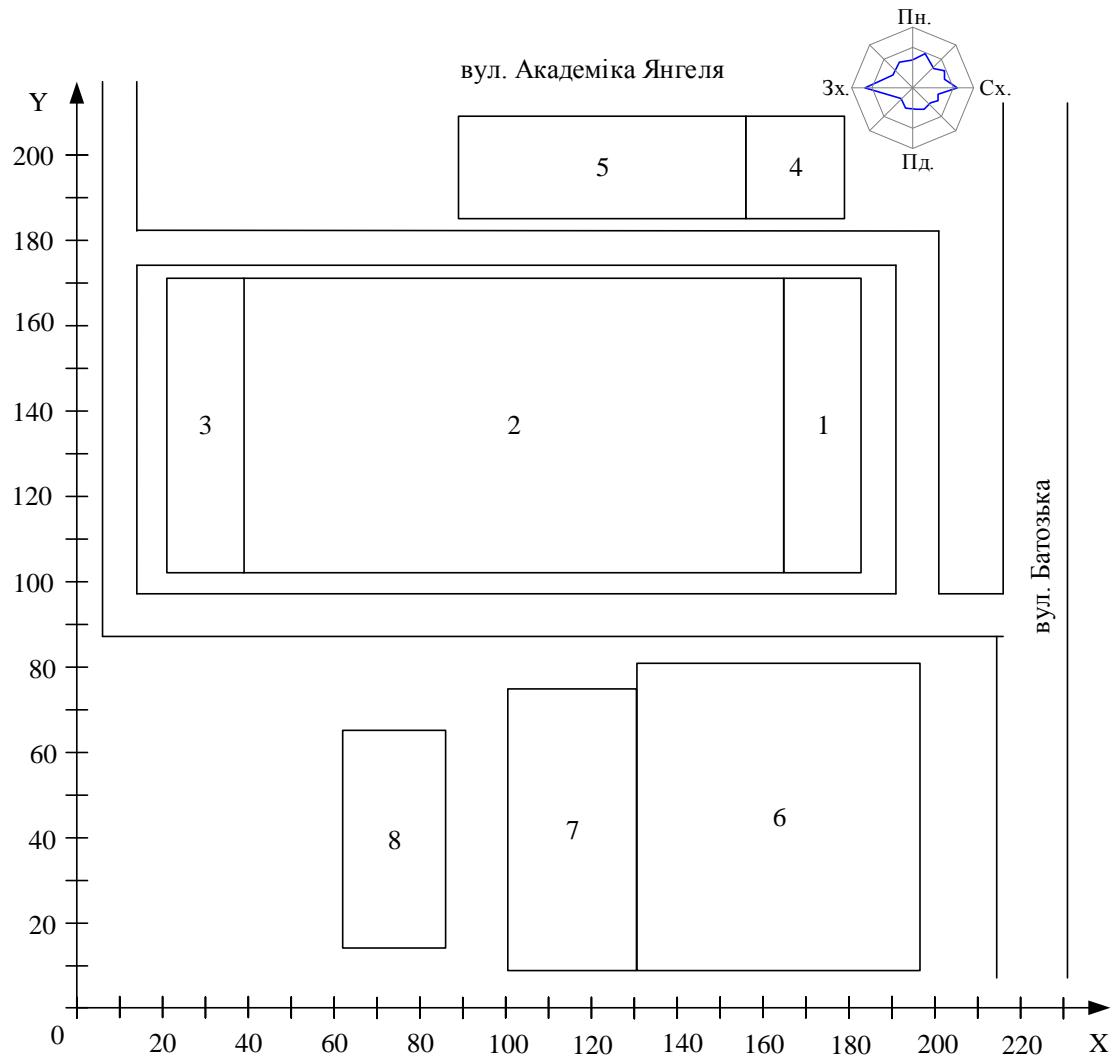


Рисунок 1.5 – Генплан підприємства

Таблиця 1.1 – Вхідні дані про електричному навантаженні заводу

№ цеху	Назва цеху	P_n , кВт
1	Адміністративна будівля №1	250
2	Інструментальний	960
3	Лабораторія	170
4	Адміністративна будівля №2	210
5	Ливарний	589
6	Термічний	380
7	Покрасочний	120
8	Складське приміщення	120

На підприємстві виготовляється та удосконалюється продукція у шести цехах, закупка сировини та продажу продукції відбувається у двох адміністративних будівлях.

1.4 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Вхідні дані для розрахунку:

1. Виручка від реалізації виробленої продукції : $V = 223$ млн. грн/рік
2. Середньооблікова чисельність персоналу: $Ч = 400$ осіб.
3. Нарахування на соціальні потреби, %: $C_{\pi} = 38\%$.
4. Заробітна плата одного працівника, грн/міс: $Z_{\text{м}} = 7500$ грн/міс.
5. Питома вага заробітної плати в собівартості продукції: $d = 10\%$.
6. Первісна вартість основних фондів, млн. грн.: $\Phi = 970$.
7. Нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень $E_{\text{н}} = 0,1$.
8. Нормативний термін окупності $T_{\text{он}} = 10$ років.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника визначається за формулою $Z_{\text{пл}}$:

$$Z_{\text{пл}} = Z_{\text{м}} \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 7500 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ млн.грн/рік.}$$

Повна собівартість продукції визначається , C :

$$C = \left(1 + \frac{C_{\pi}}{100}\right) \cdot \frac{Z_{\text{м}} \cdot Ч}{d} = \left(1 + \frac{38}{100}\right) \cdot \frac{0,09 \cdot 400}{10 \cdot 10^{-2}} = 49,6 \text{ млн. грн/рік.}$$

Балансовий прибуток визначається Π :

$$\Pi = V - C = 223 - 49,6 = 173,4 \text{ млн. грн/рік.}$$

Висновок по розділу 1

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи розглянуто історію підприємства, проведено аналіз характеристик технологічних процесів підприємства, наведено відомості про електричні навантаження підприємства, виконано техніко-економічне обґрунтування роботи.

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розробка бази даних роботи

Створимо базу даних, в яку занесемо техніко-економічні відомості про типові трансформатори, кабельні лінії та відомості про загальні параметри роботи ТОВ «Вінницький агрегатний завод».

База даних розташована на робочому листі Excel під назвою БД (рис. 2.1).

БАЗА ДАНИХ по Вінницькому агрегатному заводі			
ЗАГАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЕКТУ			
5	Довжина лінії живлення, км		L= 1
6	Номінальна напруга мережі в точці КЗ, кВ		U= 10
7	Потужність КЗ в характерній точці джерела живлення, МВА		S _{кз} = 50
8	Вхідна реактивна потужність на одну лінію живлення, кВАр		Q _{вх} = 517
9			
10	Час використання максимального навантаження, год		T _м = 5000
11	Час максимальних втрат, год		τ= 3410,93
12	Тариф за активну електроенергію, грн/кВт*год		t= 2,00
13	Питома вартість втрат, грн/кВт		В _о = 6821,87
14	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень		E _е = 0,1
15			
16		Відрахування на амортизацію	E _а , % T _с , років
17		ПЛ 0,4-10 кВ на з. б. опорах	3% 33
18		на дерев'яних опорах	6% 17
19		КЛ 6-10 кВ із свинцевою оболонкою	2% 50
20		алюмініевою оболонкою	4% 50
21		пластмасовою оболонкою	5% 25
22		ТП 10-750 кВ - електрообладнання	4,4% 23
23		ТП в цілому	3,6% ---
24		Мачтові ТП та КТП 6-35 кВ	6,6% 16

Рисунок 2.1 – База даних «Вінницький агрегатний завод»

У табличній формі на рисунку 2.2 наведено стандартні техніко-економічні дані трансформаторів. Ключовим для вибору даних із бази даних є потужність трансформаторів.

27										
28	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРІВ									
29										
30	Параметри трансформаторів 10 кВ									
31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	S_T	$U_{нт}$	$DP_{хх}$	DP_k	$I_{хх}$	U_k	R_T	X_T	$K_{т1,}$	$K_{т2,}$
33	кВА	кВ	кВт	кВт	%	%	Ом	Ом	тис. грн	тис.грн
34	63	10	0,24	1,28	2,8	4,5	32,25	63,73	88,70	215,51
35	100	10	0,33	1,97	2,6	4,5	19,70	40,46	99,83	228,85
36	160	10	0,51	3,1	2,4	4,5	12,11	25,38	113,36	246,26
37	250	10	0,74	4,2	2,3	4,5	6,72	16,70	132,23	268,79
38	400	10	0,95	5,9	2,1	4,5	3,69	10,63	156,49	322,61
39	630	10	1,31	8,5	2	5,5	2,14	8,46	183,47	358,94
40	1000	10	2,1	10,5	1,4	6	1,05	5,91	213,84	423,52
41	1600	10	2,8	18	1,3	5,5	0,70	3,36	250,81	526,50
42	2500	10	3,85	23,5	1	6,5	0,38	2,57	293,83	602,39

Рисунок 2.2 – Техніко-економічні характеристики вибору трансформатора

У табличній формі на рисунку 2.3 наведено стандартні техніко-економічні дані кабельних ліній, які використовуються при розрахунках та виборі ліній живлення. Ключовим для вибору даних із бази даних є перерізи кабельної лінії .

66	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛ							
67								
68	Алюмінієві кабельні лінії з паперовою ізоляцією							
69	1	2	3	4	5	6	7	8
70	Пере-		0,38 кВ			10 кВ		
71	різ,	R_0	X_0	$I_{доп}$	$K_{ол,}$	X_0	$I_{доп}$	$K_{ол,}$
72	мм ²	Ом/км	Ом/км	А	т.грн/км	Ом/км	А	т.грн/км
73	10	3,1	0,073	65	16,875	0,122	50	21,461
74	16	1,94	0,0675	75	23,857	0,113	75	31,012
75	25	1,24	0,0662	90	34,362	0,099	90	44,669
76	35	0,89	0,0637	115	44,919	0,095	115	58,394
77	50	0,62	0,0625	140	63,911	0,09	140	83,084
78	70	0,443	0,0612	165	87,406	0,086	165	113,627
79	95	0,326	0,0602	205	113,281	0,083	205	147,265
80	120	0,258	0,0602	240	143,348	0,081	240	186,352
81	150	0,206	0,0596	275	176,726	0,079	275	229,745

Рисунок 2.3 – Техніко-економічні характеристики кабельної лінії

2.2 Розрахунок середніх та розрахункових навантажень цехів

На робочому листі Excel розроблено табличну форму для автоматичного визначення середніх та розрахункових навантажень, методом попиту та методом використання. Таблична форма знаходиться на рисунку 2.4. Для розрахунку

задано необхідні параметри і дані, окремо для кожної ділянки, а саме: активна номінальна потужність цеху P_n , коефіцієнт попиту K_p , коефіцієнт потужності $\cos\varphi$, коефіцієнт використання k_v , площа цеху F , питома потужність освітлення $P_{\text{пито}}$, коефіцієнт попиту освітлення $k_{\text{по}}$, коефіцієнт одночасності максимумів навантаження K_o , коефіцієнт втрат в пускорегулюючій апаратурі $k_{\text{пра}}$, коефіцієнт потужності освітлення $\cos\varphi_0$, номінальна наруга живлення - $U_{\text{ном}}$.

По формулам виконаємо розрахунки навантажень усіх цехів та підприємства в цілому [1].

Повна середня потужність заводу складає - 2012,5 кВА, а повна розрахункова потужність з урахуванням коефіцієнта одночасності - 2097 кВА.

№	Цех	Освітлення										Середні наз-ня						Розрах. наз-ня				Ко=	0,95
		Рн, кВт	cos	tg	Кп	Кв	Кл	Кл0	Рплг, Вт/м ²	Кпра	tg0	Qm0, квар	Рр0, кВт	Рс, кВт	Qс, квар	Sc, кВт	Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВт	Ip, А	р0, кВт/м ²		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1	Адміністративна будівля №1	250	0,85	0,6	0,6	0,5	1242	0,9	0,016	1,2	0,43	9,23	21,46	146,46	86,70	170,20	171,46	102,19	199,60	303,27	0,16		
2	Інструментальний	960	0,82	0,6	0,55	0,55	8694	0,9	0,014	1,2	0,43	53,38	124,15	652,15	370,18	749,89	652,15	370,18	749,89	1139,34	0,09		
3	Лабораторія	170	0,85	0,6	0,4	0,55	1242	0,9	0,016	1,2	0,43	9,23	21,46	80,96	46,10	93,17	89,46	51,37	103,16	156,74	0,08		
4	Адміністративна будівля №2	210	0,85	0,6	0,6	0,55	547	0,8	0,013	1,1	0,43	2,52	5,87	121,37	74,10	142,20	131,87	80,61	154,55	234,82	0,28		
5	Ливарний	589	0,65	1,2	0,5	0,4	1607	0,8	0,014	1,2	0,43	9,29	21,60	257,20	284,73	383,70	316,10	353,60	474,29	720,60	0,30		
6	Термічний	380	0,82	0,7	0,6	0,55	4752	0,9	0,014	1,2	0,43	29,18	67,86	276,86	175,06	327,56	295,86	188,32	350,71	532,85	0,07		
7	Покрасочний	120	0,7	1	0,5	0,45	1980	0,8	0,014	1,2	0,43	11,44	26,61	80,61	66,53	104,52	86,61	72,66	113,05	171,76	0,06		
8	Складське приміщення	120	0,85	0,6	0,35	0,3	1224	0,8	0,012	1,1	0,43	5,56	12,93	48,93	27,87	56,31	54,93	31,59	63,36	96,27	0,05		
Всього по підприємству		2799					21288					129,83	301,93	1664,53	1131,29	2012,58	1723,61	1194,48	2097,05	3186,14	0,10		

Рисунок 2.4 – Вигляд електронної таблиці розрахунку навантажень підприємства

2.3 Розрахунок кількості, потужності та місця розташування ТП

Головним принципом під час вибору кількості та потужності цехових ТП є питома густина навантаження по підприємству, а також повного розрахункового навантаження об'єкта та вартості електроенергії.

Беручи до уваги те, що підприємство належить до першої категорії по електропостачанню, живлення потрібно здійснювати двотрансформаторною підстанцією. Так як всі потужності виробництва розміщені в межах п'яти будівель і довжини кабельних розподільчих мереж є значними, можемо прийняти рішення встановити дві ТП які розташовані в покрасочному та інструментальному цехах. Показником ефективності вибору оптимальної потужності трансформаторів, згідно з технічним завданням, повинні бути річні приведені затрати на трансформаторну підстанцію.

На рисунках 2.5 та 2.6 наведено табличні форми в яких здійснено автоматизований процес вибору потужності трансформаторних підстанцій.

Вибір оптимальної потужності ТП1 за мінімумом затрат															
Дані нормального режиму															
Розрахункова потужність ТП, кВА											Sp=	1465,4			
Середня потужність ТП, кВА											Sc=	1355,2			
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											Vo=	6821,9			
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень											Ee=	0,1			
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію											Ea=	0,036			
*	St, кВА	dPкз, кВт	dPкх, кВт	Kтп, тис. грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Bв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2	
	63	1,28	0,24	215,51	29,309	346,27	0,48	346,75	2365,5	---		---	---	---	
	100	1,97	0,33	228,85	31,123	211,52	0,66	212,18	1447,5	---		---	---	---	
	160	3,1	0,51	246,26	33,492	130,02	1,02	131,04	893,94	---		---	---	---	
	250	4,2	0,74	268,79	36,555	72,153	1,48	73,633	502,32	---		---	---	---	
	400	5,9	0,95	322,61	43,874	39,593	1,9	41,493	283,06	---		---	---	---	
	630	8,5	1,31	358,94	48,816	22,995	2,62	25,615	174,74	---		---	---	---	
	1000	10,5	2,1	423,52	57,598	11,274	4,2	15,474	105,56	163,16		+	+	+	
V	1600	18	2,8	526,5	71,604	7,5495	5,6	13,15	89,704	161,31	V	+	+	+	
	2500	23,5	3,85	602,39	81,925	4,0372	7,7	11,737	80,069	161,99		+	+	+	
									Zмін=	161,31					
									Опт. Пот. Трансформатора	St*=	1600				

Рисунок 2.5 – Електронна таблиця вибору оптимальної потужності ТП 1

Вибір оптимальної потужності ТП2 за мінімумом затрат															
Дані нормального режиму															
Розрахункова потужність ТП, кВА											$S_p=$	725,63			
Середня потужність ТП, кВА											$S_c=$	657,65			
Кількість трансформаторів											$k_t=$	2			
Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі											$k_n=$	1			
Дані післяварійного режиму															
Допустимий коефіцієнт навантаження післяварійному режимі											$k_{па}=$	1,3			
Доля навантаження в п.а. режимі											$k_{ппа}=$	0,8			
Економічні характеристики															
Питома вартість втрат, грн/кВт											$В_о=$	6821,9			
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень											$Е_е=$	0,1			
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію											$Е_а=$	0,036			
*	S_t , кВА	$dP_{кз}$, кВт	$dP_{кх}$, кВт	Ктп, тис. грн.	E^*K , тис. грн.	$dP_{зм}$, кВт	$dP_{пс}$, кВт	dP , кВт	B_v , тис. грн.	Z , тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2	
	63	1,28	0,24	215,51	29,309	84,904	0,48	85,384	582,48	---		---	---	---	
	100	1,97	0,33	228,85	31,123	51,864	0,66	52,524	358,31	---		---	---	---	
	160	3,1	0,51	246,26	33,492	31,88	1,02	32,9	224,44	---		---	---	---	
	250	4,2	0,74	268,79	36,555	17,692	1,48	19,172	130,79	---		---	---	---	
	400	5,9	0,95	322,61	43,874	9,7081	1,9	11,608	79,189	---		---	+	---	
	630	8,5	1,31	358,94	48,816	5,6382	2,62	8,2582	56,336	105,15		+	+	+	
V	1000	10,5	2,1	423,52	57,598	2,7643	4,2	6,9643	47,51	105,11	V	+	+	+	
	1600	18	2,8	526,5	71,604	1,8511	5,6	7,4511	50,831	122,43		+	+	+	
	2500	23,5	3,85	602,39	81,925	0,9899	7,7	8,6899	59,281	141,21		+	+	+	
									$Z_{мін}=$	105,11					
									Опт. Пот. Трансформатора	$S_t^*=$	1000				

Рисунок 2.6 – Електронна таблиця вибору оптимальної потужності ТП 2

2.4 Розрахунок оптимально перерізу живлячої лінії 10 кВ

Живлення об'єкта виконано кабельною лінією 10 кВ від підстанції «Пневматика» ГПП 63000/110/10, що знаходиться на відстані 1 км. Живлення на підвищеній напрузі є недоцільним в зв'язку з невеликою відстанню та навантаженням. Так як категорія заводу по надійності електропостачання за ПУЕ – перша, то живляча ЛЕП прокладена двома кабельними лініями.

Беручи до уваги усі дані, створимо табличну форму у якій і виконаємо розрахунок. Керованою змінною в даній задачі буде переріз кабельної лінії F . Показником ефективності будуть річні приведені затрати Z , а критерієм оптимальності – мінімальні річні приведені затрати. Розрахунок кабельної лінії від підстанції до ЦРП, зображено на рисунку 2.7.

Розрахунок струмів КЗ			
1			
2	Дані системи		
3	Напруга, кВ		$U = 10$
4	Потужність короткого замикання, МВА		$S_{кз} = 50$
5	Опір системи, Ом		$X_c = 1,805$
6	Струм КЗ для ЗЛЖ, кА		$I_{кз} = 3,359$
7			
8	Довжина КЛ, км		$L = 1$
9	Переріз КЛ, мм ²		$F = 150$
10	Активний опір КЛ, Ом		$R_{л} = 0,206$
11	Реактивний опір КЛ, Ом		$X_{л} = 0,079$
12	Результат		
13	Сумарний повний опір, Ом		$Z = 1,895$
14	Струм КЗ для розподільчих ліній, кА		$I_{кз} = 3,1987$

Рисунок 2.9 – Електронна таблиця розрахунку струму короткого замикання

2.6 Визначення оптимальних перерізів КЛ 10 кВ

Розроблена таблична форма під назвою "КЛ1-ТП1" для автоматизованого вибору оптимального перерізу КЛ від ЦРП до ТП1 показана на рисунку 2.10.

Розроблена таблична форма під назвою "КЛ-ТП2" для автоматизованого вибору оптимального перерізу КЛ від ЦРП до ТП2 показана на рисунку 2.11.

В результаті розрахунків зроблено висновок, що для живлення ЦТП1 та ЦТП2 доцільно вибрати кабелі марки ААБ, перерізом 70 мм², при цьому питомі затрати складуть: для ЦТП1 – 1,87216 тис.грн та для ЦТП2 – 5,62076 тис.грн.

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
1	Початкові дані																				
2	Нормальний режим																				
3	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі								Кдоп= 1												
4	Напряга, кВ								U= 10		Коефіцієнт середовища									1	
5	Довжина КЛ, км								l= 0,028		Коефіцієнт прокладки									1	
6	Активна розрахункова потужність, кВт								P= 1202,7		Коефіцієнт ґрунту									1	
7	Реактивна потужність, квар								Q= 934,3		кдоп= 1										
8	Розрахунковий струм окремого кабелю, А								Iл= 43,96												
9	Кількість кабелів								k= 2												
10	Допустима втрата напруги в КЛ, %								ΔUдоп = 5												
11	Аварійний режим																				
12	Струм КЗ на початку лінії, кА								Iкз = 3,1987												
13	Приведений час КЗ, с								тп = 1,5												
14	Тепловий коефіцієнт С, (А°С*(1/2))мм²								С = 90												
15	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм²								Fкз = 43,53												
16	Післяаварійний режим																				
17	Максимально допустимий коефіцієнт навантаження								Кпа = 1,25												
18	Доля навантаження в післяаварійному режимі								Кпаа = 0,8												
19	Допустима втрата напруги в КЛ, %								ΔUпадоп = 5												
20	Економічні характеристики																				
21	Питома вартість втрат								Во = 6821,87												
22	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень								Ее = 10,00%												
23	Коефіцієнт відрачувань на амортизацію								Еа = 4,00%												
24																					
F, мм²	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	Iдоп, А	Ко, т. грн/км	dUn, %	dUпа, %	dP, кВт	К, т. грн.	Е*К, т. грн	Вв, Грн	З, т. грн	Доп	Кдоп*Iдоп >= Iр	Кпа*Кдоп >= Кпаа*Iр *Кл	ΔUn <= ΔUндоп	ΔUпа <= ΔUпадоп	F >= Fкз	V			
25	10	3,1	0,122	50	21,4605	0,0537941	0,08607	1,006625	1,201788	0,16825	6,86706256	---	НЕДОП	+	+	+	---				
26	16	1,94	0,113	75	31,0118	0,0341441	0,05463	0,629952	1,736658	0,24313	4,29745206	---	НЕДОП	+	+	+	---				
27	25	1,24	0,099	90	44,6693	0,0221742	0,03548	0,40265	2,501478	0,35021	2,74682503	---	НЕДОП	+	+	+	---				
28	35	0,89	0,095	115	58,3943	0,0162285	0,02597	0,288999	3,270078	0,45781	1,97151151	---	НЕДОП	+	+	+	---				
29	50	0,62	0,09	140	83,0835	0,0116168	0,01859	0,201325	4,652676	0,65137	1,37341251	2,02479	ДОП	+	+	+	+				
30	70	0,443	0,086	165	113,627	0,0085842	0,01373	0,14385	6,363126	0,89084	0,98132539	1,87216	ДОП	+	+	+	+	V			
31	95	0,326	0,083	205	147,265	0,0065749	0,01052	0,105858	8,246826	1,15456	0,72214916	1,8767	ДОП	+	+	+	+				
32	120	0,258	0,081	240	186,352	0,0054037	0,00865	0,083777	10,435698	1,461	0,57151682	2,03251	ДОП	+	+	+	+				
33	150	0,206	0,079	275	229,745	0,004502	0,0072	0,066892	12,865734	1,8012	0,45632738	2,25753	ДОП	+	+	+	+				
34	185	0,167	0,077	310	309,33	0,0038191	0,00611	0,054228	17,32248	2,42515	0,36993531	2,79508	ДОП	+	+	+	+				
35	240	0,129	0,075	355	429,012	0,0031531	0,00504	0,041889	24,024672	3,36345	0,28575841	3,64921	ДОП	+	+	+	+				
36	Мінімальні затрати на КЛІ											1,87216									
37	Оптимальний переріз КЛІ											70									
38																					
39																					

Рисунок 2.10 – Таблична форма для вибору КЛ від ЦРП до ТП1

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
1	Початкові дані																				
2	Нормальний режим																				
3	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі								Кдоп= 1												
4	Напряга, кВ								U= 10		Коефіцієнт середовища									1	
5	Довжина КЛ, км								l= 0,159		Коефіцієнт прокладки									1	
6	Активна розрахункова потужність, кВт								P= 616		Коефіцієнт ґрунту									1	
7	Реактивна потужність, квар								Q= 439		кдоп= 1										
8	Розрахунковий струм окремого кабелю, А								Iл= 21,82												
9	Кількість кабелів								k= 2												
10	Допустима втрата напруги в КЛ, %								ΔUдоп = 5												
11	Аварійний режим																				
12	Струм КЗ на початку лінії, кА								Iкз = 3,20												
13	Приведений час КЗ, с								тп = 1,5												
14	Тепловий коефіцієнт С, (А°С*(1/2))мм²								С = 90												
15	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм²								Fкз = 43,53												
16	Післяаварійний режим																				
17	Максимально допустимий коефіцієнт навантаження								Кпа = 1,25												
18	Доля навантаження в післяаварійному режимі								Кпаа = 0,8												
19	Допустима втрата напруги в КЛ, %								ΔUпадоп = 5												
20	Економічні характеристики																				
21	Питома вартість втрат								Во = 6821,87												
22	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень								Ее = 10,00%												
23	Коефіцієнт відрачувань на амортизацію								Еа = 4,00%												
24																					
F, мм²	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	Iдоп, А	Ко, т. грн/км	dUn, %	dUпа, %	dP, кВт	К, т. грн.	Е*К, т. грн	Вв, Грн	З, т. грн	Доп	Кдоп*Iдоп >= Iр	Кпа*Кдоп >= Кпаа*Iр *Кл	ΔUn <= ΔUндоп	ΔUпа <= ΔUпадоп	F >= Fкз	V			
25	10	3,1	0,122	50	21,4605	0,15602	0,24964	1,40862056	6,82444	0,95542	9,6094228	---	НЕДОП	+	+	+	---				
26	16	1,94	0,113	75	31,0118	0,09892	0,15827	0,88152383	9,86174	1,38064	6,0136388	---	НЕДОП	+	+	+	---				
27	25	1,24	0,099	90	44,6693	0,06416	0,10265	0,56344822	14,2048	1,98868	3,8437691	---	НЕДОП	+	+	+	---				
28	35	0,89	0,095	115	58,3943	0,04688	0,07502	0,40441042	18,5694	2,59971	2,7588343	---	НЕДОП	+	+	+	---				
29	50	0,62	0,09	140	83,0835	0,03349	0,05359	0,28172411	26,4206	3,69888	1,9218846	5,62076	ДОП	+	+	+	+				
30	70	0,443	0,086	165	113,627	0,02469	0,0395	0,20129642	36,1335	5,05869	1,3732175	6,4319	ДОП	+	+	+	+	V			
31	95	0,326	0,083	205	147,265	0,01885	0,03017	0,14813236	46,8302	6,55623	1,0105393	7,56677	ДОП	+	+	+	+				
32	120	0,258	0,081	240	186,352	0,01546	0,02473	0,11723358	59,2599	8,29638	0,799752	9,09613	ДОП	+	+	+	+				
33	150	0,206	0,079	275	229,745	0,01284	0,02054	0,09360511	73,059	10,2283	0,6385616	10,8668	ДОП	+	+	+	+				
34	185	0,167	0,077	310	309,33	0,01086	0,01738	0,07588375	98,3669	13,7714	0,5176689	14,289	ДОП	+	+	+	+				
35	240	0,129	0,075	355	429,012	0,00893	0,01429	0,05861679	136,426	19,0996	0,399876	19,4995	ДОП	+	+	+	+				
36	Мінімальні затрати на КЛІ											5,62076									
37	Оптимальний переріз КЛІ											70									
38																					
39																					

Рисунок 2.11 – Таблична форма для вибору КЛ від ЦРП до ТП2

2.7 Розрахунок координат розміщення ТП відповідно критерію мінімуму затрат в СЕП

Прийнято рішення про встановлення на підприємстві двох двотрансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ. Для визначення місця встановлення ТП необхідно розрахувати координати центру навантаження мережі. В якості рішення розглянемо задачу вибору місця розміщення ТП за критерієм мінімуму затрат в СЕП виходячи з припущення, що ТП може бути встановлений на вільному місці на підприємстві.

Пошук координат розміщення ТП здійснюється на основі попередньо визначених координат розміщення ЦРП. Визначення центру мережі здійснюється за [20].

Дана задача вирішується за допомогою надбудови «Пошук рішення» в програмному середовищі Excel. На Рисунку 2.12 зображена таблична форма Excel для визначення центру електричної мережі (вибору оптимального місця розташування ЦРП та ТП).

Технічні характеристики мережі												
2	Напруга зовнішньої лінії живлення, кВ									Uж=	10	
3	Метрика зовнішньої лінії (Е чи НЕ)									МетрикаЖ =	НЕ	
4	Метрика розподільної мережі (Е чи НЕ)									МетрикаР =	НЕ	
5												
Економічні характеристики мережі												
7	Питомі втрати, які не залежать від перерізу КЛ 10кВ, тис.грн/км									a=	10	
8	Питомі втрати, які не залежать від перерізу зовнішньої КЛ тис.грн/км									аж=	8	
9	Питома вартість втрат, грн/кВт									Во=	6821,87	
10	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень									Ее=	0,1	
11	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію									Еа=	4,00%	
12	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію живлячої лінії									Еаж=	5,00%	
13												
14												
15	Ліній 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
16	ЖЛ	3	176	150	2	1743,72	1316,79	63,08	0,206	229,74525	51,00	3,530
17	ТП1	45	167	70	2	1202,7	934,27	43,96	0,443	113,62725	28,00	1,911
18	ТП2	107	70	70	2	615,82	438,55	21,82	0,443	113,62725	159,00	6,655
19												
20	Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.											12,096
21	Оптимальні координати ЦЕМ, м									Xo = 45	Yo = 167	
22												
23	Координати ЦЕМ на генплані, м									Xo = 19	Yo = 165	
24	Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.											14,055
25												

Рисунок 2.12 – Розрахунок координат розташування ЦРП та ТП

За допомогою надбудови «Пошук рішення» було визначено оптимальні координати центру кабельної мережі $X_0=45$ $Y_0=167$, але оскільки за знайденими координатами неможливо встановити центральний розподільчий пристрій, не порушивши виробничого процесу, прийнято встановити ЦРП нижче по координатам відносно цеху підприємства. Отже, ЦРП буде встановлено за координатами $X_0=19$, $Y_0=165$ та буде прибудована до стіни заводу. ТП-1 встановлений за координатами $X_0=45$, $Y_0=167$, ТП-2 встановлений за координатами $X_0=107$, $Y_0=70$. Генплан з розміщенням ЦРП та ТП показано на рис. 2.13.

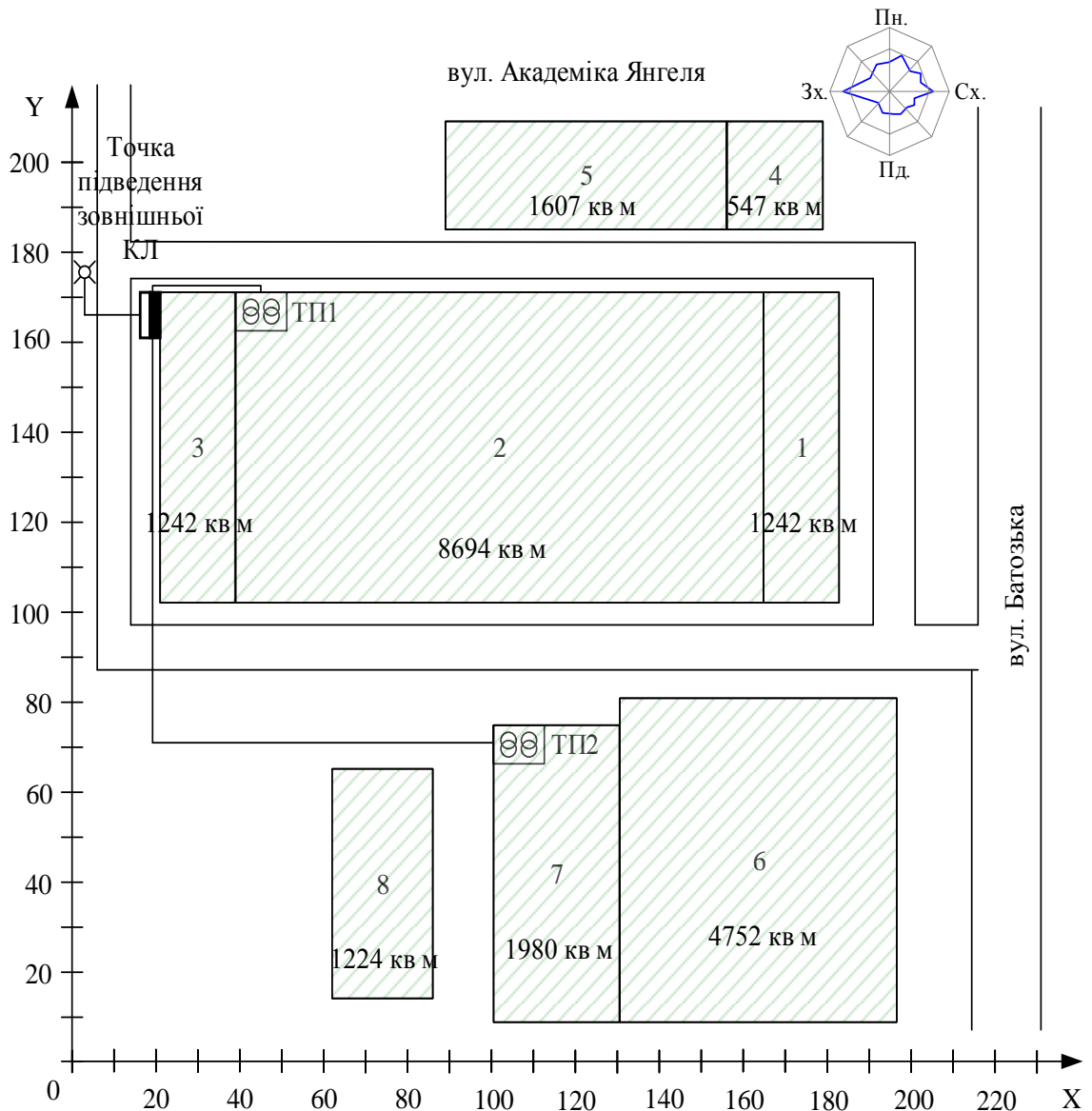


Рисунок 2.13 – Генплан з розміщенням ЦРП та ТП

Висновок по розділу 2

В даному розділі виконано розрахунки системи електропостачання ТОВ «Вінницький агрегатний завод». Вибрано дві двохтрансформаторні підстанції ТМ-1600 та ТМ-1000, вибрано перерізи та марки кабелів, які приходять до ЦРП та ТП, проведено розподіл навантаження між цехами, розраховані оптимальні координати вибору місця розташування для ЦРП – $X_0=19$ і $Y_0=165$, ТП-1 – $X_0=45$ і $Y_0=167$, ТП-2 – $X_0=107$ і $Y_0=70$.

3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ТОВ «ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД»

3.1 Розробка заходів з енергозбереження в системі освітлення підприємства

Електричне освітлення в наш час має надзвичайне значення в будь-якій сфері людської діяльності. На потреби освітлення в промисловості витрачається не більше 20 % від використання усієї електроенергії. Якість освітлення, економія електричної енергії, матеріальних і трудових ресурсів залежить від рівня інженерних рішень, які ми приймаємо, на етапі проектування освітлення. Енергозбереження можливе шляхом оптимального розрахунку системи освітлення, дослідження та використання більш ефективних джерел світла.

Показник ефективності – значення приведеної річної економії коштів, що визначається за виразом [53]:

$$E_p = \frac{B^{Л1} - B^{Л2}}{T_{роз}} \rightarrow \max, \quad (3.1)$$

де $T_{роз}$ – розрахунковий період, за який розраховуються витрати в системі освітлення, років [53]:

$$T_{роз} = \frac{T_{макс}}{T_p}. \quad (3.2)$$

Витрати на діючу систему освітлення за розрахунковий період [53]:

$$B^{Л1} = \left(\text{Окр} > \left\{ \frac{T_{макс} - T_{зал}}{T_l} \right\} K_{л} + P_{Лн} \cdot T_{макс} \cdot B_w \right) \cdot n. \quad (3.3)$$

Витрати на систему освітлення за розрахунковий період [53]:

$$B^{Л2} = \left(\frac{T_{макс}}{T_l} K_{л} + P_{Лн} \cdot T_{макс} \cdot B_w \right) \cdot n - K_{ЛКВ}. \quad (3.4)$$

Система освітлення ливарного цеху на підприємстві складається з 54 люмінесцентних ламп потужністю однієї 36 Вт. Робочий час освітлення становить $T_p = 5760$ год. Тариф на активну електроенергію у 2019 році становить, $B_w = 2$ грн./кВт год.

Пропонується замінити люмінесцентні лампи на світлодіодні. Світлова віддача світлодіодних ламп майже в два рази вища ніж у люмінесцентних.

Характеристики обох видів ламп наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльні характеристики ламп

Лампа	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Термін служби, год.	Ціна, грн.
Люмінесцентна	36	2500	13000	22
Світлодіодна	18	1600	30000	195

Серед двох типів ламп, які досліджуються, найбільший строк служби є у світлодіодної лампи. Тому $T_{\text{макс}} = 30000$ год.

Лампи люмінесцентні ще не працювали., тому залишковий термін роботи до їх заміни приймаємо $T_{\text{зал}} = 13000$ (год).

Витрати на діючу систему освітлення з люмінесцентними лампами за розрахунковий період [53]:

$$B_{\text{л.в}} = \left(\text{Окр} > \left\{ \frac{30000-13000}{13000} \right\} \cdot 22 + 36 \cdot 10^{-3} \cdot 30000 \cdot 2 \right) \cdot 54 = 118194 \text{ (грн)},$$

а з світлодіодними лампами

$$B_{\text{НЛ}} = \left(\frac{30000}{30000} \cdot 195 + 18 \cdot 10^{-3} \cdot 30000 \cdot 2 \right) \cdot 54 = 63990 \text{ (грн)}.$$

Розрахунковий період визначення витрат в системі освітлення[53].:

$$T_{\text{роз}} = \frac{30000}{5760} = 5,2 \text{ (років)}.$$

Отже, витрати, визначені за період в 5,2 років, розрахунки за таким принципом є наближеними.

За виразом (3.1) визначимо приведену до одного року економію коштів внаслідок заміни в системі освітлення

$$E_p = \frac{118194-63990}{5,2} = 10423 \text{ (грн)}.$$

Простий термін окупності модернізованої системи освітлення

$$T = \frac{K_{\text{НДЛ}} \cdot n}{E_p} = \frac{195 \cdot 54}{105888} = 1,01 \text{ (років)}.$$

Протягом 10 років вартість ламп дуже суттєво змінилась.

24											
25	Тарифи на електроенергію	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
26		1,51	1,54	1,6	1,67	1,73	1,78	1,9	1,96	2	2
27	Розрахунок змін за 10 років в вартості ламп										
28	Тип лампи	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
29	Вартість люмінесцентної лампи, грн	9	10	11,5	14	16	18,3	19	20,5	21	22
30	Вартість світлодіодної лампи, грн	105	116	124	138	143	168	171	183	188	195
31	Витрати на діючу та нову систему освітлення										
32	Витрати на люмінесцентні лампи	88699	90519	94124	98383	102023	105102	112150	115755	118123	118194
33	Витрати на світлодіодні	49702	51170	52326	54367	56117	57575	61074	62824	63990	63990
34	$E_p =$	7499	7567	7567	8464	8828	9326	9139	10179	10414	10423
35	$T =$	0,7561	0,8278	0,8849	0,8804	0,8747	0,9728	1,0104	0,9708	0,9748	1,0103
36	Термін - витрати за період	люмінесцентні	2,3 роки								
37		Світлодіодні	5,2 роки								

Рисунок 3.1 – Визначення ефективності заміни люмінесцентних ламп на світлодіодні з використанням електронних таблиць Excel.

У 2019 році впродовж 10 років витрати на діючу систему освітлення з люмінесцентними лампами буде становити:

$$V_{\text{л}} = 118193,5 \cdot 4,3 = 508232 \text{ (грн)}.$$

На світлодіодні лампи:

$$V_{\text{с}} = 63990 \cdot 1,93 = 123500 \text{ (грн)}.$$

Розрахунок є приблизним тому, що ціна на лампи і тариф з часом зміниться

Економія на світлодіодних лампах буде становити:

$$V_{\text{л}} - V_{\text{с}} = 508232 - 123500 = 384732 \text{ (грн)}.$$

На рис. 3.2 приведено діаграму росту вартості ламп.

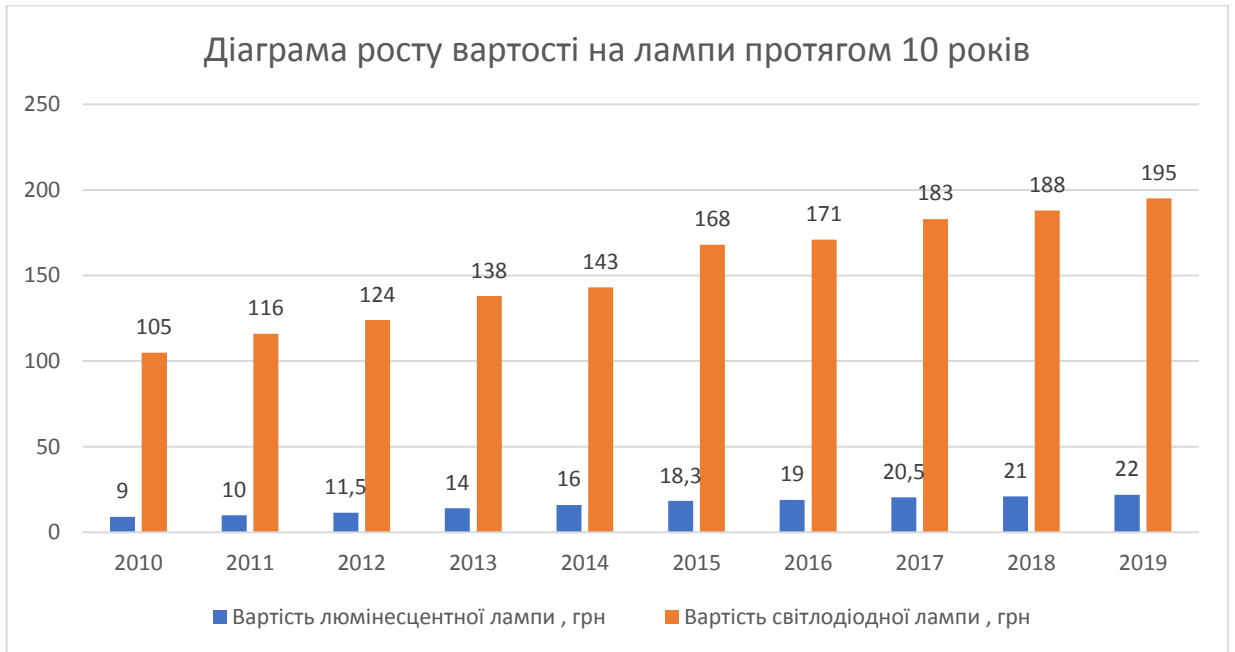


Рисунок 3.2 – Діаграма росту вартості ламп

На рис. 3.3 приведено діаграму розрахунку витрат на систему освітлення.

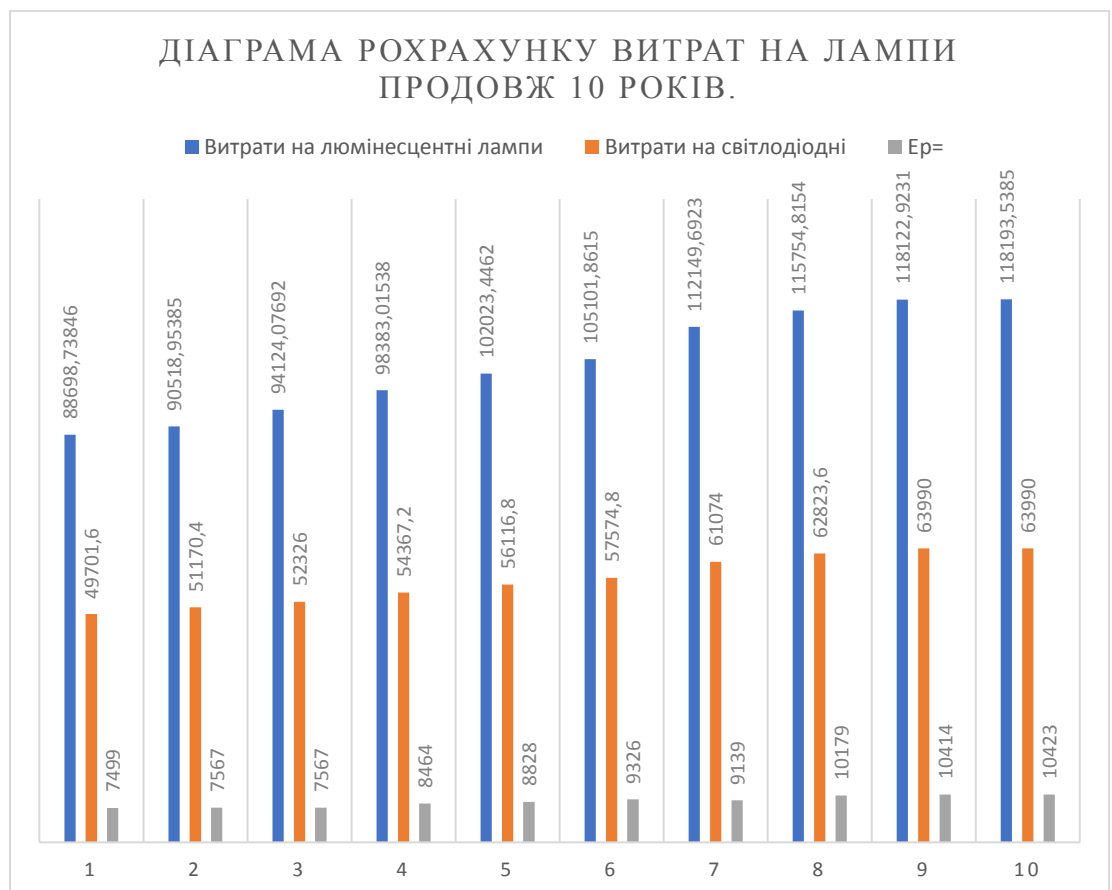


Рисунок 3.3 – Діаграма розрахунку витрат та економії вартості на лампах

Таким чином, оскільки річна економія коштів внаслідок модернізації системи освітлення дорівнює близько 10,42 тис. грн, а термін окупності

капіталовкладень не перевищує 1 рік і підприємство працює в 3 зміни, можна зробити висновок, що лампи швидко окупляться і модернізація системи освітлення шляхом заміни люмінесцентних ламп на світлодіодні є ефективною.

Результати розрахунку ефективності заміни люмінесцентних ламп світлодіодними наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку ефективності заміни люмінесцентних ламп світлодіодними

№	Заміна люмінесцентних ламп світлодіодними	
1	Річний час роботи системи освітлення, год./рік	5760
2	Розрахунковий період, за який розраховуються витрати в системі освітлення, років	5,2
3	Витрати на діючу систему освітлення за розрахунковий період, грн	118194
4	Витрати на альтернативну систему освітлення за розрахунковий період, грн	63990
5	Приведене річне значення економії коштів, грн	105888
6	Простий термін окупності модернізованої системи освітлення, років	0,09

3.2 Компенсація реактивної потужності

Компенсація реактивної потужності є невід’ємною частиною задачі електропостачання підприємства та є одним з основних способів зменшення втрат електроенергії.

Для компенсації реактивної потужності, що споживається електроустановками підприємства, можуть бути застосовані конденсаторні установки (КУ).

Конденсаторні установки набули на промислових підприємствах найбільшого поширення як засіб компенсації реактивної потужності. Застосовують шунтові конденсаторні установки, які комплектуються з окремих конденсаторів, сполучених послідовно і паралельно, в однофазному і трифазному виконанні на номінальну напругу 10,5 кВ. В трифазному виконанні КУ можна включати за схемою з’єднання «трикутник».

Потужність конденсаторної установки регулюють:

- по напрузі в точці приєднання конденсаторів;
- по струму навантаження підприємства;
- по напрямку реактивної потужності в лінії, що зв'язує підприємство із зовнішньою мережею.

В балансовій задачі компенсації реактивного навантаження одразу відома сумарна потужність конденсаторних установок, які необхідно встановити на шинах ЦРП 10 кВ.

На рис. 3.4 зобразимо схему заміщення електричної схеми електропостачання заводу.

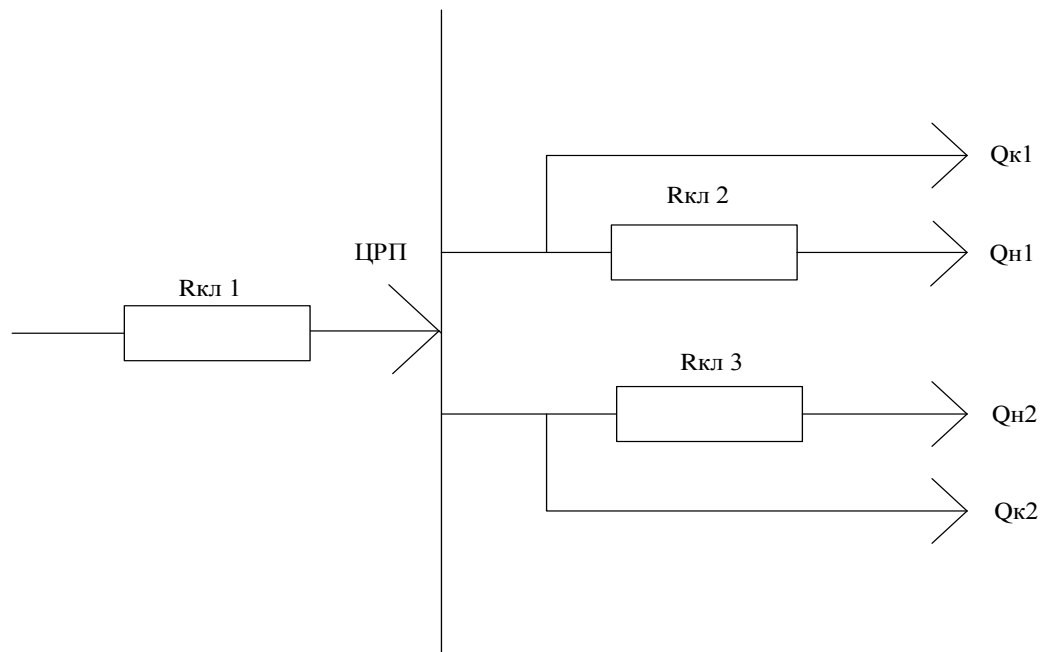


Рисунок 3.4 – Схема заміщення мережі електропостачання заводу

Оскільки значення необхідної для компенсації реактивної потужності наперед відомо, складова затрат на компенсуючі пристрої буде сталою величиною, отже нею при створенні математичної моделі можна знехтувати, як і затратами на передачу по зовнішній лінії живлення, адже значення вхідної реактивної потужності також буде сталим.

Визначення оптимальної потужності КУ здійснюється в табличному редакторі Excel (рис.3.5).

1	Компенсація реактивної потужності							
2								
3	Вхідні дані:							
4	Вхідна реактивна потужність		Q _{вх} =	517	квар			
5	Напруга		U=	10	кВ			
6	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень			0,1				
7	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію			0,04				
8	Питома вартість КУ			100				
9	Питомі РП втрати в КУ			4,5	кВт/Мвар			
10	Питома вартість втрат АП			6821,9	грн/кВт			
11			В _о /(U ² *1000)=	0,0682				
12								
13	ЛК	Питомі активні опори ліній	Довжини ліній	Реактивні нав., кВар	Опір ТП	Повні актив. опір	Пот. КУ,	ПЕР h(Qk)
14								
15	ЖЛ	0,206	1051,00			0,217		20981,391
16	ТП1	0,443	28,00	934,271	0,703	0,716	493,8	69412,541
17	ТП2	0,443	159,00	438,553	1,050	1,120	438,78	0,0286307
18		Разом		1372,824			932,58	28647807
19								
20	Перевірка:							
21	Q _п -Q _к =		440,248					
22	Q _{вх} =		517					

Рисунок 3.5 – Комп'ютерна модель розрахунку оптимальної потужності КУ на робочому листі Excel

Отже, потрібно скомпенсувати 933 квар, а це 68 % використання реактивної енергії на підприємстві.

Компенсація виконується на стороні 10 кВ нерегульованими установками, схема з'єднань в трикутник ввімкнений на шині центрального розподільчого пристрою. Вибираємо установки компенсації реактивної потужності: УКРМ-10,5-500-(50+250+300) УЗ для ТП-1 та УКРМ-10,5-450-(3x150) УЗ для ТП-2. Паспортні дані конденсаторних установок наведено в табл.3.3.

Таблиця 3.3 – Паспортні дані КУ

Паспортні показники	УКРМ-10,5-500	УКРМ-10,5-450
Крок регулювання	(50+150+300)	3/150
Частота	50 Гц	50 Гц
Схема з'єднання	Трикутник	Трикутник
Температурний діапазон	-50/60 С	-50/60 С
Робоча напруга	10 кВ	10 кВ
Потужність	500 квар	450 квар

До найважливіших функцій УКРМ відносять:

- зниження струму споживання на 30 %;
- збільшення пропускної здатності мережі;
- зменшення показників теплових втрат;
- мінімізація негативного впливу вищих гармонійних спотворень;

- згладжування перешкод.

Таблиця 3.4 – Регулювання КУ на підприємстві

№	Регулювання	ТП	Тип КУ	Кількість
1	Ручне	ТП -1	УКРМ-10,5-500-(50+250+300) УЗ	1
2		ТП-2	УКРМ-10,5-450-(3x150)	1

Схема живлення підприємства з використанням конденсаторних установок зображена в додатку В.

3.3 Впровадження системи АСКОЕ на ТОВ «Вінницький агрегатний завод»

3.3.1 Призначення та мета робіт по впровадженню АСКОЕ

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) – це система, яка складається з організаційних, математичних, інформаційних і технічних засобів, що входять в структуру обліку та контролю споживання електроенергії ТОВ «Вінницький агрегатний завод».

Система призначена для забезпечення надходження електричної енергії на ТОВ «Вінницький агрегатний завод», споживання електричної енергії та отримання 60-ти хвилинних значень потужності в кожній точці розрахункового обліку. Також система має високу швидкість обробки даних та в подальшому є можливість формування звіту кожного місяця і подання його в центр управління АСКОЕ ПАТ «Вінницяобленерго». У звітність входять графіки навантажень, передача активної і реактивної енергії та контроль технічного стану засобів обліку електроенергії [19].

3.3.2 Використання мікропроцесорних лічильників в системі АСКОЕ

Багатофункціональні трифазні лічильники електричної енергії нового покоління серії SL7000 (АСЕ7000) (рис.3.6) представляють собою програмовані електронні прилади, що дозволяють, крім вимірювань параметрів енергоспоживання, проводити ряд додаткових вимірювань якості електричної

енергії, призначені для обліку споживаної активної енергії в трифазних мережах змінного струму 10 кВ з частотою 50/60 Гц.



Рисунок 3.6 – Лічильний трифазний серії SL7000

Паспортні дані лічильника наведені в додатку Л.

Основні функціональні характеристики лічильника:

- заносять в базу даних спожиту енергію;
- вимірюють активну потужність;
- мають відлік часу та дати;
- розміщують дані по споживанню в трьох часових тарифних регістрах.

Структурна схема АСКОЕ на підприємстві показана на рис.3.7.

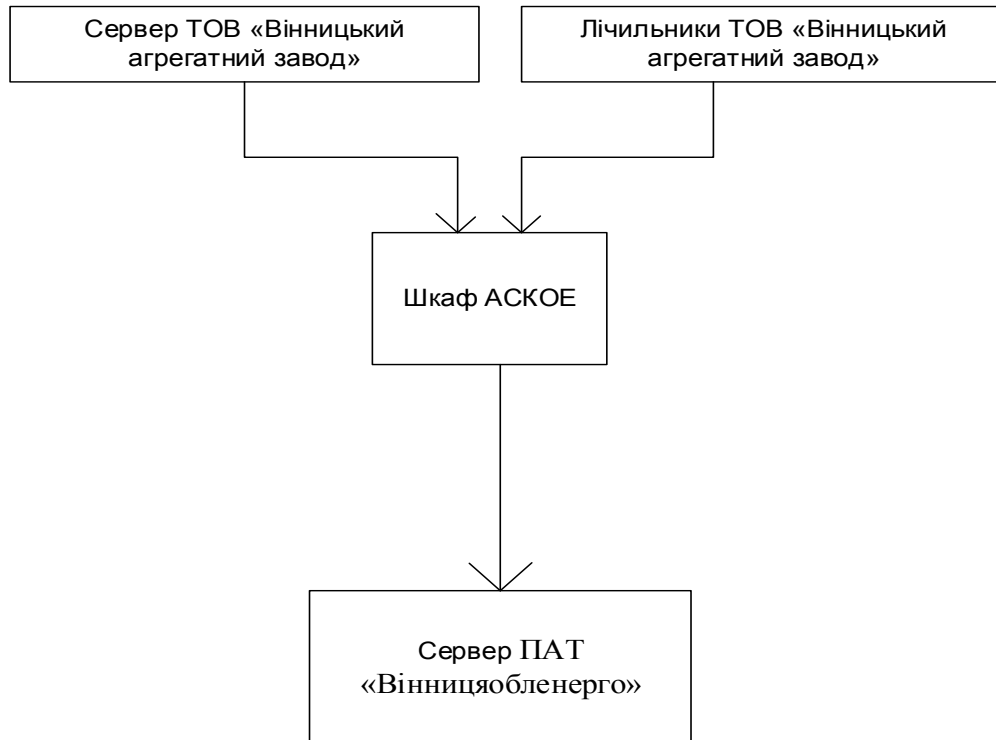


Рисунок 3.7 – Структурна схема АСКОЕ на підприємстві
 Шафа комутаційного центру АСКОЕ зображена в додатку М.
 Розрахунок капіталовкладень в АСКОЕ приведений в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок капіталовкладень в АСКОЕ

№	Прилад	Модель	Кількість, шт	Ціна, грн
1	Контролер збору даних	NIK	1	24000
2	Комутаційний контролер	KK-01	1	4000
3	Модем	Sparklet	1	3000
4	Програма АСКОЕ	Інтеп	1	15600
5	Лічильник електроенергії	SL-7000	2	28000
6	Інші			2000
Разом				74600

Отже, для впровадження АСКОЕ потрібні капіталовкладення у розмірі 74,6 тис.грн. Впровадження АСКОЕ окупиться за 5 років роботи.

Висновок по розділу 3

При розробці заходів з енергозбереження на ТОВ «Вінницький агрегатний завод» було проведено розрахунки ефективності заміни ламп системи освітлення з люмінесцентних на світлодіодні з приведеними цінами за минули роки; для економії коштів на підприємстві встановлено дві конденсаторні установки на високій стороні, які мають можливість компенсації реактивної енергії до 950 квар; вибрані мікропроцесорні лічильники, які можуть працювати з системою АСКОВЕ.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

4.1 Мета розрахунків та характеристика вихідних даних

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства ТОВ «Вінницький агрегатний завод» (додаток В) та вихідних даних, приведених у табл. 4.1 – 4.3, необхідно виконати такі розрахунки:

1. Розрахувати величину капітальних вкладень в трансформаторні підстанції, кабельні лінії та високовольтні вимикачі.
2. Розрахувати оплату за спожиту електроенергію.
3. Розрахувати величину складових експлуатаційних витрат:
 - витрат в мережах підприємства;
 - витрат на заробітну плату;
 - витрат на матеріали;
 - амортизаційних витрат.
4. Розрахувати собівартість електроенергії на підприємстві.

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Розр. потужність підстанції, кВА
ТП1	ТМ-1600	2	1463,408
ТП2	ТМ-1000	2	725,630

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від П/С до ЦРП, м	Марка кабелю	К-сть
П/С - ЦРП	1051	АПвБВ 3x185	2
ЦРП-ТП1	28	АПвБВ 3x70	2
ЦРП-ТП2	159	АПвБВ 3x70	2

Таблиця 4.3 – Потужність цехів підприємства

Найменування цеху	Кількість змін	Розр. Акт. потужність, кВт
Адміністративна будівля №1	1	171,46
Інструментальний	3	652,15
Лабораторія	1	89,46
Адміністративна будівля №2	1	131,86
Ливарний	3	316,09
Термічний	3	295,85
Покрасочний	3	86,61
Складське приміщення	1	54,92

Рекомендації до виконання:

1. Кількість вимикачів визначається відповідно до схеми електропостачання ТОВ «Вінницький агрегатний завод» (додаток В).

2. Оплату за спожиту електроенергію розраховують за одноставковим тарифом: 2 грн/кВт·год;

3. Прийняти норму амортизації – 6 %,

4. Нарахування: в пенсійний фонд – 32%; у фонд зайнятості – 1,5%; на соціальне страхування – 1,5%.

За відсутності даних щодо вартості високовольтних вимикачів можна приблизно вартість вимикача 10 кВ прийняти рівною 20–25 тис. грн.

4.2 Розрахунок поточних витрат

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 4.4 і табл. 4.5.

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

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

де $K_{пит}$ - питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км [3];

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

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від П/С до ЦРП:

$$K_{л1} = (K_{пит} * n + K_{прок}) L = (110,7 * 2 + 8,3) * 1,051 = 241,4 \text{ (тис.грн).}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 6.4.

Таблиця 4.4 – 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
П/С - ЦРП	АПВБВ 3x150+1x120	2	1,051	110,7	8,3	241,4
ЦРП-ТП1	АВББШ 3x70+1x50	2	0,028	66,8	5,4	5
ЦРП-ТП2	АВББШ 3x70+1x50	2	0,159	66,8	14,4	23,5
Разом		6		244,3	28,1	270

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

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

де $K_{псі}$ – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн. (табл. 2.7 і табл. 2.8 [21]);

$K_{пост}$ – постійні витрати, що практично не залежать від потужності підстанції і пов'язані з устроєм території тис. грн. Постійні витрати прийняти у розмірі 20 % від повної вартості всіх підстанцій.

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

$$K_{пс1} = 440 + 88 = 528 \text{ (тис.грн).}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій та конденсаторних установок

№	Тип	Кількість, шт	$K_{од}$, тис.грн	$K_{пост}$, тис.грн	K , тис.грн
ТП-1	ТМ-1600	2	440	88	528
ТП-2	ТМ-1000	2	360	72	432
КУ	УКРМ-10,5-500	1	375	75	450
КУ	УКРМ-10,5-450	1	339	68	407
Разом					1817

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми електропостачання ТОВ «Вінницький агрегатний завод» кількість вимикачів 10 кВ – 7 шт. Відповідно до рекомендацій приймаємо вартість вимикача 10 кВ рівною 25 тис. грн.

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 7 \cdot 25 = 175 \text{ (тис. грн.)}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 1817 + 175 = 1992 \text{ (тис. грн.)}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 270 + 1992 = 2262 \text{ (тис. грн.)}$$

4.3 Розрахунок потреби в робочі 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 капітального 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 [3]);

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

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 4.6.

Слід зазначити, що норми тривалості міжремонтних періодів і пов'язана з ними розрахункова кількість ремонтів за рік, розроблені для енергоустаткування, яке працює в трьох змінах. При іншій змінності вводиться поправочний коефіцієнт β_p , $K_{зм}=0,67$ який знаходимо за табл. 2.15 [21].

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

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

де 12 – кількість місяців у році;

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

$K_{ср}$ – 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, $K_{с-р} = 0,1$.

h – кількість обладнання в групі.

Таблиця 4.6 – 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	7	1	16	80	12	1	60
ТМ-1600	2	0,33	300	198	12	20	480
ТМ-1000	2	0,33	300	198	12	20	480
Кабельна лінія 70 мм ² , км	0,37	1	46	17	1	11,5	4,22
Кабельна лінія 150 мм ² , км	2,110	1	72	151	1	18	37,8
КУ УКРМ-500	1	1	46	46	1	11,5	11,5
КУ УКРМ-450	1	1	46	46	1	11,5	11,5
Разом				736			1085

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна тру-сть люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складнос- ті	К-ть місяців	Загал. трудо- місткість люд.год.	
Вимикач 10кВ	7	3	0,1	12	80	140
ТМ-1000	2	2	0,1	12	170	650
ТМ-1600	2	2	0,1	12	170	650
Кабельна лінія 70 мм ² , км	0,37	2	0,1	12	15	19,3
Кабельна лінія 150 мм ² , км	2,110	2	0,1	12	362	400
КУ УКРМ-500	1	2	0,1	12	15	15
КУ УКРМ-450	1	2	0,1	12	15	15
Разом					827	1889,3

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 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.:

$$H_{обс} = \frac{736}{1900 \cdot 1,05} = 0,36,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{np} = \frac{827}{1900 \cdot 1,1} = 0,4.$$

Приймаємо $N_{\text{тр}} = 2$ чол., $N_{\text{обс}} = 2$ чол.

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:

$$\Phi_e = N_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d \quad (4.7)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

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

де $K3, K4$ – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, (табл. 1.1 [3]);

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

$$C_I = \frac{Z_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}$$

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).

$$C_I = 4200 \cdot 1 / 176 = 23,86 \text{ (грн./год)}.$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,4 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18+1,27)/2) \cdot 23,86 = 29,228 \text{ (грн./год)};$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,67 \cdot 29,228 \cdot 1900 = 74414,4 \text{ (грн./рік)};$$

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

$$\Phi_p = T_{\text{пр}} \cdot t_{\text{гр}}, \quad (4.9)$$

$$t_{\text{гр}} = ((K_4 + K_5) / 2) \cdot C_1, \quad (4.10)$$

де K_4, K_5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [21].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{\text{гр}} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 23,86 = 31,37 \text{ (грн./год);}$$

$$\Phi_p = 797 \cdot 31,37 = 25942 \text{ (грн./рік).}$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1 + 0,05 + 0,01 + \alpha), \quad (4.11)$$

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:

$$\Phi_{oe} = 74414,4 \cdot (1 + 0,05 + 0,01 + 0,2) = 97482,8 \text{ (грн./рік),}$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 25942 \cdot (1 + 0,05 + 0,01 + 0,25) = 33984 \text{ (грн./рік).}$$

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:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15; \quad (4.12)$$

$$\Phi_{оед} = 97482,8 \cdot 1,15 = 112505,2 \text{ (грн./рік);}$$

$$\Phi_{орд} = 33984 \cdot 1,15 = 39081,6 \text{ (грн./рік).}$$

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 $\beta_{п}$ – нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{п} = 38\%$;

$\beta_{з}$ – нарахування у фонд зайнятості, $\beta_{з} = 1,5\%$;

$\beta_{с}$ – нарахування на соціальне страхування, $\beta_{с} = 1,5\%$.

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зпе} = 112505,2 \cdot \left(1 + \frac{38 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 158632,3 \text{ (грн./рік);}$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 39081,6 \cdot \left(1 + \frac{38 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 55105 \text{ (грн./рік).}$$

Таблиця 4.8 – Розрахунок витрат по заробітній платі

Показник		Заробітна плата
$\Phi_{е}$	Заробітна плата експлуатаційного персоналу	74414,4 грн.
$\Phi_{р}$	Заробітна плата ремонтного персоналу	25942 грн.
$\Phi_{ое}$	Величина основної ЗП експлуатаційного персоналу	97482,8 грн.
$\Phi_{ор}$	Величина основної ЗП ремонтного персоналу	33984 грн.
$\Phi_{оед}$	Основний фонд ЗП експлуатаційного персоналу	112505,2 грн.
$\Phi_{орд}$	Основний фонд ЗП ремонтного персоналу	39081,6 грн.
$C_{зпе}$	Витрати по ЗП експлуатаційного персоналу	158632,3 грн.
$C_{зпр}$	Витрати по ЗП ремонтного персоналу	55105 грн.

4.4 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) [3]. 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 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок вартості матеріалів

Матеріал	Ціна матеріалу в грн.	Норми витрати 100 чол·год працємісткості і тех. обслуг.		Вартість матеріалу, грн.	
		1000	1600	1000	1600
Силові трансформатори					
Сталь сортова, кг	7,5	6	7	45	52,44
Провід установочний, м	3,1	0,5	0,5	1,55	1,55
Мідь-Алюміній (гола), кг	69,8	62	73	4327,6	5092,2
Картон електроізоляційн., кг	33,6	1,4	1,6	47,04	53,79
Лакотканина (ширина 700мм), м	93,3	0,2	0,21	18,6	19,59
Кабельний папір, кг	27,5	0,6	0,6	16,5	16,5
Стрічка кіперна, кг	336,3	40	41	13453,2	13789,53
Стрічка тафтяна, кг	249,8	18	24	4496,4	5996,16
Стрічка азбестова, м	7,4	0,05	0,08	0,37	587,28
Лаки ізоляційні, кг	40,2	1,5	1,6	60,3	64,35
Емалі ґрунтові, кг	44,1	2,5	3,1	110,25	136,8
Масло трансформаторне, кг	13,6	0,58	1,2	7,88	16,35
Бензин, кг	6,9	0,8	0,9	5,52	6,24
Розчиники, кг	19,5	0,8	1	15,6	19,5
Маслостійка гума, кг	50,0	0,4	0,5	20	25
Резина профільна, кг	50,0	0,13	0,09	6,5	4,50
Припой олов'яно-свинцовий, кг	476,1	0,02	0,02	9,54	9,54
Припой мідно-фосфорний, кг	88,5	0,03	-	2,65	0,00
Електроди, кг	16,4	0,15	0,2	2,46	3,30
Засоби кріплення, кг	20,9	2	2,5	41,8	52,38
Дріт кручений, м	2,7	0,3	0,35	0,81	0,96
Матеріал обжиму, кг	27,3	0,4	0,5	10,92	13,65
Разом:				22700,49	25961,58
Кабельні лінії					
Сталь сортова, кг	7,5		2		14,982
Електроди, кг	16,5		0,1		1,6452
Разом:					16,6252

Вартість матеріалу на технічну операцію:

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

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

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

$C_{\text{ло}}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів на ремонт:

$$C_{\text{мпр}} = 0,01(198 \cdot 22700,49 + 650 \cdot 25961,58 + 2,474 \cdot 16,62) = 211937,9 \text{ (грн./рік)}$$

і вартість матеріалів на технічне обслуговування:

$$C_{\text{мто}} = 0,01(1920 \cdot 22700,49 + 650 \cdot 25961,58 + 2,474 \cdot 16,62) = 602841,3 \text{ (грн./рік)}.$$

Отже, можна розрахувати:

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

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

$$C_{\text{обс}} = 158632 + 602841,3 = 761473,3 \text{ (грн/рік)};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

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

$$C_{\text{пр}} = 55105 + 211937,9 = 267042,9 \text{ (грн/рік)}.$$

4.5 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.

$$C_a = 0,06 \cdot 2262000 = 135720 \text{ (грн/рік)}.$$

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:

$$C_{\text{іп}} = \beta_{\text{іп}}(C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a); \quad (4.18)$$

де $\beta_{\text{іп}}$ – коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{\text{іп}} = 0,25 \cdot (761473,3 + 267042,9 + 135720) = 291059,05 \text{ (грн/рік)}.$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	761473,3	52,3
Витрати на поточний ремонт	267042,9	18,3
Витрати на амортизацію	135720	9,3
Інші витрати	291059,05	20
Разом	1455295,25	100

4.6 Розрахунок річного споживання і витрат 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:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_n \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.19)$$

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

T_{mi} – річна тривалість використання максимуму активного навантаження і-ого цеху, год.;

K_n – коефіцієнт попиту.

Річна кількість годин використання максимуму активної потужності по галузях промисловості при різній кількості робочих змін приводяться в галузевих інструкціях і довідкових матеріалах. Величина T_m у середньому за рік складає: для освітлювальних навантажень – 1500 – 2000 год.; для однозмінних підприємств – 2000 – 3000 год.; для двозмінних – 3000 – 4500 год і тризмінних 4500 – 8000 год.

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для інструментального цеху:

$$E_{a1} = 652,15 \cdot 5000 = 3260750 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.11.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.11 – Річні витрати активної електроенергії по цехам

Назва цеху	К-сть змін	T _м , год.	P _p , кВт	E _a , кВт·год./рік
Інструментальний	3	5000	652,15	3260750
Лабораторія	1	2000	89,462	178924
Адміністративна будівля №2	1	2000	131,86	263720
Ливарний	3	5000	360	1580340
Адміністративна будівля №1	1	3000	171,46	514380
Термічний	3	5000	295,85	1479250
Покрасочний	3	5000	86,61	433085
Складське приміщення	1	2000	54,92	109840
Разом			1842,3	7820289

Для визначення повної потреби підприємства в електроенергії необхідно до отриманого результату додати втрати електроенергії в лініях (табл. 4.12) і трансформаторах (табл. 4.13).

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{л} = 3 \cdot n \cdot I_{м}^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.20)$$

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

τ – час максимальних втрат, год./рік.

R – активний опір проводу або кабелю однієї фази, Ом;

n – кількість кабелів в лінії.

$$R = r_0 \cdot L, \quad (4.21)$$

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

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

$$\tau_{м} = \left(0,124 + \frac{T_{м}}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{5000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 3410,9 \text{ (год)}.$$

Для лінії П/С – ЦРП:

Активний опір однієї фази кабелю від П/С до ЦРП.:

$$R = 0,206 \cdot 1,051 = 0,216 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії П/С-ЦРП:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot 2 \cdot 85^2 \cdot 0,216 \cdot 3410,93 \cdot 10^{-3} = 29723,88 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Таблиця 4.12 – Втрати електроенергії в лінії

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I_M , А	R, Ом	τ , год./рік	R _{пит} , Ом/км	$\Delta E_{\text{л}}$, кВт·год.
П/С- ЦРП	АПВБВ 3х150	2	1,051	85	0,206	3410,93	0,216	29723,88
ЦРП- ТП1	АВБШ 3х70	2	0,028	42	0,443	3410,93	0,012	433,21
ЦРП- ТП2	АВБШ 3х70	2	0,159	42	0,443	3410,93	0,07	2527,08
Разом								32684,17

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \left(\frac{S_{\phi}}{S_n} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.22)$$

де n – кількість трансформаторів;

$\Delta P_{\text{кз}}$ і $\Delta P_{\text{хх}}$ – 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_n – номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах ТП1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 2,8 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 18 \cdot \left(\frac{1465,4}{1600} \right)^2 \cdot 3410,93 = 74781,23 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Таблиця 4.13 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	$\Delta P_{\text{х}}$, кВт	$\Delta P_{\text{к}}$, кВт	S_p , кВА	S_n , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
ЦРП-ТП1	ТМ-1600	2	2,8	18	1465,40	1600	74781,23
ЦРП-ТП2	ТМ-1000	2	2,1	10,5	725,64	1000	41696,37
Разом							116477,6

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

$$E = E_a + \Delta E_{\text{л}} + \Delta E_{\text{т}}; \quad (4.23)$$

$$E = 7820289 + 32684,17 + 116477,6 = 7969450,77 \quad (\text{кВт}\cdot\text{год./рік}).$$

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.

$$\Pi_1 = 2 \cdot 7969450,77 = 15938901,5 \text{ (грн)}.$$

4.7 Розрахунок собівартості електроенергії

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

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.24)$$

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.

Промислові підприємства, що споживають електроенергію від зовнішнього джерела, з одного боку, оплачують кількість отриманої енергії за тарифом, а з іншого – несуть додаткові витрати при передаванні та розподілі електроенергії від мереж енергосистеми до цехових споживачів. Отже, загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн./рік:

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\text{п}}, \quad (4.25)$$

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

$C_{\text{п}}$ – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

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

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (4.26)$$

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;

$$C_{\pi} = 761473,3 + 267042,9 + 135720 + 291059,05 = 1455295,25 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 1455295,25 + 15938901,5 = 17394196,75 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{17394196,75 \cdot 100}{7820289} = 222,4 \text{ (коп./кВт·год)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.14.

Таблиця 4.14 – Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	7820289	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	7969450,77	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	15938901,5	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{π}	1455295,25	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	17394196,75	грн.
Собівартість електроенергії	S	222,4	коп/кВт·год.

Висновок по розділу 4

В економічній частині роботи було розраховано величину капіталовкладень в енергосистему підприємства, яка становить 2262 тис. грн, розраховано витрати по заробітній платі експлуатаційного персоналу, яка становить 158632,3 грн та ремонтного персоналу 55105 грн, визначено кошторис річних поточних витрат 1455295,25 грн, витрати електроенергії в трансформаторах та ЛЕП, плату за електроенергію яка становить 15938901,5 грн, сумарні витрати підприємства становлять 17394196,75 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі розробляються заходи з енергозбереження в системі електропостачання ТОВ «Вінницький агрегатний завод». В цехах підприємства передбачається створення належного температурного режиму, який забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні норми праці. Усі металеві неструмоведучі частини (корпуса електродвигунів, шаф, світильників, тощо), які можуть опинитися під напругою в наслідок пошкодження ізоляції, заземлюються шляхом приєднання до нульового проводу живлячої мережі.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які впливають на оперативно-ремонтний персонал, що обслуговує обладнання підприємства, за ГОСТ 12.003-74 [33]:

фізичні:

- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
 - рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
 - підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
 - недостатнє освітлення робочої зони;
 - недостатність природного освітлення;
 - небезпечний рівень напруги електричного кола, замикання якої може відбутися через тіло людини;
 - підвищений рівень шуму на робочому місці;
 - підвищений рівень вібрації;
 - підвищена та понижена вологість повітря;
 - підвищена рухливість повітря;
- психофізіологічні небезпечних та шкідливих виробничих фактори:
- фізичні перевантаження (динамічні);
 - нервово - психічні перевантаження (монотонність праці).

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Кімната виробничого приміщення інструментального цеху має загальну площу 45 м^2 , і висотою стелі $3,8 \text{ м}$. У приміщенні знаходиться 4 робочих місця обладнаних ПК. Схема робочого приміщення зображена на рисунку 5.1.

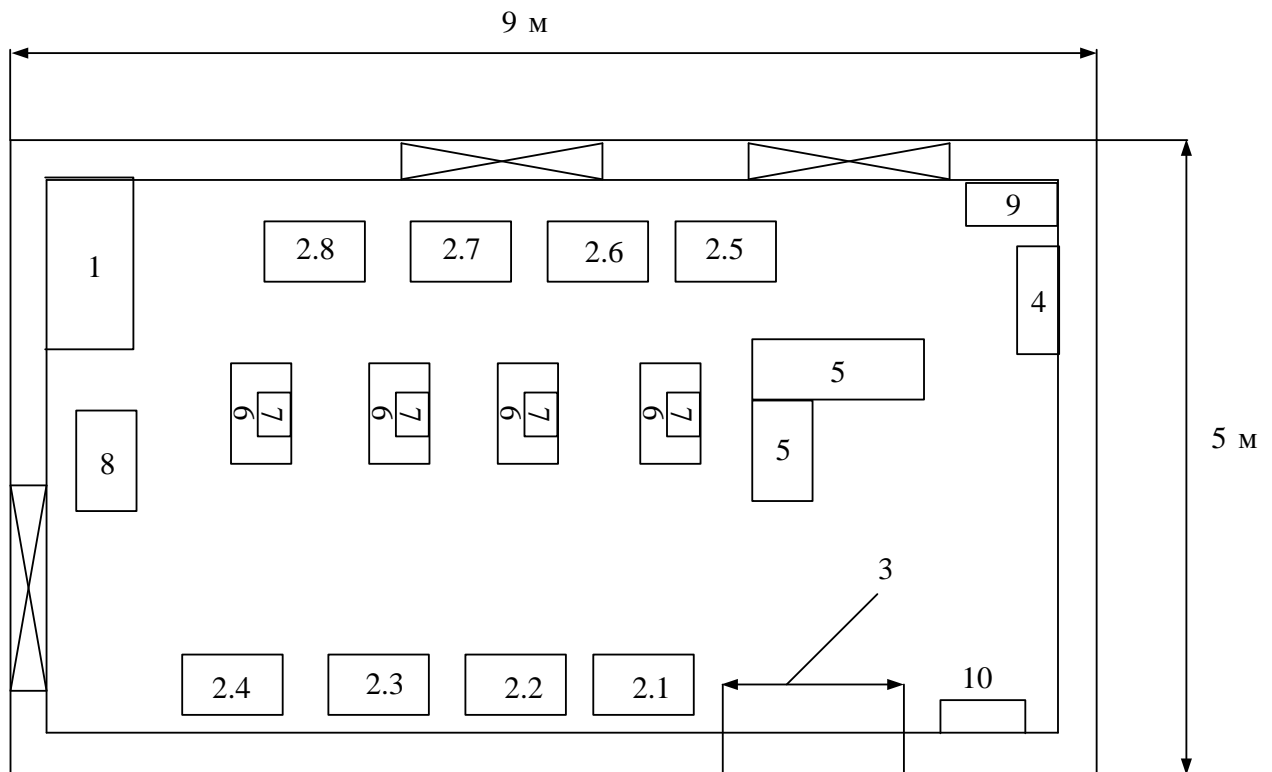


Рисунок 5.1 – Схема виробничого приміщення

Умовні позначення на рисунку 5.1: 1 – шафа для одягу; 2.1-8 – комплексні стенди для діагностики електрообладнання; 3 – дверний отвір; 4 – токарний верстат; 5, 6 – робочі столи, 7 – комп'ютери, 8 – слюсарний верстак, 9 – шафа для інструментів.

Слід зазначити, що площа одного робочого місця працівника, який використовує під час роботи ПК не повинна бути меншою за 6 м^2 , а об'єм не менший за 20 м^3 . Площа даного приміщення становить 45 м^2 , відповідно на одного працівника який використовує ПК припадає $11,25 \text{ м}^2$, що більше за допустиму норму згідно НПАОП 0.00-1.28-10 [13]. Об'єм даного приміщення становить 171 м^3 , відповідно на одного працівника припадає $42,75 \text{ м}^3$, що також не відповідає допустимій нормі.

При розташуванні елементів робочого місця слід враховувати: робочу позу користувача, простір для розміщення користувача, можливість огляду елементів робочого місця, можливість ведення записів, розміщення документації і матеріалів, які використовуються користувачем [25].

Конструкція робочого місця має забезпечити підтримання оптимальної робочої пози. Робочі місця з ПК повинні бути розташовані від стіни з вікнами на відстані не менш ніж 1,5 м, від інших стін – на відстані не менше ніж 1 м. Недопустиме розташування ПК, при якому працюючий повернений обличчям або спиною до вікон кімнати або до задньої частини ПК, в яку монтуються вентилятори.

Роботи по оперативному обслуговуванню електропривода.

При роботі, яка зв'язана з доторканням до струмоведучих частин електродвигуна або до обертових частин електродвигуна, який приводить в рух механізм, необхідно зупинити електродвигун та на його пусковому пристрої або ключі керування повісити плакат "НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ".

При роботах за межами КРУ на відхідних КЛ на підключеному до них обладнанні візок з вимикачем необхідно викотити з шафи; верхню заслінку або дверці закрити на замок та вивісити плакати "НЕ ВМИКАТИ!" або "НЕ ВМИКАТИ! РОБОТА НА ЛІНІЇ"[24].

При накладенні заземлювачів у шафах КРУ у випадку роботи на відходячих КЛ необхідно враховувати слідуєчі вимоги: КЛ напругою вище 1000 В заземлюються в усіх РУ і у секційних комутаційних апаратах, де відключена лінія.

Якщо дозволяє конструктивне виконання апаратів та характер роботи, перераховані вище міри можуть бути замінені розшиновкою або від'єднанням кінців кабелю проводів від комутаційного апарату або обладнання, на якому повинна проводитись робота.

Розшиновку або від'єднання кабельної лінії при підготовці робочого місця може виконати ремонтний робітник, який має третю групу. Під наглядом чергового або оперативно-ремонтного робітника. З найближчих до робочого

міста струмоведучих частин до наступних доторканню повинна бути знята напруга або вони повинні бути огорожені.

Відключене положення комутаційних апаратів до 1000 В з недоступними для огляду контактами (автоматичні вимикачі, пакетні вимикачі, рубильники в закритому виконанні тощо) визначається перевіркою відсутності на їх затискачах або на відходячих шинах, проводах або затискачах обладнання, яке відключається цими комутаційними апаратами [25].

В електроустановках до 1000 В при роботах на збірних шинах РУ, щитів, збірок напруга з шин повинна бути знята та шини (за винятком шин, які виконані ізольованим проводом) повинні бути заземлені. Необхідність та можливість встановлення на приєднання цих РУ, щитів, збірок та підключеного до них обладнання визначає працівник, який видає наряд (розпорядження).

Перед допуском до роботи на електродвигунах насосів, димососів та вентиляторів, якщо можливо обертання електродвигунів від з'єднаних з ними механізмів, повинні бути закриті та заперті на замок засувки цих механізмів, а також прийняті заходи для гальмування ротора електродвигунів.

Випробування електроприводів разом з виконуючим механізмом потрібно проводити з дозволу начальника зміни технологічного цеху, в якому вони встановлені.

При видачі робиться запис в оперативному журналі технологічного цеху, а отриманні цього дозволу - в оперативному журналі кімнати приміщення цеху, який проводить випробування.

Ремонт і наладку електросхем електроприводів, не з'єднаних з виконуючим механізмом, регулюючих органів та запірної арматури, можна проводити по розпорядженню. Дозвіл на їх випробування дає працівник, який дав розпорядження на вивід електропривода в ремонт, наладку. Про це повинен бути зроблений запис при оформленні розпорядження [25].

При роботі на електродвигуні заземлення встановлюється на кабелі (з від'єднанням або без від'єднання його від електродвигуна) або на його приєднанні в РУ.

Вмикання електродвигуна для перевірки до повного закінчення роботи проводиться після виводу бригади з робочого місця.

Після випробування проводиться повторний допуск з оформленням в наряді. При виконанні роботи по розпорядженню на повторний допуск розпорядження дається заново.

5.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання 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 залежить від наявності факторів підвищеної або особливої небезпеки. При наявності таких факторів як підвищена вологість, струмопровідний пил, контакт обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами, - приміщення можна віднести до категорії підвищеної небезпеки [24].

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмовідні 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 споживачів струму від мережі три-провідної з глухо-заземленою нейтраллю, при напрузі до 1000 В, використовується занулення – навмисне електричне з'єднання нормально не струмопровідних елементів устаткування із заземленим нульовим проводом. При зануленні, пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів до занулення, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового провідника.

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.

Електрозахисні засоби поділяються на основні та допоміжні.

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 [24].

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.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [8] встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 5.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт ІІа.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с

Теплий Холодний	Середньої важкості, Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

2. Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.

3. Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та приточна вентиляційні системи.

5.2.2 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 проїми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (ϵ). КПО - відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

КЕО при природному та сумісному освітленнях.

Характеристика зорової роботи - роботи середньої точності;

Розряд - IV;

Підрозряд зорової роботи - а;

Контраст об'єкту розпізнавання - незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Характеристика фону - незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Бокове КЕО, %:

-природне 1,5;

-суміщене 0,9

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. Нормовані значення КЕО для будинків визначаються за формулою:

$$e_N = e_n \cdot m = 1,5 \cdot 0,75 = 1,2 \% , \quad (5.1)$$

де e_n - значення КЕО для будинків;

m - коефіцієнт сонячності клімату - 0,75, вікна зорієнтовані на схід.

Штучне освітлення.

- штучне освітлення буває 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, концентруючими світловий потік безпосередньо на робочих місцях [25].

Штучне освітлення, лк:

- загальне 75лк;

Для забезпечення нормативного значення e_{min} передбачено:

Штучне освітлення в приміщенні цеху забезпечується світильниками типу РСП08×250 (однолампові) з лампами ДРЛ-250.

5.2.3 Виробничий шум

Рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_0} \right), \quad (5.2)$$

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

P_0 - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

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» [17].

Таблиця 5.2 – 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

Шум порушує нормальну роботу шлунка, 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» [17].

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.

5.2.4 Вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу - За. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються установка купажу води та лінія розливу води, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, рівні приведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot c^{-2}$	ДБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
За	Z_o, Y_o, X_o	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин;
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

5.2.5 Психофізіологічні фактори

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Перебування в незручній та/або фіксованій позі більше 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (на колінах, навпочіпки і т. ін.) більше 25% часу зміни. Знаходження в позі стоячи більше 80% часу.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): більше 1500

Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну: більше 300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км. По горизонталі: більше 12 та по вертикалі: більше 8

Інтелектуальні навантаження: Евристична (творча) діяльність, що вимагає вирішення складних завдань при відсутності алгоритму; особисте керівництво в складних ситуаціях

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступною комплексною оцінкою взаємопов'язаних параметрів. Комплексна оцінка всієї виробничої діяльності, Контроль та попередня робота з розподілу завдань іншим особам, Робота в умовах дефіциту часу та інформації з підвищеною відповідальністю за кінцевий результат.

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) більше 75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи більше 300

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження більше 25

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) більше 4.

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів менше 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) більше 25.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість кінцевої продукції, роботи, завдання. Неправильні рішення можуть викликати пошкодження обладнання, зупинку технологічного процесу, можливу небезпеку для життя

Ступінь ризику для власного життя – Можливий

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – Можливий

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) Більше 8

Змінність роботи Нерегулярна змінність з роботою в нічний час

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви відсутні

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Щорічно в нашій країні виникають надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, що призводить до загибелі багатьох людей і значних матеріальних збитків.

Масштаби, характер руйнувань і кількість постраждалих людей залежать від типу, масштабу і місця аварії, катастрофи або стихійного лиха, від швидкості розвитку надзвичайної ситуації.

Внаслідок проходження гамма-випромінювання через елементи електронної апаратури, в останніх утворюється потік вільних зарядів. Внаслідок переміщення яких може виникнути імпульс який може призвести до хибного спрацювання пристроїв. Також наслідком такого опромінення є підвищення провідності матеріалів, збільшення протікання струму і зменшення опору, в газорозрядних приладах зменшується напруга запалення. Таким чином блоки СЕП можуть раптово втратити працездатність при певних рівнях радіації.

ЕМІ може поширюватись на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціях, здійснюючи вплив на об'єкти там, де ударна хвиля, світлове випромінювання і проникаюча радіація втрачають свої

значення як вражаючі фактори. Також може викликати в лініях зв'язку, енергопостачання, систем обчислювальних машин, напруги, що можуть викликати пробій ізоляції елементів апаратури і пристроїв, підключених до повітряних і підземних ліній. Ступінь пошкоджень залежить від наведеного імпульсу напруги чи струму і електричної міцності обладнання.

Рух у повітрі електронів та іонів, які виникають під дією іонізуючих випромінювань, призводить до утворення електромагнітного імпульсу (ЕМІ). ЕМІ здатний розповсюджуватися на десятки й сотні кілометрів по лініях електропередачі, зв'язку, трубопроводах.

Тому саме з цих причин необхідно оцінити безпеку роботи системи електропостачання в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

5.3.1 Дослідження безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії іонізуючих випромінювань.

Визначаємо експозиційні дози при яких в елементах системи електропостачання можуть виникнути зворотні зміни.

Таблиця 5.4 – Граничні значення експозиційних доз елементів системи електропостачання.

№	Елементи системи електропостачання		Д _{гр, Р}	Д _{гр, Р}
1	Трансформатори	ТМ-1600/10/0.4	10 ⁶	
		ТМ-1000/10/0.4	10 ⁶	
2	Розрядники	ОПН-1Ю-У1	10 ⁵	10 ⁶

Продовження таблиці 5.4

№	Елементи системи електропостачання		Д _{гр, Р}	Д _{гр, Р}
3	Струмопровід	ГРТЕ-10-8550-250	10 ⁹	
4	Автоматичний вимикач	ВА-67-13	10 ³	
5	Магнітний пускач	КМИ-57012	10 ⁵	

Розрахунок проводимо по межі стійкості Д_{гр}, окремого блоку.

Визначаємо граничне значення рівня радіації, до якого можлива робота виробничого персоналу у звичайному режимі за час t_{\max} :

$$P_1 = 5,53 \text{ P/год}$$

$$P_{zp} = \frac{D_{zp} \cdot K_{noc}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} [P/\text{год}], \quad (5.3)$$

де K_{noc} – коефіцієнт послаблення : $K_{noc} = 1$

$t_{п}$ – час початку опромінення - $t_{п}=1$ год

$t_{р.макс.}$ – максимальна тривалість роботи - для трансформатора

$t_{р.макс.}=131400$ год (15 років).

$t_{р.макс}$ – інших блоків занесено в таблицю 5.5.

$$t_k = t_{р.макс} + t_{п}, \quad (5.4)$$

$$t_k = 131400 + 1 = 131401 \text{ год.}$$

$$P_{zp.т} = \frac{10^6 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{131401} - \sqrt{1})} = 1383,1 \text{ (P/год)} ;$$

$$P_{zp.р} = \frac{10^5 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{87601} - \sqrt{1})} = 169,5 \text{ (P/год)} ;$$

$$P_{zp.с} = \frac{10^9 \cdot 1,5}{2 \cdot (\sqrt{87601} - \sqrt{1})} = 2542591 \text{ (P/год)} ;$$

$$P_{zp.а} = \frac{10^3 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{43801} - \sqrt{1})} = 2,4 \text{ (P/год)} ;$$

$$P_{zp.м} = \frac{10^5 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{43801} - \sqrt{1})} = 288 \text{ (P/год).}$$

Визначаємо допустимий час роботи РЕА в заданих умовах.

Можливу дозу опромінення D_m за встановлений час можна визначити:

$$D_m = \frac{2 \cdot P_1 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{nocл}} [P]. \quad (5.5)$$

$$D_{m.т} = \frac{2 \cdot 5,53 \cdot (\sqrt{121400} - \sqrt{1})}{1} = 3,9 \text{ (мкР)};$$

$$D_{м.р} = \frac{2 \cdot 5,53 \cdot (\sqrt{87601} - \sqrt{1})}{1} = 3,26 \text{ (мкР)};$$

$$D_{м.с} = \frac{2 \cdot 5,53 \cdot (\sqrt{87601} - \sqrt{1})}{1,5} = 2,17 \text{ (мкР)};$$

$$D_{м.а} = \frac{2 \cdot 5,53 \cdot (\sqrt{43801} - \sqrt{1})}{1} = 2,3 \text{ (мкР)};$$

$$D_{м.м} = \frac{2 \cdot 5,53 \cdot (\sqrt{43801} - \sqrt{1})}{1,2} = 1,91 \text{ (мкР)}.$$

Визначаємо допустимий час роботи РЕА в заданих умовах.

$$t_{доп} = \left(\frac{D_{зр} \cdot K_{носл} + 2 \cdot P_{1max} \sqrt{1}}{2 \cdot P_1} \right)^2 [год], \quad (5.6)$$

$$t_{доп.т} = \left(\frac{10^6 \cdot 1 + 2 \cdot 5,53 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 5,53} \right)^2 = 7610365 \text{ (років)};$$

$$t_{доп.р} = \left(\frac{10^5 \cdot 1 + 2 \cdot 5,53 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 5,53} \right)^2 = 1149425 \text{ (років)};$$

$$t_{доп.с} = \left(\frac{10^9 \cdot 1,5 + 2 \cdot 5,53 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 5,53} \right)^2 = 22831050 \text{ (років)};$$

$$t_{доп.а} = \left(\frac{10^3 \cdot 1 + 2 \cdot 5,53 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 5,53} \right)^2 = 114 \text{ (років)};$$

$$t_{доп.м} = \left(\frac{10^5 \cdot 1,2 + 2 \cdot 5,53 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 5,53} \right)^2 = 32877 \text{ (років)}.$$

Таблиця 5.5 – Дані розрахунку D_m , $t_{доп.}$ для СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод»

№	Блоки	тк	Ргр, Р	Дм, Р	Кпост	тдоп, роки
1	Трансформатор	131401	1383,1	3998,1	1	7610365
2	Розрядник	87601	169,5	3262,4	1	1149425
3	Струмопровід	87601	2542591,2	2174,9	1,5	22831050
4	Вимикач	43801	24	2303,6	1	114

5	Магнітний пускач	43801	288	1919,7	1,2	32877
---	------------------	-------	-----	--------	-----	-------

Таким чином, система електропостачання буде безпечно працювати, якщо граничне значення рівня радіації не перевищуватиме значення трансформатора $P_{гр} \geq P_1 = 1383 \geq 5,53$ та граничне значення $D_{гр} \geq D_m = 10^6 \geq 4$, розрядника $P_{гр} \geq P_1 = 169,5 \geq 5,53$ та $D_{гр} \geq D_m = 10^5 \geq 3,2$, струмопровода $P_{гр} \geq P_1 = 2542591 \geq 5,53$ та $D_{гр} \geq D_m = 10^9 \geq 2,1$, автоматичного вимикача $P_{гр} \geq P_1 = 24 \geq 5,53$ та $D_{гр} \geq D_m = 10^4 \geq 2,3$, Магнітного пускача $P_{гр} \geq P_1 = 288 \geq 5,53$ та $D_{гр} \geq D_m = 10^4 \geq 1,9$, система є стійкою.

5.3.2 Дослідження безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії електромагнітного імпульсу

При оцінці впливу ЕМІ на струмопровідні елементи необхідно врахувати те, що ЕМІ мають горизонтальну та вертикальну складові напруженості електричного поля і тому повинні визначатися значеннями напруги на вертикальних та горизонтальних ділянках лінії. Для оцінки безпеки роботи в умовах дії електромагнітних випромінювань, необхідно визначити значення вертикальної складової напруженості електромагнітного поля, при коефіцієнті безпеки рівному $K_b = 40$ дБ.

На об'єкті СЕП розподіляються на різні блоки:.

На кожній ділянці визначаємо максимальну довжину вертикальної та горизонтальної струмопровідної частини:

Трансофрматори - $l_{в1}=3м, l_{г1}=2,5м$.

Розрядники - $l_{в2}=0,4м, l_{г2}=0,35м$.

Струмопроводи $l_{в3}=0,9м, l_{г3}=0,25м$.

Автоматичний вимикач $l_{в1}=0,4м, l_{г1}=0,1м$.

Магнітний пускач $l_{в1}=0,6м, l_{г1}=0,8м$.

1) Визначаємо горизонтальну складову напруженості:

$$E_z = E_g \cdot 10^{-3} = 11,88 \cdot 10^{-3} \text{ (кВ / м)},$$

$$E_r = 11,88 \text{ (В/м)}.$$

2) Визначаємо U_2 та U_6 :

$$U_2 = E_6 \cdot l_2 = 11880 \cdot 3 = 35640 (B);$$

Трансформатора: $U_6 = E_2 \cdot l_6 = 11,88 \cdot 2,5 = 29,7 (B);$

$$U_2 = E_6 \cdot l_2 = 11880 \cdot 0,4 = 4752(B);$$

Розрядника: $U_6 = E_2 \cdot l_6 = 11,88 \cdot 0,35 = 4,1 (B);$

$$U_2 = E_6 \cdot l_2 = 11880 \cdot 0,9 = 10692 (B);$$

Струмопровода: $U_6 = E_2 \cdot l_6 = 11,88 \cdot 0,25 = 2,97 (B);$

$$U_2 = E_6 \cdot l_2 = 11880 \cdot 0,4 = 4752 (B);$$

Автоматичного вимикача $U_6 = E_2 \cdot l_6 = 11,88 \cdot 0,1 = 1,18 (B);$

$$U_2 = E_6 \cdot l_2 = 11880 \cdot 0,6 = 7128 (B);$$

Магнітного пускача $U_6 = E_2 \cdot l_6 = 11,88 \cdot 0,8 = 10,3 (B).$

Таблиця 5.6 – Напруги живлення СЕП по блоках

№	Блоки СЕП	Уж, В
1	Трансформатор	220
2	Розрядник	110
3	Струмопровід	10
4	Автоматичний вимикач	220
5	Магнітний пускач	38

3) Визначаємо допустиму напругу живлення:

$$U_{дон.т} = U_{жс} + \frac{U_{жс}}{100} \cdot N = 220 + \frac{220}{100} \cdot 5 = 231 (B);$$

$$U_{дон.р} = U_{жс} + \frac{U_{жс}}{100} \cdot N = 110 + \frac{110}{100} \cdot 5 = 115,5 (B);$$

$$U_{дон.с} = U_{жс} + \frac{U_{жс}}{100} \cdot N = 10 + \frac{10}{100} \cdot 5 = 10,5 (B);$$

$$U_{дон.а} = U_{жс} + \frac{U_{жс}}{100} \cdot N = 220 + \frac{220}{100} \cdot 5 = 231 (B);$$

$$U_{дон.м} = U_{жс} + \frac{U_{жс}}{100} \cdot N = 38 + \frac{38}{100} \cdot 5 = 39,9 (B).$$

4) Визначаємо коефіцієнт безпеки:

$$K_{б.з.т} = 20 \cdot \lg \frac{U_{дон}}{U_2} = 20 \cdot \lg \frac{231}{35640} = -43,7(\text{дБ});$$

$$K_{б.в.т} = 20 \cdot \lg \frac{U_{дон}}{U_6} = 20 \cdot \lg \frac{231}{29,7} = 17,82(\text{дБ});$$

$$K_{\delta.z.p} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\delta on}}{U_z} = 20 \cdot \lg \frac{115,5}{4752} = -32,29(\text{дБ});$$

$$K_{\delta.e.p} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\delta on}}{U_e} = 20 \cdot \lg \frac{115,5}{4,1} = 28,8(\text{дБ});$$

$$K_{\delta.z.c} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\delta on}}{U_z} = 20 \cdot \lg \frac{10,5}{10692} = -60,19(\text{дБ});$$

$$K_{\delta.e.c} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\delta on}}{U_e} = 20 \cdot \lg \frac{10,5}{2,97} = 10,97(\text{дБ});$$

$$K_{\delta.z.a} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\delta on}}{U_z} = 20 \cdot \lg \frac{231}{4752} = -26,27(\text{дБ});$$

$$K_{\delta.e.a} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\delta on}}{U_e} = 20 \cdot \lg \frac{231}{1,18} = 10,97(\text{дБ});$$

$$K_{\delta.z.m} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\delta on}}{U_z} = 20 \cdot \lg \frac{39,9}{7128} = -45(\text{дБ});$$

$$K_{\delta.e.m} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\delta on}}{U_e} = 20 \cdot \lg \frac{39,9}{10,3} = 11,73(\text{дБ}).$$

Таблиця 5.7 – Розрахунок коефіцієнтів безпеки по блоках СЕП

№	блоки	l_{zi}	l_{vi}	U_d , В	U_r , В	U_v , В	K_{Bvi} , дБ	K_{Bgi} , дБ	Стійкість
1	Трансформатор	3	2,5	231	35640	29,7	17,82	-43,77	нестійкий
2	Розрядник	0,4	0,35	115,5	4752	4,158	28,87	-32,29	нестійкий
3	Струмопровід	0,9	0,25	10,5	10692	2,97	10,97	-60,16	нестійкий
4	Вимикач	0,4	0,1	231	4752	1,188	45,78	-26,27	нестійкий
5	Магнітний пускач	0,6	0,87	39,9	7128	10,34	11,73	-45,04	нестійкий

Оскільки $K_{\delta.r} < 40$ дБ, то РЕА не стійка в роботі і необхідно провести екранування.

5.3.3 Розробка превентивних заходів по підвищенню безпеки роботи елементів СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах надзвичайних ситуацій

Головними заходами щодо радіаційної безпеки є: застосування в апаратурі радіаційно-стійких елементів і матеріалів, спеціальних масивних екранів або активного захисту від впливу потоків заряджених частинок. При імпульсному впливі іонізуючих випромінювань, крім перерахованих способів

використовують: застосування схем, мало критичних до змін електричних параметрів; зниження напруги живлення на аноді і збільшення від'ємної напруги зсуву сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, які містять радіотехнічні схеми на період впливу радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням та інші.

Проведемо розрахунок сталюого екрану за формулою :

$$A = 5,2 \cdot t \cdot \sqrt{f}, \text{ дБ}; \quad (5.7)$$

$A_{\text{екв}}$ – затування в екрані, (дБ)

$$A_{\text{екв.т}} = K_{\text{б.ном}} - K_{\text{б.г.роз}} = 40 - (-43,7) = 83,7 \text{ (дБ)};$$

$$A_{\text{екв.р}} = K_{\text{б.ном}} - K_{\text{б.гроз}} = 40 - (-32,29) = 72,29 \text{ (дБ)};$$

$$A_{\text{екв.с}} = K_{\text{б.ном}} - K_{\text{б.в.роз}} = 40 - (-60,1) = 100,1 \text{ (дБ)};$$

$$A_{\text{екв.а}} = K_{\text{б.ном}} - K_{\text{б.в.роз}} = 40 - (-26,2) = 66,3 \text{ (дБ)};$$

$$A_{\text{екв.м}} = K_{\text{б.ном}} - K_{\text{б.в.роз}} = 40 - (-45) = 85 \text{ (дБ)}.$$

Необхідна товщина стінки стелевого екрану см, визначається за формулою :

F- частота (15000 Гц)

$$t_m = \frac{A_{\text{екв}}}{5,2 \cdot \sqrt{F}} = \frac{83,2}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,13 \text{ (см)};$$

$$t_p = \frac{A_{\text{екв}}}{5,2 \cdot \sqrt{F}} = \frac{72,29}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,11 \text{ (см)};$$

$$t_c = \frac{A_{\text{екв}}}{5,2 \cdot \sqrt{F}} = \frac{100,1}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,16 \text{ (см)};$$

$$t_a = \frac{A_{\text{екв}}}{5,2 \cdot \sqrt{F}} = \frac{66,27}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,1 \text{ (см)};$$

$$t_m = \frac{A_{\text{екв}}}{5,2 \cdot \sqrt{F}} = \frac{85,04}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,13 \text{ (см)}.$$

Таблиця 5.8 – Дані розрахунку захисного екрану по різним блокам

№	Блоки	$K_{\text{б.ном}}$, дБ	$K_{\text{б.г.роз}}$, дБ	$A_{\text{екв}}$, дБ	t, см
1	Трансформатор	40	-43,77	83,77	0,13
2	розрядник	40	-32,29	72,29	0,11
3	Струмопровід	40	-60,16	100,16	0,16
4	Автоматичний вимикач	40	-26,27	66,27	0,1

5	Магнітний пускач	40	-45,04	85,04	0,13
---	------------------	----	--------	-------	------

Окрім чинників надзвичайних ситуацій розглянутих у попередніх підрозділах особливої уваги заслуговують надзвичайні ситуації що виникають в наслідок повеней спрямованих як атмосферними катаклізмами так і н.с. техногенного походження .

Забезпечити повних захист від впливу води , вологості на важко тому що повна герметизація обладнання конструктивно передбачає значну складність технологічних процесів виготовлення і високу вартість матеріалів.

Основними захистами по підвищенню ефективної роботи трансформатора це перевірка самої трансформаторної підстанції на цілісність , надійність , перевірка заземлення , перевірка системи охолодження , також раз в пів року проводити технічний огляд. Диференціальний захист виконаний за допомогою автоматичних автоматів. Розрядник виконує роль захисту ЛЕП від удару блискавки.

5.4 Пожежна безпека

Пожежа в кабіні оператора мостового крану може виникнути з наступних причин:

- заміна запобіжника або проведення якого-небудь ремонту електричного устаткування при підключеному живленні;
- застосування запобіжників, які по номінальному струму не відповідають даному колу;
- при появі перехідного опору, який виникає в місцях з'єднання проводів, електричних контактів машин, апаратів тощо.

Не можна продовжувати роботу, якщо у кабіні відчувається запах гару і диму, якщо не з'ясована причина цього і не усунено несправність.

При виникненні пожежі оператор повинен припинити всі виконувані роботи та залишити кабінку. Потім від'єднати живлення та приступити до гасіння пожежі вуглекислотним вогнегасником. Ці вогнегасник можна використовувати для гасіння пожеж будь-який речовин, машин і устаткування, у тому числі і

II	2/0	1/0	0,25/0	0,25/0	2/0	1/0	0,75/0	0,25/0	0,25/0
----	-----	-----	--------	--------	-----	-----	--------	--------	--------

Найбільшу відстань до евакуаційного виходу визначаємо за об'ємом приміщення та ступені вогнестійкості будівлі.

В проектуваному приміщенні, відстань при щільності людського потоку в загальному проході, чол/м² наступна: до 1 - 100 м².

Кількість людей для розрахунку ширини евакуаційних виходів розрахована на прикладі ливарного цеху показана в таблиці 5.8.

Таблиця 5.10 – Кількість людей для розрахунку ширини евакуаційних виходів

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Кількість людей на 1 м ширини Евакуаційного виходу(лвней)
1607	Д	IIIа	35

На території підприємства площею 46000 м² встановлено 3 пожежних щита. До комплексу засобів пожежогашіння, які розміщуються в ньому, включенні: вогнегасники ВП-5 - 3шт., ящик з піском - 1шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті 2м х 2м - 1шт., гаки – 3шт, лопати - 2шт., ломи - 2шт., сокири - 2шт.

Ящик для піску має місткість 3м³ та укомплектований совковою лопатою. У кабіні установки розташований вогнегасник ВВ-5.

Висновок по розділу 5

В даному розділі було розглянуто технічні рішення з безпечної експлуатації та з гігієни праці і виробничої санітарії для ТОВ «Вінницький агрегатний завод».

Оцінено мікроклімат приміщення за такими показниками як виробниче освітлення, виробничий шум, виробнича вібрація. Розглянуто, чим забезпечується пожежна безпека підприємства, а також основні причини виникнення пожежі на підприємстві. Оцінено стан пожежної безпеки підприємства

У підрозділі з безпеки НС проведено оцінку безпеки роботи СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та розроблено заходи по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання.

В умовах дії іонізуючих випромінювань система електропостачання буде безпечно працювати, якщо граничне значення рівня радіації не перевищуватиме значення трансформатора $P_{гр} \geq P_1 = 1383 \geq 5,53$ та граничне значення $D_{гр} \geq D_m = 10^6 \geq 4$.

Виконано розрахунок екранування, був вибраний сталевий екран товщиною не менше 0,1 см.

Отже, було досліджено стійкість роботи системи електроживлення шляхом оцінки його безпеки в умовах дії іонізуючого випромінювання та електромагнітного імпульсу та розроблено заходи по підвищенню безпеки її роботи у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВОКИ

В даній магістерській кваліфікаційній роботі було здійснено розробку заходів з енергозбереження в системі електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Вінницький агрегатний завод». Було проведено аналіз характеристик технологічних процесів підприємства, розглянуто історію підприємства, наведено відомості про електричні навантаження підприємства.

Проведенні розрахунки системи постачання підприємства, вибрано дві двохтрансформаторні підстанції ТМ-1600 та ТМ-1000, вибрано переріз та марку кабеля для ЦРП – АПвБВ 3x150+1x120 та для ТП – АВБбШ 3x70+1x50, проведено розподіл навантаження між цехами, розраховані оптимальні координати вибору місця розташування для ЦРП – $X_0=19$, $Y_0=165$, ТП-1 – $X_0=45$, $Y_0=167$ та ТП2 – $X_0=107$, $Y_0=70$, проведені розрахунки струму короткого замикання.

При розробці заходів з енергозбереження на ТОВ «Вінницький агрегатний завод» було проведено розрахунки ефективності заміни ламп системи освітлення з люмінесцентних на світлодіодні з приведеними цінами за минули роки; для економії коштів на підприємстві встановлено дві конденсаторні установки на високій стороні, які мають можливість компенсації реактивної енергії до 950 квар; вибрані мікропроцесорні лічильники, які можуть працювати з системою АСКОЕ.

В економічній частині роботи було розраховано величину капіталовкладень в енергосистему підприємства, яка становить 2262 тис. грн, розраховано витрати по заробітній платі експлуатаційного персоналу, яка становить 158632,3 грн та ремонтного персоналу 55105 грн, визначено кошторис річних поточних витрат 1455295,25 грн, витрати електроенергії в трансформаторах та ЛЕП, плату за електроенергію яка становить 15938901,5 грн, сумарні витрати підприємства становлять 17394196,75 грн.

В розділі охорони праці проведено та розглянуто технічні рішення з безпечної експлуатації та з гігієни праці і виробничої санітарії для ТОВ «Вінницький агрегатний завод».

Оцінено мікроклімат приміщення за такими показниками як виробниче освітлення, виробничий шум, виробнича вібрація. Розглянуто, чим забезпечується пожежна безпека підприємства, а також основні причини виникнення пожежі на підприємстві. Оцінено стан пожежної безпеки підприємства

У підрозділі з безпеки НС проведено оцінку безпеки роботи СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та розроблено заходи по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурбело М. Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання: навчальний посібник / Бурбело М.Й. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - 123 с [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://burbelo.vk.vntu.edu.ua//file/15aef4c0c98152c16666a333aee84aef.pdf>
2. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий: учебник для вузов / А. А. Федоров, В. В. Каменева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 472 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.studmed.ru/fedorov-aa-kameneva-vv-osnovy-elektrosnabzheniya-promyshlennyh-predpriyatiy_3d75831a48b.html
3. ДСТУ 3463-96 (ГОСТ 14209-97). Керівництво з навантаження силових масляних трансформаторів
4. Веников В. А. Экономические интервалы при выборе оптимальных вариантов энергетических объектов и их применение при технико-экономических расчетах электропередач : учебное пособие для вузов / В. А. Веников, Ю. Н. Астахов. – Энергетика и автоматика. – 1962. – №3 – С. 13-15.
5. Правила устройства электроустановок. - Х.: Из-во “Форт”, 2009. -704с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://econtrol.com.ua/library/literatura/820-pue-2009>
6. Родштейн Л.А. Электрические аппараты: Учебник для техникумов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат, 1989. - 304с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.bookfi.net/book/600586>
7. Герасимова В.Г. Электротехнический справочник: В 4-х т. Т.2. Электротехнические изделия и устройства /Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. И.Н. Орлов). - 8-е изд., испр. и доп. - М.: Изд-во МЭИ, 1998 - 518 с.
8. Адоньев Н.М. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения /Н.М. Адоньев, В.В. Афанасьев, И.М. Бортник и др.; Под ред. В.В. Афанасьева. - Л.: Энергоатомиздат, 1987. - 544 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.studmed.ru/adonev-nm-afanasev-vv-bortnik-im-i-dr-spravochnik-po-elektricheskim-apparatam-vysokogo-napryazheniya_0b433aab5c8.html

9. Залеский А. М. Тепловые расчеты электрических аппаратов / А.М. Залеский, Г. А. Кукеков – Л., 1967. - 378 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://window.edu.ru/resource/579/77579/files/Grachev%20Proektirovanie%20EA_ispr.pdf
10. Міліх В. І. Електротехніка та електромеханіка: Навч. посібник. - К.: Каравела, 2006. - 376 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/690725/>
11. Хольм Р. Довідник по електротехнічних матеріалах, т. 2, М.— Л., 1960; Хольм Р., Електричні контакти, М., 1961.
12. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок.
13. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електрообчислюваних машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27405
14. ГКД 340.000.001-95. Загальні методичні положення визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику.
15. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>
16. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5-28-2006.pdf>
17. ДБН В.1.2-10-2008. Захист від шуму.
18. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
19. Терешкевич Л.Б. АСУ в електроспоживанні: навчальний посібник / Терешкевич Л.Б. Вінниця ВНТУ , 2016 р – 130 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/14212>
20. М.Й. Бурбело «Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків». Навчальний посібник. – 2-е вид., перероб. і доп. - Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005р. – 148с.
21. Демов О.Д., Бірюков О.О., Мельничук Л.М. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 92 с.
22. Кудрин Б.И., Прокопчик В.В. Электроснабжение промышленных

- предприятий. - Минск: Высшая школа, 1988. - 360 с.
23. Справочник по проектированию электроснабжения/ Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. - Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 576с.
 24. Охорона праці в електроенергетиці [Текст] : довідник / Упоряд. О.В.Кобилянський. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 165 с.
 25. Методичні вказівки до розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей [Текст] : методичні вказівки / Уклад. О.В.Кобилянський, О.П.Терещенко. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 44 с.
 26. Кабельно–провідникова продукція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189>
 27. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник з дисципліни «Електропостачання» / М. Й. Бурбело – Вінниця: ВДТУ. 2002. – 140 с.
 28. Прозатвердження Правил користування електричною енергією[Електронний ресурс].Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0417-96>.
 29. Авраменко В.М. Програмні засоби для автоматизації оперативного диспетчерського керування енергосистем / В. М. Авраменко, В.Л. Прихно, П.О. Черненко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – № 3. С 21 – 26. – ISSN 1999-9941.
 30. Гельман Г. А. Автоматизированные системы управления электроснабжением промышленных предприятий / Г. А. Гельман. // – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 255 с.
 31. Власов Б. В., Ковалев А. П. Автоматизированные системы управления предприятиями массового производства / Б. В. Власов, А. П. Ковалев. – М.: Высшая школа. 1987. – 423 с.
 32. Самсонов В. С. Автоматизированные системы управления в энергетике / В. С. Самсонов. – М. Высшая школа, 1990. – 400 с., 2 экз.
 - 33.ГОСТ 12.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори [Електронний ресурс] Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48127
 34. М. П. Охорона праці : Лабораторний практикум / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець – К. : Основа, 1998. – 224 с.

35. Методические указания к расчету электрического освещения для студентов специальности 03103 «Электроснабжение промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства». Искусственное освещение производственных помещений /для курсового и дипломного проектирования/Сост.В.А. Климчук. - Вінниця: ВПИ,1985,-56с.
- 36.. Мешков В.В. Основы светотехники: Учебное пособие для техникумов. -М.: Энергоатомиздат, 1979. -368с.
37. Лисенко Г. Л. Методичні вказівки до оформлення курсових проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. Г.Л. Лисенко, А.Г. Буда, Р.Р. Обертах. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 60 с.
38. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах: навчальний посібник / О.Д. Демов. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 95 с.
39. Справочник по проектированию электроснабжения / [под ред. Ю. Г. Барыбина и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
40. Электрические нагрузки промышленных предприятий / С. Д. Волобринский, Г. М. Каялов, П. И. Клейн, Б. С. Мешель. – Л. : Энергия, 1971. – 264 с.
41. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию / [под ред. А. А. Федорова]. – М. : Энергоатомиздат, 1986.– Т.1 – 580 с., 1987.– Т.2 – 591с.
42. Указания по расчету электрических нагрузок (РТМ 36.18.32.4- 92). – М. : ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1992.
43. Поспелов Г. Е. Потери мощности и энергии в электрических сетях / Г. Е. Поспелов, Н. М. Сыч. – М. : Энергоиздат, 1981. – 216 с.
44. Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38 – 150 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних втрат електроенергії. (ГНД 34. 09. 104 – 2003). – К. : Міністерство палива та енергетики України, 2004. – 115 с.
45. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений в энергетику. – Киев : Минэнерго Украины, 1999. (ГКД – 340000002).
46. Зорин В. В. Системы электроснабжения общего назначения : учебник для студентов вузов /В. В. Зорин, В. В. Тисленко. – Чернигов: ЧГТУ, 2005.– 341 с.
47. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования [под ред. Ю. Г. Барыбина и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 464 с.

48. Шидловский А. К. Повышение качества энергии в электрических сетях / А. К. Шидловский, В. Г. Кузнецов. – К. : Наукова думка, 1987. – 268 с.
49. Вакуумные выключатели серии ВВ/TEL [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tavrida-ua.com/products/vacuumswitch.html>.
50. Трансформаторы тока [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://beontop.com.ua/ru/catalog/transformatory-toka>.
51. Трансформаторы напряженыя [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://beontop.com.ua/ru/catalog/transformatory-napryazheniya>.
52. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет /А. С. Овчаренко и др. – Киев: Техніка, 1987.– 185 с.
53. Освітлення промислових споруд та житлових будинків. Методичнів казівки до виконання курсової роботи для студентів спеціальності - 141 / Л. Б. Терешкевич, О. В. Бабенко. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 48 с. [Електронний ресурс]- Режим доступу:<https://drive.google.com/file/d/1jtrnMIRcs-s6yOcqH-urpqDn5wBiuxF/view>.
54. Зінковський Б.В. Дослідження ефективних заходів з енергозбереження / Б.В. Зінковський // XLVIII Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2019).[Електронний ресурс]-Режим доступу:<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2019/paper/view/7340/6002>.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

“ ” _____ 2019р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.
“ ” _____ 2019р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД»
08-17.МКР.002.08.000 ТЗ

Науковий керівник:

к. т. н, доцент Шулле Ю.А. _____

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ- 18м

Зіньковський Б.В. _____

(підпис)

Вінниця 2019 р

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 254 від 02 . 10.19р.

Дата початку роботи 03 . 09 .19р.

Дата закінчення роботи 03 . 12 .19р.

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

а) мета – підвищення енергоефективності системи електропостачання підприємства;

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР: генплан підприємства; відомості про джерела живлення; основні техніко-економічні показники.

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 Рогальський Б. С., Нанака О. М., Праховник А. В., Денисенко М. А., Божко В. М. Концепція компенсації реактивної потужності в електричних мережах споживачів та енергопостачальних компаній // Энергетика и электрификация. – 2005. – №6 – 23-30 с.

3.3 Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) – видання третє, перероблене і доповнене, - 2014 р.

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

3.5 Демов О. Д. «Економія електроенергії на промислових підприємствах». – Вінниця: ВНТУ, 2006р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження	03.09.19	20.09.19
4.2 Проведення дослідних розрахунків	02.10.19	12.11.19
4.3 Розробка робочих креслень	12.11.19	26.11.19
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	27.11.19	03.12.19

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

Додаток Б

Вихідні дані

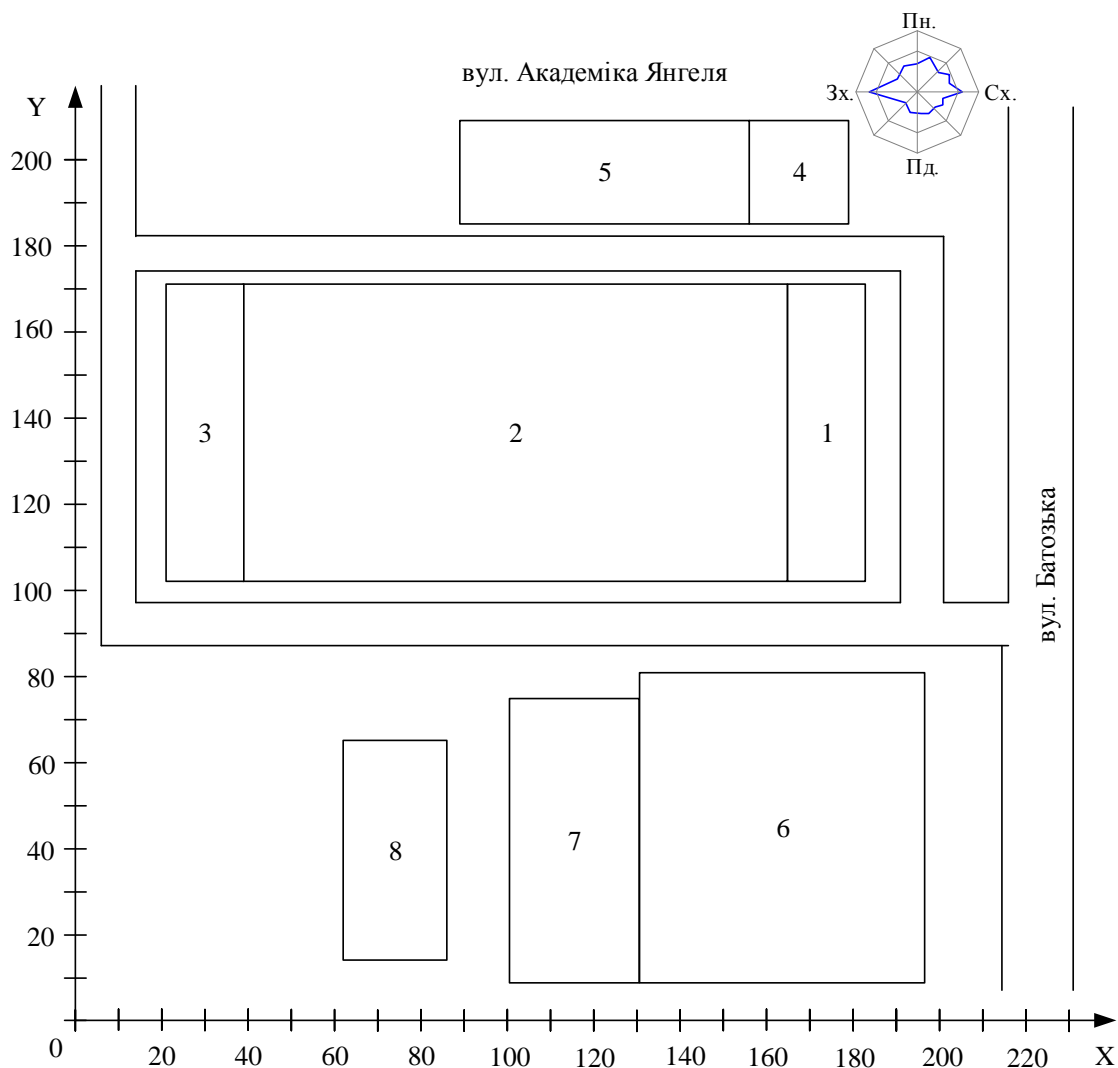


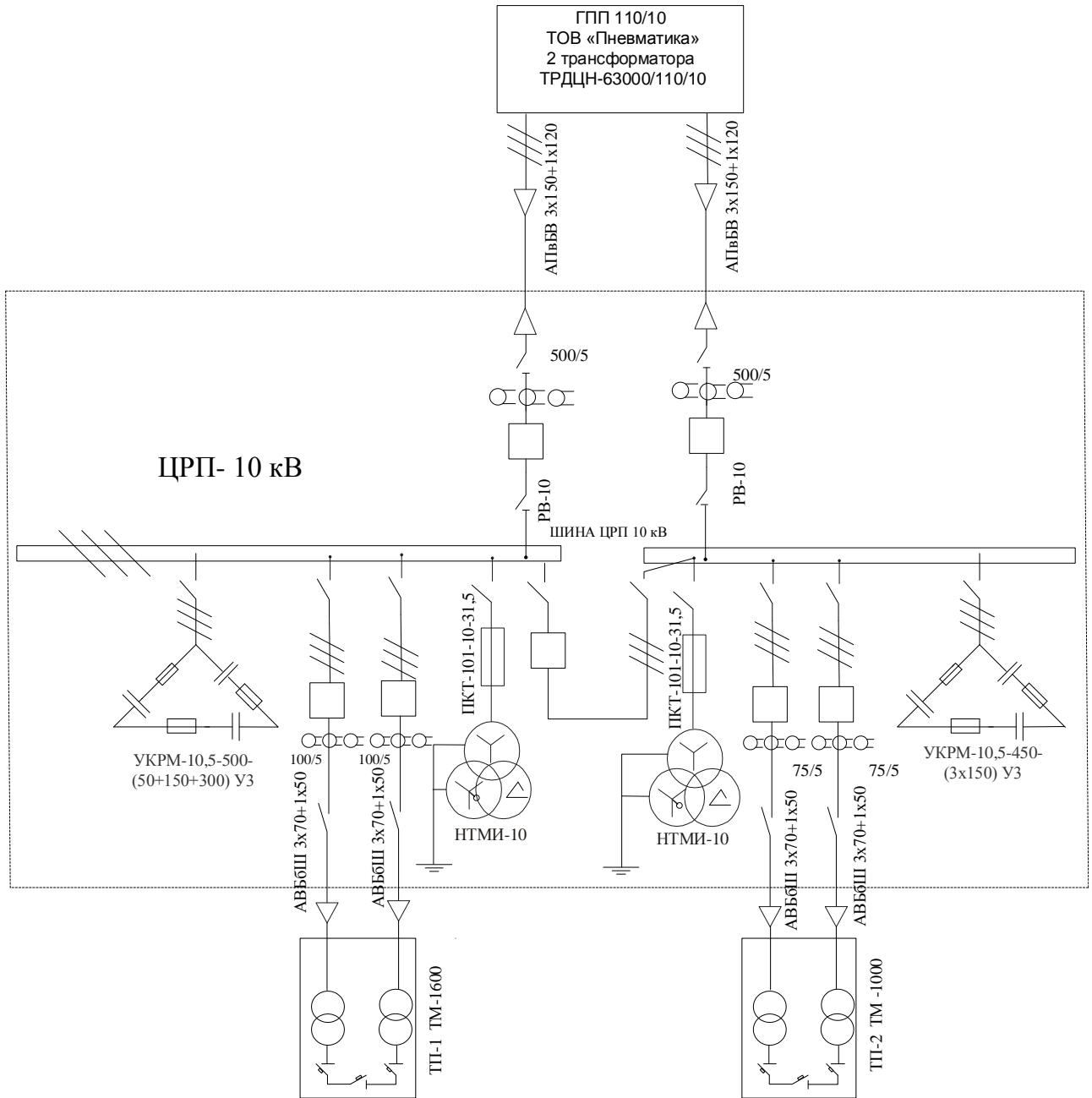
Рисунок Б1- Генплан підприємства

Таблиця Б1 - Вхідні дані про електричному навантаженні заводу

№ на плані	Назва цеху	Р _н , кВт
1	Адміністративна будівля №1	250
2	Інструментальний	960
3	Лабораторія	170
4	Адміністративна будівля №2	210
5	Ливарний	589
6	Термічний	380
7	Покрасочний	120
8	Складське приміщення	120

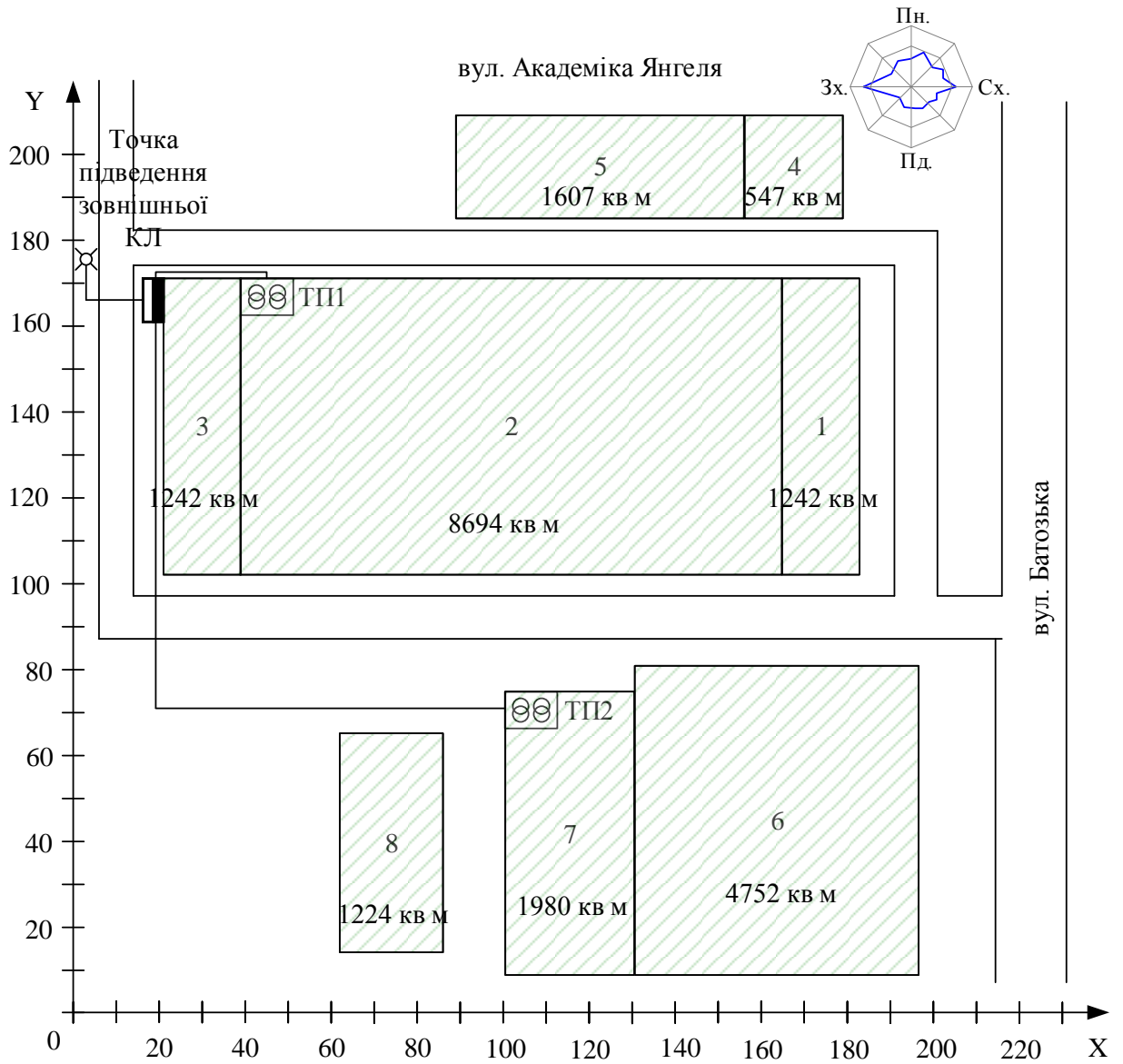
Додаток В

Схема електрозабезпечення ТОВ «Вінницький агрегатний завод»



Додаток Г

Генплан підприємства з місцем розташування ЦРП та ТП



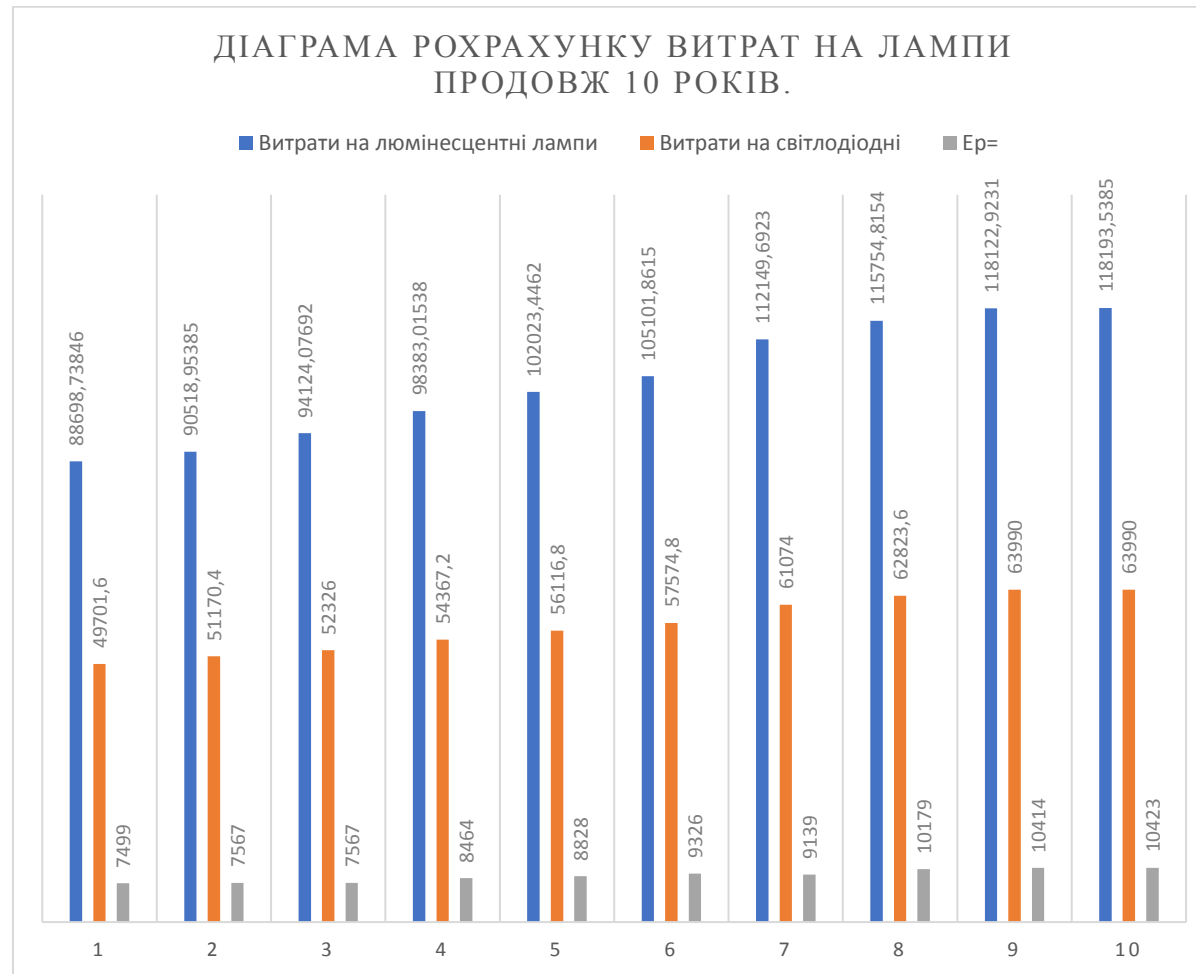
Додаток Д

Результати розрахунку ефективності заміни люмінесцентних ламп світлодіодними.

№	Заміна люмінесцентних ламп світлодіодними	
1	Річний час роботи системи освітлення, год./рік	5760
2	Розрахунковий період, за який розраховуються витрати в системі освітлення, років	5,2
3	Витрати на діючу систему освітлення за розрахунковий період, грн	118194
4	Витрати на альтернативну систему освітлення за розрахунковий період, грн	63990
5	Приведене річне значення економії коштів, грн	105888
6	Простий термін окупності модернізованої системи освітлення, років	0,09

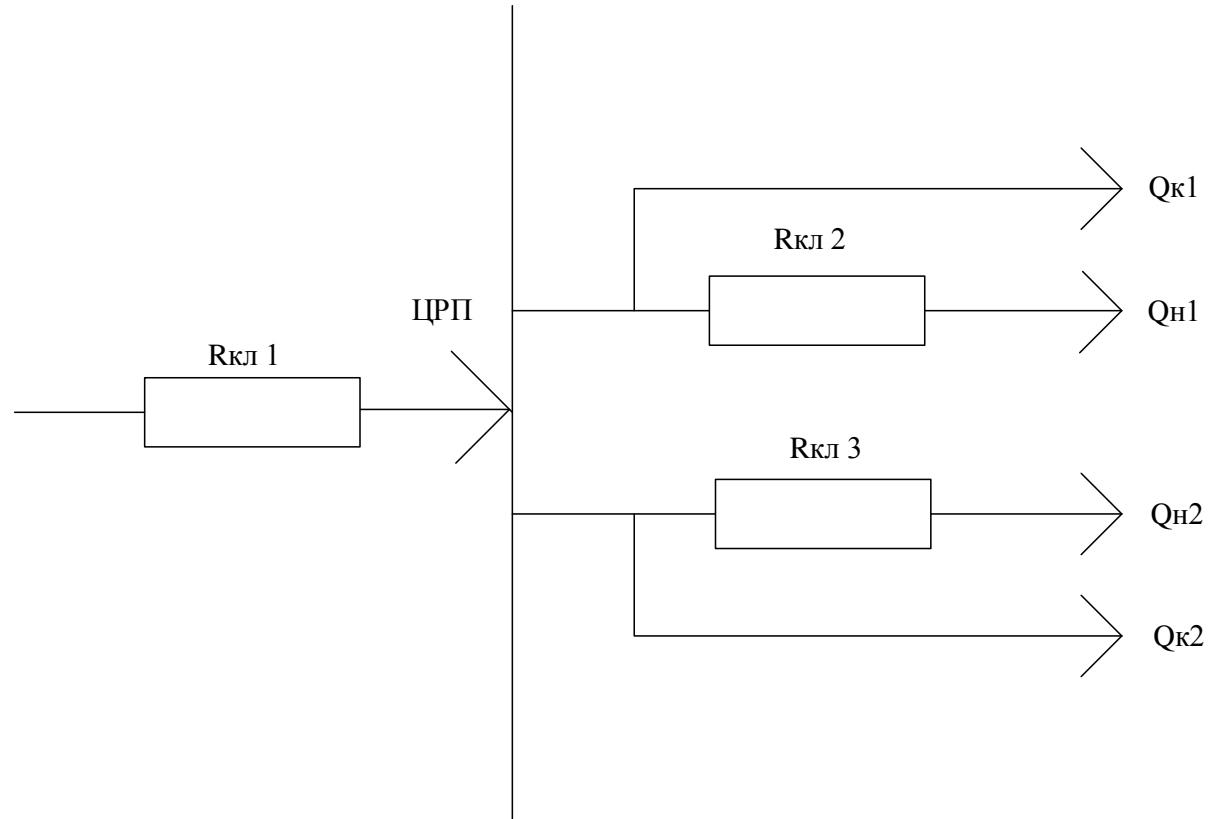
Додаток Е

Діаграма витрат на систему освітлення



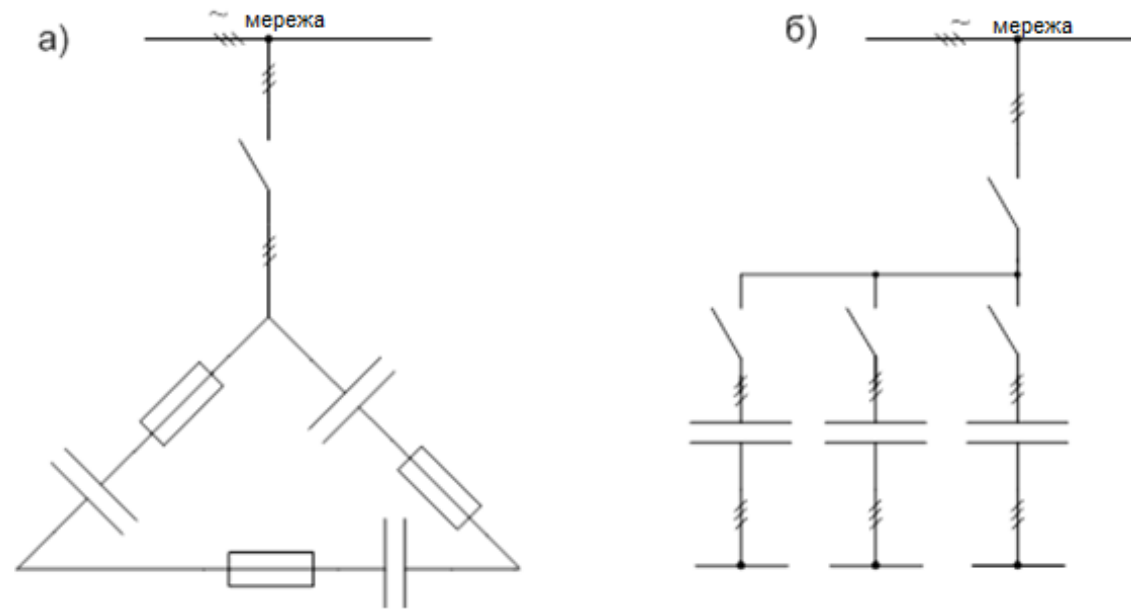
Додаток Ж

Схема заміщення електропостачання підприємства



Додаток К

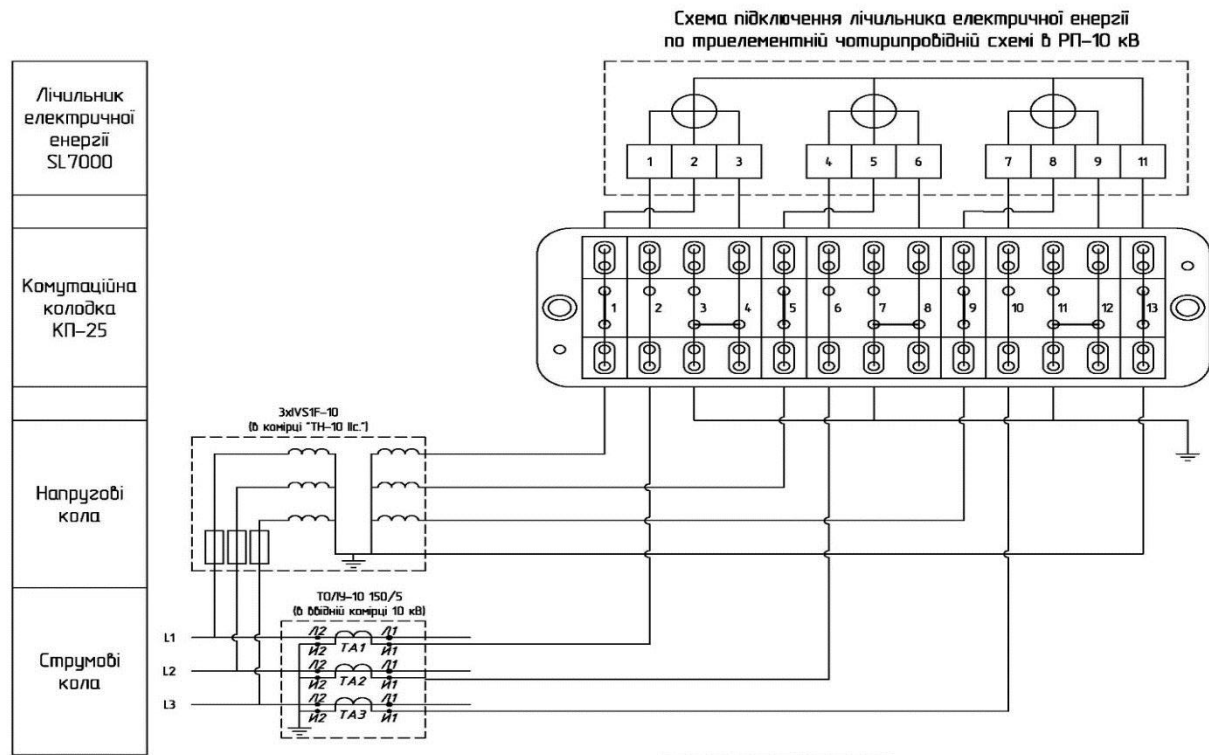
Схеми конденсаторних установок: а) не регулювальні, б) регулювальні



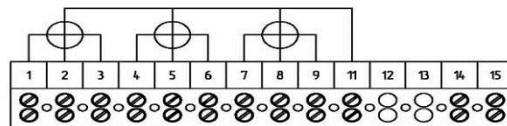
№	Регулювання	ТП	Тип , КУ	Кількість
1	Ручне	ТП -1	УКРМ-10,5-500-(50+250+300) УЗ	1
2		ТП-2	УКРМ-10,5-450-(3x150)	1

Додаток И

Схема підключення лічильника по триелементній чотирипровідній схемі



Клемник лічильника SL7000 трансформаторного вклучення



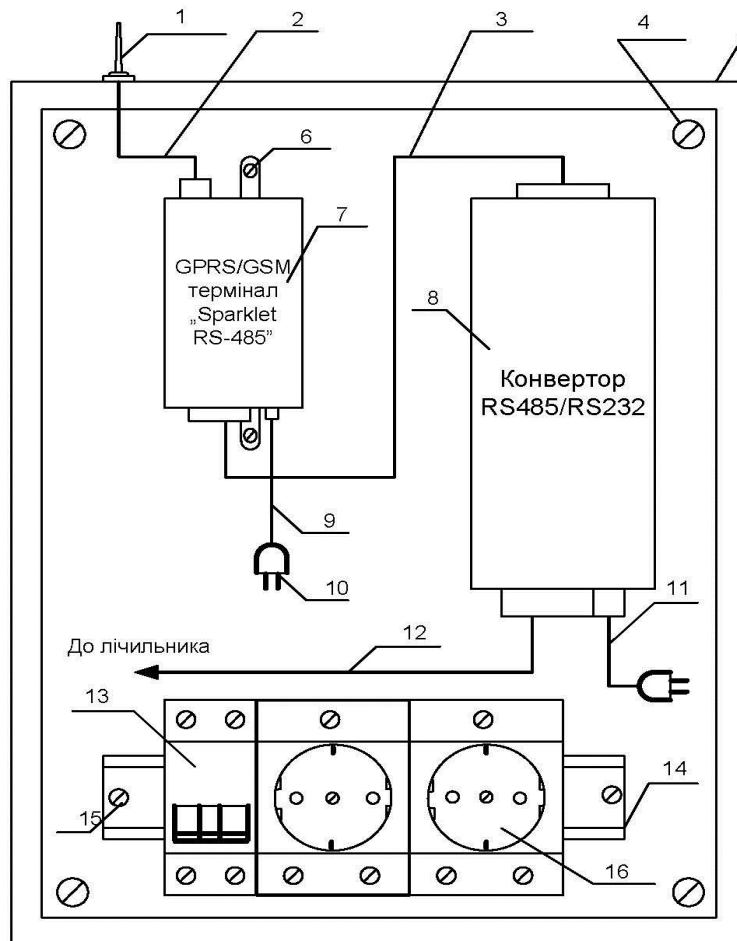
Клема	Фаза	Призначення
1	L1	I1 вхід
2	L1	U1 вхід
3	L1	I1 вихід
4	L2	I2 вхід
5	L2	U2 вхід
6	L2	I2 вихід
7	L3	I3 вхід
8	L3	U3 вхід
9	L3	I3 вихід
11	N	U нейтраль

Додаток Л
Паспортні дані лічильника SL7000

Характеристики	Параметри
Лічильник	SL7000
Клас точності	0,5S
Вид вимірюваної енергії	Активна й реактивна
Схема підключення	чотирьох провідна (спосіб підключення програмується)
Підключення лічильника в мережу	Трансформаторне
Робочий діапазон напруг	Від 3x57,7В до 3x240/415В
Робочий діапазон струмів	Тр-не включення – 5А...10А
Власне споживання: - в струмових колах - в колах напруги	не більше 0,01VA не більше 1,9VA та 0,7 Вт
Частота мережі	50 Гц
Параметри, що вимірюються	- Активна, реактивна та повна енергія в одному або двох напрямках - Миттєві, мінімальні, максимальні, середньоквадратичні значення частоти, фазних напруг і струмів - Моніторинг вторинних кіл і параметрів якості напруги
Період інтеграції потужності	Програмований 1, 2, 3, 5, 10, 12, 15, 20, 30, 60 хвилин

Додаток М

Шафа комутаційного центру АСКОЕ



Місце встан.	Позиц познач на схемі	Назва	Тип	Технічна х-ка	Кіл.	Примітка
Комунікаційний центр АСКОЕ	1	Антенa GSM модема			1	
	2	Кабель антени			1	
	3	Кабель інтерфейсу			1	
	4	Болт кріплення електромонтажної шафи			4	
	5	Електромонтажна шафа з замком			1	
	6	Болт кріплення GSM модема			2	
	7	GPRS/GSM термінал "Sparklet RS-485"	MC35i Terminal	12В 200 мА	1	
	8	Конвертор RS485/RS232		5±0,5 В 150 мА	1	
	9	Шнур живлення GSM			1	
	10	Блок живлення GSM		~220 В / -12 В	1	
	11	Шнур живлення конвертора			1	
	12	Інтерфейсний кабель	UTP-5		15м	
	13	Автоматичний вимикач	двополюсний	~220 В С10,50Hz	1	
	14	DIN-рейка			1	
	15	Болт кріплення DIN-рейки			2	
	16	Розетка на DIN-рейку	РАр10-3-ОП	~250 В, 50 Hz, IP20	2	

Додаток Н
Матеріали роботи

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему **ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД»**

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-18 м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

Зіньковський Б. В.

Керівник: к.т.н., доц. Шулле Ю. А.

Вінниця – 2019 р.

Метою магістерської роботи є підвищення енергоефективності та енергозбереження системи електропостачання ТОВ «Вінницький агрегатний завод».

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі **задачі**:

- розглянути відомості про підприємство та виконати розрахунок системи електропостачання;
- виконати аналіз та розробку заходів з енергозбереження на підприємстві;
- виконати розрахунок економічної частини роботи;
- запропонувати заходи з охорони праці та захисту в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є процес споживання електричної енергії підприємством.

Предмет дослідження: розробка енергоефективної системи електропостачання підприємства.

Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні теоретичних та методичних основ впровадження заходів з енергозбереження системи електропостачання ТОВ «Вінницький агрегатний завод».

Практичне значення одержаних результатів. Здійснення запропонованих у роботі заходів дозволить:

- підвищити енергоефективність промислового підприємства;
- забезпечити постійне зниження витрати на споживання електроенергії;
- знизити енергоємність продукції;
- покращити процес прийняття рішень в питаннях забезпечення та контролю енергоспоживання.

Продовження додатку Н

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

ТОВ «Вінницький агрегатний завод» є одним з провідних машинобудівних підприємств України з виробництва гідравліки.

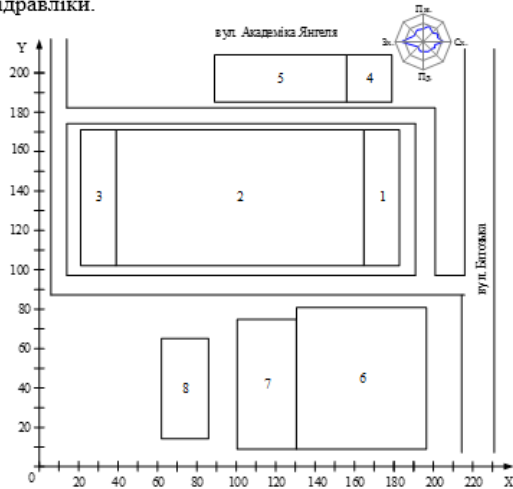


Рисунок 1 - Генплан підприємства

Таблиця 1- Відомості про навантаження заводу

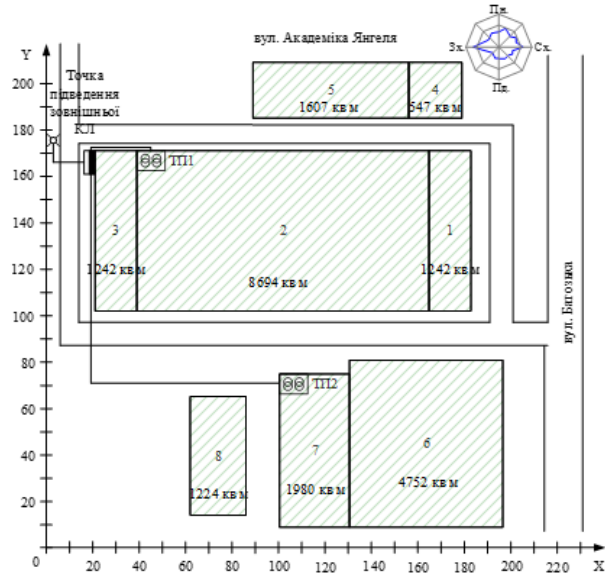
№ на плані	Назва цеху	Р _н , кВт
1	Адміністративна будівля №1	250
2	Інструментальний	960
3	Лабораторія	170
4	Адміністративна будівля №2	210
5	Ливарний	589
6	Термічний	380
7	Покрасочний	120
8	Складське приміщення	120

РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ ЦЕХІВ ТОВ «ВІННИЦЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД» ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

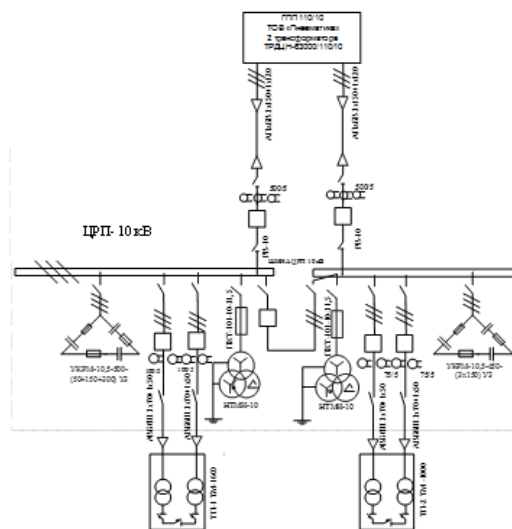
№	Цех	Р _н , кВт	cos	tg	Кп	Ка	Площа, м ²	Кп0	Освітлення					Середнє нап-ня					Розрах. нап-ня					Кое= 0,95
									Р _{плт} , Вт/м ²	Кпра	tg0	Q _{плт0} , квар	Р _{р0} , кВт	Рс, кВт	Qс, квар	Sc, кВт	Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВт	Ip, А	p0, кВт/м ²			
2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
1	Адміністративна будівля №1	250	0,85	0,6	0,6	0,5	1242	0,9	0,016	1,2	0,43	9,23	21,46	146,46	86,70	170,20	171,46	102,19	199,60	303,27	0,16			
2	Інструментальний	960	0,82	0,6	0,55	0,55	8694	0,9	0,014	1,2	0,43	53,38	124,15	652,15	370,18	749,89	652,15	370,18	749,89	1139,34	0,09			
3	Лабораторія	170	0,85	0,6	0,4	0,35	1242	0,9	0,016	1,2	0,43	9,23	21,46	80,96	46,10	93,17	89,46	51,37	103,16	156,74	0,08			
4	Адміністративна будівля №2	210	0,85	0,6	0,6	0,55	547	0,8	0,013	1,1	0,43	2,52	5,87	121,37	74,10	142,20	131,87	80,61	154,55	234,82	0,28			
5	Ливарний	589	0,65	1,2	0,5	0,4	1607	0,8	0,014	1,2	0,43	9,29	21,60	257,20	284,73	383,70	316,10	353,60	474,29	720,60	0,30			
6	Термічний	380	0,82	0,7	0,6	0,55	4752	0,9	0,014	1,2	0,43	29,18	67,86	276,86	175,06	327,56	295,86	188,32	350,71	532,85	0,07			
7	Покрасочний	120	0,7	1	0,5	0,45	1980	0,8	0,014	1,2	0,43	11,44	26,61	80,61	66,53	104,52	86,61	72,66	113,05	171,76	0,06			
8	Складське приміщення	120	0,85	0,6	0,55	0,3	1224	0,8	0,012	1,1	0,43	5,56	12,93	48,93	27,87	56,31	34,93	31,59	63,36	96,27	0,05			
Всього по підприємству		2799					21281					129,83	301,93	1664,53	1181,29	2012,58	1723,61	1194,48	2097,05	3186,14	0,10			

Продовження додатку Н

ГЕНПЛАН ПІДПРИЄМСТВА З МІСЦЕМ РОЗТАШУВАННЯ ЦРП ТА ТП



ОДНОЛІНІЙНА НА СХЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА



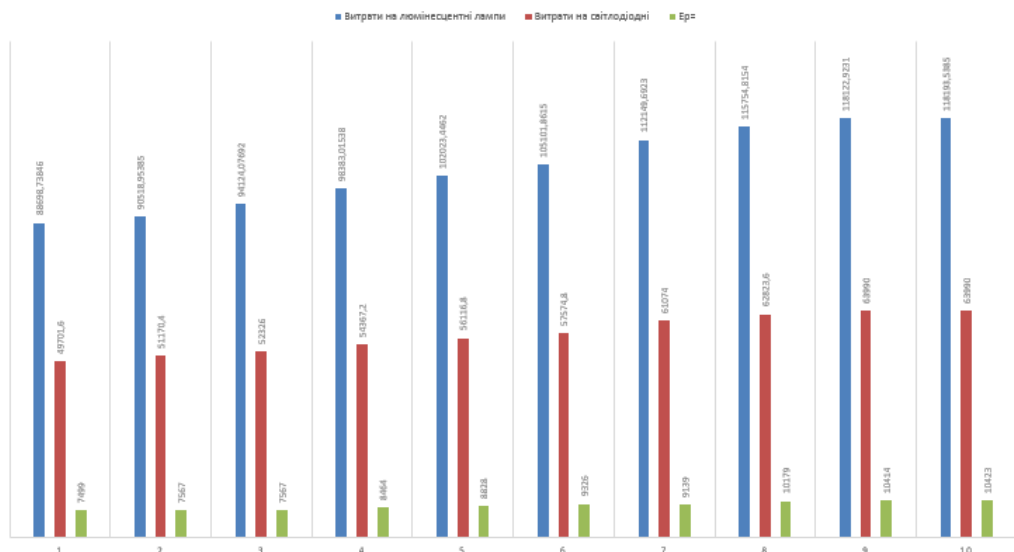
Продовження додатку Н

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ ОСВІТЛЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА

Тарифи на електроенергію	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	1,51	1,54	1,6	1,67	1,73	1,78	1,9	1,96	2	2
Розрахунок змін за 10 років в вартості ламп										
Тип лампи	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Вартість люмінесцентної лампи , грн	9	10	11,5	14	16	18,3	19	20,5	21	22
Вартість світлодіодної лампи , грн	105	116	124	138	143	168	171	183	188	195
Витрати на двочку та нову систему освітлення										
Витрати на люмінесцентні лампи	88698,74	90518,95	94124,08	98383,02	102023,4	105101,9	112149,7	115754,8	118122,9	118193,5
Витрати на світлодіодні	49701,6	51170,4	52326	54367,2	56116,8	57574,8	61074	62823,6	63990	63990
Er=	7499	7567	7567	8464	8828	9326	9139	10179	10414	10423
T=	0,756101	0,827805	0,884895	0,880435	0,874717	0,972764	1,010395	0,970822	0,974842	1,010266
Проз - витрати за період	люмінесцентні		2,3 роки							
	світлодіодні		5,2 роки							

ВИТРАТИ НА СИСТЕМУ ОСВІТЛЕННЯ

ДІАГРАМА РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ НА ЛАМПИ ПРОДОВЖ 10 РОКІВ



Продовження додатку Н

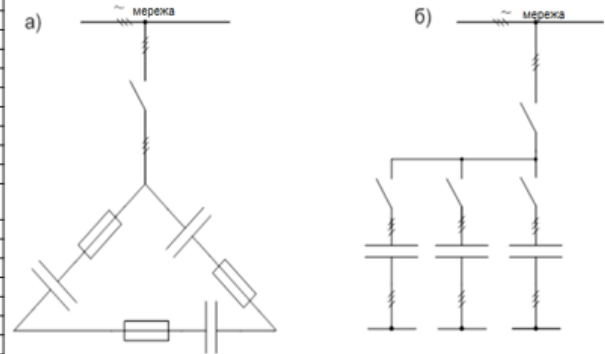
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ШЛЯХОМ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Компенсація реактивної потужності							
Вхідні дані:							
Вхідна реактивна потужність	Q _{вх} =	517	квар				
Напруга	U=	10	кВ				
Коефіцієнт ефективності конденсаторного складу		0,1					
Коефіцієнт врахування на загорювання		0,04					
Питома вага реактивної потужності КУ		100					
Питома РП втрачена КУ		4,5	кВт/квар				
Питома вага втрат АП		6821,87	грє/кВг				
	$Bo(U^2*1000)=$	0,06822					
ЛК	Питома вага реактивної потужності	Дошки ліній	Реактивна вага, квар	Опір ТП	Повні вага опір	Пот. КУ, квар	ПЕР $\lambda(Q/k)$
ЖЛ	0,206	1051,00			0,217		20981,3906
ТП1	0,443	0,00	934,271	0,703	0,703	493,797	68209,2941
ТП2	0,443	159,00	438,533	1,050	1,120	438,779	0,02863075
	Разом:		1372,824			932,576	28647725
Перевірка:							
Q _{вх} -Q _{вн}	440,248						
Q _{вн}	517						

Згідно розрахунків можливо скомпенсувати 932,5 кВар. Вибираємо 2 конденсаторні установки в яких сумарна можлива компенсація 950кВар, які розміщені на шині ЦРП 10 кВ, схема з'єднання трикутник, мають ручне регулювання.

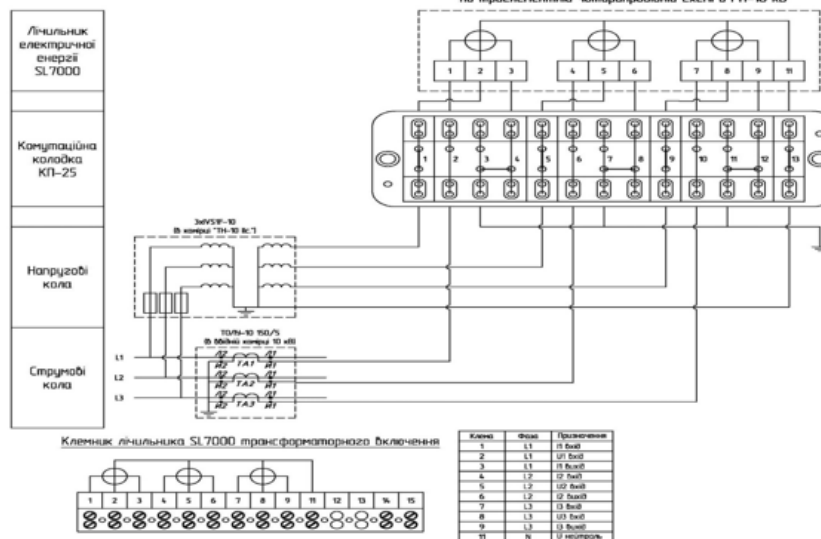
Схеми конденсаторних установок:

а) не регульовані,
б) регульовані



№	Регулювання	ТП	Тип, КУ	Кількість
1	Ручне	ТП -1	УКРМ-10,5-500-(50+250+300) УЗ	1
2		ТП-2	УКРМ-10,5-450-(3x150)	1

ПІДКЛЮЧЕННЯ ЛІЧИЛЬНИКА ПО ТРИЕЛЕМЕНТНІЙ ЧОТИРИПРОВІДНІЙ СХЕМІ



Лічильник встановлюється на стороні 10 кВ в центральному розподільчому пристрої в кількості двох лічильників.

Продовження додатку Н

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ КАПІТАЛОВКЛАДЕНЬ В ЕНЕРГОСИСТЕМУ ПІДПРИЄМСТВА

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	7820289	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	7969450,77	кВт·год.
Плата за електроенергію	$П_1$	15938901,5	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	$C_{п}$	1455295,25	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{сум}$	17394196,75	грн.
Собівартість електроенергії	S	222,4	коп/кВт·год.

ВИСНОВОК

В даній магістерській кваліфікаційній роботі було здійснено розробку заходів з енергозбереження в системі електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Вінницький агрегатний завод». Було проведено аналіз характеристик технологічних процесів підприємства, розглянуто історію підприємства, наведено відомості про електричні навантаження підприємства.

Проведенні розрахунки системи постачання підприємства, вибрано дві двохтрансформаторні підстанції ТМ-1600 та ТМ-1000, вибрано переріз та марку кабелів для ЦРП – АПвБВ 3x150+1x120 та для ТП – АВБШ 3x70+1x50, проведено розподіл навантаження між цехами, розраховані оптимальні координати вибору місця розташування для ЦРП – $X_0=19$, $Y_0=165$, ТП-1 – $X_0=45$, $Y_0=167$ та ТП2 – $X_0=107$, $Y_0=70$, проведені розрахунки струму короткого замикання.

При розробці заходів з енергозбереження на ТОВ «Вінницький агрегатний завод» було проведено розрахунки ефективності заміни ламп системи освітлення з люмінесцентних на світлодіодні з приведеними цінами за минулі роки; для економії коштів на підприємстві встановлено дві конденсаторні установки на високій стороні, які мають можливість компенсації реактивної енергії до 950 квар; вибрані мікропроцесорні лічильники, які можуть працювати з системою АСКОЕ.

В економічній частині роботи було розраховано величину капіталовкладень в енергосистему підприємства, яка становить 2262 тис. грн, розраховано витрати по заробітній платі експлуатаційного персоналу, яка становить 158632,3 грн та ремонтного персоналу 55105 грн, визначено кошторис річних поточних витрат 1455295,25 грн, витрати електроенергії в трансформаторах та ЛЕП, плату за електроенергію яка становить 15938901,5 грн, сумарні витрати підприємства становлять 17394196,75 грн.

В розділі охорони праці оцінено мікроклімат приміщення за такими показниками як виробниче освітлення, виробничий шум, виробнича вібрація. Розглянуто, чим забезпечується пожежна безпека підприємства, а також основні причини виникнення пожежі на підприємстві. Оцінено стан пожежної безпеки підприємства.

У підрозділі з безпеки НС проведено оцінку безпеки роботи СЕП ТОВ «Вінницький агрегатний завод» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та розроблено заходи по підвищенню безпеки роботи системи електропостачання.

					08-17.МКР.002.08.000.Е7			
Зм.	Арк.	№ Докумен.	Підпис	Дата	Матеріали роботи Магістерська кваліфікаційна робота на тему : Розробка заходів з енергозбереження в системі електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Вінницький агрегатний завод»	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив		Зінковський Б.В.						
Перевішив		Шулле Ю.А.						
Рецензент								
						Аркуш	Аркушів	
Норм.кон.		Войтюк Ю. П.				ВНТУ гр. ЕСЕ-18м		
Затверд.		Бурбело М.Й.						