

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

## Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітній ступінь)

на тему: Впровадження системи енергетичного менеджменту на  
Комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія»

Виконала: студентка 2 курсу, гр. ЕМ-19м  
Спеціальність 141 – Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

(шифр, назва)

Освітня програма “Енергетичний менеджмент”

(шифр, назва)

Ваценко Я.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020 року

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма “Енергетичний менеджмент”

Освітній ступінь магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ваценко Яні Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Впровадження системи енергетичного менеджменту на Комунальному підприємстві "Вінницька транспортна компанія"

керівник роботи Бабенко Олексій Вікторович к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом роботи “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Генплан підприємства, відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства та цеху (Додаток Б).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Вступ. 1. Структура використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві. 2. Методи енергоаудиторських досліджень. 3. Впровадження системи енергетичного менеджменту на підприємство. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):  
Матеріали, що ілюструють отримані результати досліджень та розробки для їх практичного використання.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Структура використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві.	15.10-25.10	
2	Огляд методів енергоаудиторських досліджень	25.10-05.11	
3	Обґрунтування побудови системи енергетичного менеджменту на підприємстві	05.11-15.11	
4	Економічна частина.	15.11-25.11	
5	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	25.11-30.11	

Студент \_\_\_\_\_ Ваценко Я.Ю.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Бабенко О.В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 621.313.333

### АНОТАЦІЯ

Ваценко Я.Ю. Впровадження системи енергетичного менеджменту на Комунальному підприємстві "Вінницька транспортна компанія". Магістерська кваліфікаційна робота. Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». ФЕЕЕМ. Кафедра ЕСЕЕМ – Вінниця: ВНТУ, 2020 –115 с.

З використанням методів енергоаудиторського аналізу і на основі техніко-економічних розрахунків розроблено систему енергетичного менеджменту на Комунальному підприємстві "Вінницька транспортна компанія".

Ключові слова: енергетичний менеджмент, енергозбереження, економія.

рис.: 29

табл.: 29

бібл.: 14

УДК 621.313.333

### АННОТАЦИЯ

Ваценко Я.Ю. Внедрение системы энергетического менеджмента на коммунальном предприятии "Винницкая транспортная компания".  
Магистерская квалификационная работа. Специальность 141  
«Электроэнергетика, электротехника и электромеханика». ФЕЕЕМ. Кафедра  
ЕСЕЕМ - Винница: ВНТУ, 2020 -115 с.

С использованием методов энергоаудиторского анализа и на основе технико-экономических расчетов разработана система энергетического менеджмента на коммунальном предприятии "Винницкая транспортная компания".

Ключевые слова: энергетический менеджмент, энергосбережение, экономия.

рис .: 29

табл .: 29

библ .: 14

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ’ЄКТА.....	11
1.1 Характеристики технологічного процесу Вінницької транспортної компанії.....	11
1.2 Характеристики споживачів електроенергії підприємства.....	12
Висновки.....	16
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	17
2.1 Використання статичного методу.....	17
2.1.1 Застосування перевірки нормальності розподілу ймовірностей для значень отриманих даних.....	17
2.1.2 Довірчі інтервали і їх визначення.....	18
2.1.3 Використання дисперсійного аналізу.....	19
2.1.4 Застосування кореляційного аналізу.....	19
2.1.5 Застосування регресійного аналізу.....	23
2.2 Експериментальний метод.....	23
2.2.1 Метод перевірконого тесту.....	23
2.3 Застосування аналітичного тексту.....	26
2.4 Застосування методу системного аналізу.....	29
Висновки.....	35
РОЗДІЛ 3 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВО.....	36
3.1 Структура системи енергоменеджменту на Комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія».....	36
3.2 Підрозділи запропонованої системи енергоменеджменту та їх функції.....	37
3.3 Аналіз енерговикористання адміністративним корпусом підприємства.....	42
3.4 Визначення рівнів енерговитрат.....	46
Висновки.....	49
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	51
4.1 Розрахунок капітолавкладень в систему електропостачання.....	54

4.2 Розрахунок поточних витрат.....	57
4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі.....	57
4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі.....	60
4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються.....	64
4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат.....	67
4.3 Розрахунок собівартості електроенергії .....	68
4.3.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію.....	68
4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії.....	72
Висновки.....	74
<b>РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>75</b>
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту .....	76
5.1.1 Електробезпека.....	76
5.1.2 Заходи з безпечного виконання робіт по обслуговуванню електродвигунів.....	77
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	79
5.2.1 Мікроклімат.....	79
5.2.2 Виробниче освітлення.....	80
5.2.3 Виробничий шум.....	82
5.2.4 Виробничі вібрації.....	83
5.2.5 Психофізіологічні фактори.....	85
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	86
5.3.1 Визначення області працездатності елементів електричних мереж комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в умовах дії сейсмічних хвиль.....	88
5.3.2 Визначення області працездатності елементів ЕМ комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в умовах дії ЕМІ.....	89

5.4 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи ЕМ в умовах надзвичайних ситуацій.....	91
Висновки.....	93
ВИСНОВКИ.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	95
Додаток А – Технічне завдання	
Додаток Б – Вихідні дані по підприємству	
Додаток В – Структура системи енергоменеджменту підприємства	
Додаток Г – Регресійна залежність місячного обсягу спожитої теплової енергії від кількості градусоднів місяця	
Додаток Д – Схема енергопостачання підприємства	



## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Важливість збереження паливно-енергетичних ресурсів та енергоефективність на тепер є однією з найбільш актуальних задач. Ефективне використання палива та енергії дозволяє знизити їх споживання, підвищити безпеку країни в енергетичному плані [1, 2]. Покращення ефективності споживання паливно-енергетичних ресурсів в установах житлово-комунального господарства, запровадження енергоефективних заходів є пріоритетною ланкою енергобезпеки в результаті чого є прискорене економічне зростання країни. Використання енергоощадних технологій дозволяє знизити споживання різних видів палива, і відповідно, зменшити внесок країни у глобальне потепління на планеті. Системи енергетичного менеджменту є потрібні для ефективного впровадження енергоощадних кроків.

**Мета і завдання дослідження.** Забезпечення підвищення ефективності використання енергоресурсів підприємства шляхом впровадження розробленої системи енергетичного менеджменту.

**Об'єкт дослідження.** Об'єктом магістерської роботи є процес енерговикористання на Комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія».

**Предмет досліджень.** Предметом роботи є організаційні і технічні засоби, що необхідні для організації ефективної системи енергетичного менеджменту на підприємстві.

**Методи дослідження.** В роботі застосовувались статистичний та аналітичний методи енергоаудиторського аналізу.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Запропоновано структуру системи енергетичного менеджменту на підприємстві, яка відрізняється ефективним взаємозв'язком між адміністративними та технічними ланками підприємства і дозволяє підвищити рівень енергоефективності, що підтверджується в результаті здійсненого аналізу.

**Практичне значення одержаних результатів.** Впровадження запропонованої системи енергетичного менеджменту дозволить підвищити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві.

**Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.** Базові теоретичні засади й найбільш вагомні практичні результати роботи було апробовано на науково-технічній конференції професорського та викладацького складу студентів та співробітників університету за участю фахівців науково-технічних підприємств міста Вінниці та нашого регіону у 2019 р. За результатами опубліковані тези доповідей [10].

## РОЗДІЛ 1 СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТА

### 1.1 Характеристики технологічного процесу Вінницької транспортної компанії

Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» – одне з найперших підприємств електротранспорту України. Його історія починається з 1914 року, коли перші трамваї німецького виробництва почали свій маршрут вуличками міста.

На сьогоднішній день КП «Вінницька транспортна компанія» – являє собою сучасне підприємство з необхідним технологічним устаткуванням, службою енергогосподарства, автомобільним господарством, службою колії та кваліфікованими працівниками.

Вінницьке трамвайне депо здійснює експлуатацію, обслуговування технічного стану і ремонт трамваїв. Ремонт технічного стану і обслуговування трамваїв здійснюється в головному корпусі трамвайного депо.

Протягом близько вісімнадцяти років в нашій державі працює система планово-попереджувальних ремонтів рухомого складу. Комплекс планових та планових ремонтів має профілактичний характер.

Безперебійна робота тролейбусів і трамваїв на лінії реалізується завдяки потужній ремонтній базі, що дає змогу виконувати всі види ремонтів рухомого складу, здійснювати пізнання сучасні технології реставрації агрегатів, виготовляти та здійснювати реставрацію більш як 750 видів запасних частин власними силами.

Забезпечити випуск діючих і надійних трамваїв, безперервну безпеку та добру роботу на лінії, повинно навати обслуговування і контрольний та профілактичний огляд.

Щоденне обслуговування та контрольний та профілактичний огляд за щоденного обслуговування проводяться:

- поверхнєве миття кузова, чищення салону, протирання скла, а також задніх дзеркал.

- перевірка обладнання трамваю;

- перевірка автоматичної системи сигналізації.

При контрольно-профілактичній перевірці, здійснюють огляд обладнання, оцінюють його придатність для надійної та безпечної експлуатації на лінії.

З введенням енергоощадних технологій в управлінні виконується значний обсяг робіт. Місто Вінниця найперше в Україні здійснило розробку і встановило в усіх трамваях а також майже у всіх тролейбусах лічильники електричної енергії постійного струму, виконується планування втрат енергоресурсів.

## 1.2 Характеристики споживачів електроенергії підприємства

Вінницьке трамвайне депо належить до 2 категорії споживачів з надійності електропостачання. Тривалий збій в електроспоживанні на Комунальному підприємстві викличе зупинку міського транспорту, внаслідок чого зупиниться рух громадян.

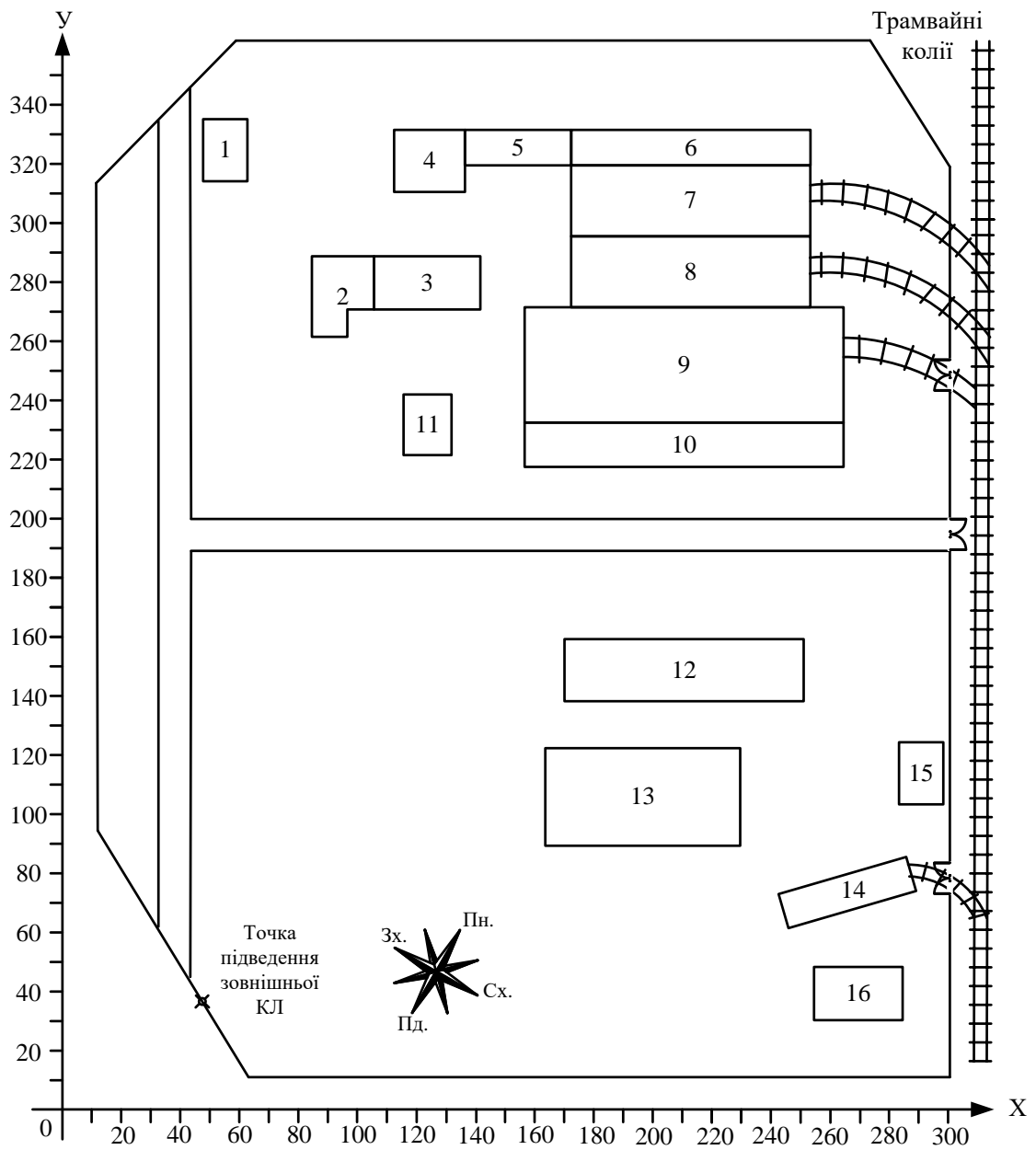


Рисунок 1.1 – Генеральний план підприємства

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження компанії

№	Найменування цеху	Рн, кВт
1	Магазин продуктів	3
2	Цех столярний	75
3	Електричний цех 1	70
4	Електричний цех 2	65
5	Приміщення побутові	20
6	Керівництво ТТУ	90
7	Цех планового ремонту	190
8	Мех. Цех	220
9	Цех техн. огляду	26
10	Мех. майстерня	143
11	Пилорама промислова	24
12	Ділянка для щоденних оглядів	15
13	Складські приміщення	3
14	Гараж	1,5
15	Цех для шиномонтажу	5
16	Допом. будівлі	75

Таблиця 1.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№ п/п	Найменування	Р <sub>ном</sub> , кВт
1	Електр. піч	25
2	Молот МА - 413	2
3	Верстат заточний	3
4	Молот	15
5	Горно	3
6	Вентилятор для горна	3
7	Верстат для випр. образ. круга	11
8	Вертик.-сверлильний верст	0,75
9	Комбінований ст-к	4,5

Продовження таблиці 1.2

10	Маніпулятор	1,5
11	Зварюв. агр. вуглекислотний	5
12, 13	Витяжний вентилятор	3
14	Рейсмусовий ст-к	5,5
15	Циркулярная пила	5,5
16	Установка для наплавки гальм. бараб.	5
17	Верстат сверлильний	0,75
18	Заточний верстат	7,5
19	Ножиці механ. комбіновані	3
20	Точкове контактне зварювання	20

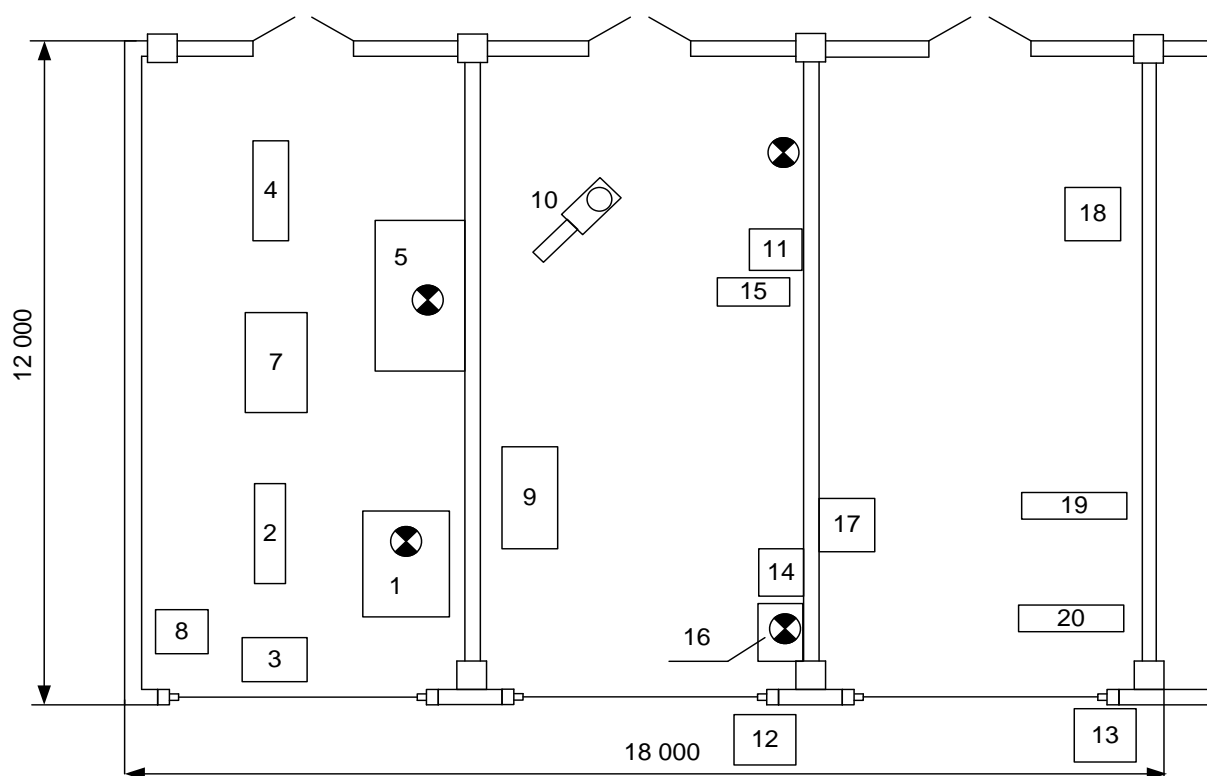


Рисунок 1.3 - План мех. майстерні

Балансове значення прибутку:

$$\Pi = В - С = 670 - 511,75 = 158,25 \text{ (млн..грн./рік),}$$

Розрахунок терміну окупності підприємства:

$$T_{\text{ор}} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{1500}{158,25} = 9,7 \text{ (років)},$$

$$T_{\text{ор}} = 9,7 < T_{\text{ок}} = 10. \text{ (років)}$$

### Висновки

Проект системи електропостачання є прибутково вигідним, оскільки розрахунковий термін не перевищує нормативний.



## РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Використання статистичного методу

Статистичний метод – аналіз динаміки процесів енергоспоживання через оброблення статистично зібраних даних енергоаудитором, а також самим підприємством.

2.1.1 Застосування перевірки нормальності розподілу ймовірностей для значень отриманих даних

Коли енергоаудитор ставить за ціль переглянути можливість вживання методів математичної статистики під час розгляду зібраних даних, він повинен розглянути гіпотези про звичайний розподіл ймовірних значень.

Перевірку можна виконати різними критеріями. Серед них вирізняється критерій Колмогорова,  $\chi^2$  та  $\omega^2$ . Дану перевірку можна виконати за допомогою параметрів асиметрії а також ексцесу, що у більшості випадків трапляється [1].

У випадку вимоги охарактеризувати обсяг асиметричності кривої розподілу, застосовується параметр асиметрії.

Оцінка асиметрії та ексцесу виконується за формулами:

$$\tilde{S}_k = m_3 * s^{-3}; \quad \tilde{E}_x = ms_4 * s^{-4} - 3, \quad (2.1)$$

де  $m_3$  та  $m_4$  – значення вибірових центральних моментів 3- та 4-го порядків;  $s^3, s^4$  – оцінювання середньоквадратичного відхилення 3-го та 4-го відповідно ступенів.

Також, вибірові центральні моменти мають бути визначені за формулами

$$m_3 = k^{-1} \sum_{i=1}^k (x_i - \tilde{x})^3; m_4 = k^{-1} \sum_{i=1}^k (x_i - \tilde{x})^4; \quad (2.2)$$

$$s^3 = \left( \sqrt{k^{-1} \sum_{i=1}^k (x_i - m_x)^2} \right)^3; s^4 = \left( \sqrt{k^{-1} \sum_{i=1}^k (x_i - m_x)^2} \right)^4.$$

Гіпотеза про те, що правило розподілу є нормальним не працює, якщо

$$\left| \tilde{S}_f \right| > \left| S_{f\alpha} \right|; \tilde{E}_y < E_{y\alpha^-} \quad \text{або} \quad \tilde{E}_y > E_{y\alpha^+}. \quad (2.3)$$

Критичні значення величин  $S_{f\alpha}$  та  $E_{y\alpha^-}$ ,  $E_{y\alpha^+}$  для імовірностей  $\alpha = 0,01; 0,05$  вказано у таблицях, наприклад в [8].

### 2.1.2 Довірчі інтервали і їх визначення

У разі, якщо закон розподілу нормальний і присутня оцінка абсолютного відхилення  $\varepsilon$ , за даними одного спостереження  $x_i$  можна дізнатися довірчий інтервал, в межах якого знаходяться значення випадкової величини  $X$  з вірогідністю  $p$ .

$$x_i - \varphi \leq \mathcal{G} \leq x_i + \varphi, \quad (2.4)$$

При обробці спостережень, аудитор для визначення довірчого інтервалу може застосовувати квантильні межі.

Квантиль  $w$  є таким значенням випадкової величини  $X$ , за якого  $P\{x < w\} = p$ . Квантилі звичайного нормального розподілу відображаються як

$u$ ; їх значення наведені в [8]. Нормальний розподіл – це такий розподіл, при якому середнє значення математичного сподівання  $a = 0$ , а середнє значення стандарту  $\sigma = 1$ . Квантиль може бути показаний, як

$$w = a + \sigma \cdot u \quad (2.5)$$

де  $u$  – квантиль нормального розподілу.

Якщо задана вірогідність  $p$ , то квантилі розміщуються в такому діапазоні:

$$\frac{w_{1-p}}{2} \leq \mathcal{G} \leq \frac{w_{1+p}}{2}, \quad (2.6)$$

тут  $\frac{w_{1-p}}{2}, \frac{w_{1+p}}{2}$  – квантилі для загального нормального розподілу.

### 2.1.3 Використання дисперсійного аналізу

Дисперсійний аналіз – це такий аналіз, при якому дослідження дисперсії визначається вплив змінного чинника або групи чинників на значення випадкової величини. Під час аналізу рахують, що несподівана величина розподілена нормально. В момент дослідження застосовують засіб, який називається критерій Фішера  $F$  або критерій для відношення дисперсій.

Дисперсійний аналіз дає можливість зрівнювати математичні прогнозування для будь-якої кількості незалежних вибірок.

### 2.1.4 Застосування кореляційного аналізу

Кореляційний аналіз – це такий аналіз, який спрямований на вивчення усередненого закону поведінки кожної з запропонованих випадкових величин

відносно іншої величини, а також у ступінь залежності між даними величинами.

Ступінь залежності між величинами  $x$  і  $y$  має характерні риси коефіцієнта кореляції або кореляційного співвідношення, що є математичним сподіванням добутку їх нормованих відхилень:

$$r_{xy} = M\left((x-a)\sigma_x^{-1} \cdot (y-b)\sigma_y^{-1}\right), \quad (2.7)$$

де  $a, b$  – центри розподілення величин  $x$  і  $y$ ;

$\sigma_x, \sigma_y$  – середні квадратичні відхилення вказаних величин.

$$a = M^*x; \quad b = M^*y.$$

Коефіцієнт кореляції може також бути записаний, як:

$$r_{x-y} = \sigma_x^{-1} \sigma_y^{-1} \cdot M[(x-a) \cdot (y-b)] \quad (2.8)$$

або

$$r_{xy} = [M(xy) - Mx \cdot My] \sigma_x^{-1} \cdot \sigma_y^{-1}. \quad (2.9)$$

Величина  $M[(x-a) \cdot (y-b)]$  характеризується як кореляційний момент. Його ще називають коваріацією та позначають  $K_{xy}$  або ж  $\text{cov}(x, y)$ .

Кореляційний момент – називають математичне очікування добутку відхилень величин  $x$  та  $y$  від їх математичного очікування:

$$\begin{aligned}
 K_{xy} &= M \cdot [(x - M_x) \cdot (y - M_y)] = M \cdot [x \cdot y - M_x \cdot y + M_y \cdot x] = \\
 &= M(xy) - M_x \cdot M_y + M_x \cdot M_y - M_y M_x = M(xy) - M_x M_y.
 \end{aligned}
 \tag{2.10}$$

Коефіцієнт кореляції розраховується за виразом

$$r_{x\_y} = \sigma_x^{-1} \cdot \sigma_y^{-1} K_{xy}. \tag{2.11}$$

*Властивості кореляційного коефіцієнта:*

1. При  $r_{x\_y} = \pm 1$  прямі регресії  $x$  по  $y$  та  $y$  по  $x$  є співпадаючими і спостерігається лінійна функціональна залежність.

2. У випадку, коли між  $x$  та  $y$  є лінійна функціональна залежність, тоді  $|r_{x\_y}| = 1$  через те, що дві лінії регресії мають співпадати з графіком функції.

3. Якщо  $r_{x\_y} = 0$ , то  $x$  та  $y$  не є корельованими і, відповідно, прямі регресії є паралельними до осей координат.

4. Якщо  $x$  та  $y$  не є корельованими і прямі регресії є паралельними до осей координат, то  $r_{x\_y} = 0$ .

5. Чим є ближче значення  $r_{x\_y}$  до одиниці, тим є тісніший кореляційний зв'язок між величинами  $x$  та  $y$ .

*Кореляційне відношення і його властивості:*

1. У випадку наявності функціонального зв'язку між величинами  $x$  та  $y$  кореляційне відношення дорівнює 1. Тоді розсіювання поблизу регресії  $y(x)$  є відсутнім  $\left( \overline{\sigma^2} [y/x] = 0 \right)$ , оскільки одне можливе значення  $y$  при даному  $x$  сходиться з  $y(x)$ .

2. У випадку, коли кореляційне відношення рівне одиниці, то  $y$  стане однозначною функцією  $x$ .

З  $\eta[y/x] = 1$  випливає, що  $\sigma^2[yx^{-1}] = 0$ . Це означає, що розсіювання поряд лінії регресії не присутнє, тобто певному значенню  $x$  відповідає одне можливе значення  $y$ , яке рівне  $y(x)$ .

3. Якщо величини  $x$  та  $y$  не є корельованими, то кореляційне відношення рівне нулю.

Тоді  $y(x) = \text{const} = m_y$  і  $\sigma^2[\bar{y}(x)] = 0$ , а це означає, що  $\eta[yx^{-1}] = 0$ . Зокрема,  $\eta[yx^{-1}] = 0$ , коли  $y$  не є залежним від  $x$ .

4. Коли кореляційне відношення рівне нулю, то величини  $x$  і  $y$  не є корельованими.

Справді, при  $\eta[yx^{-1}] = 0$  значення  $\sigma^2[\bar{y}(x)] = 0$ , а це означає, що  $y(x) = m_y = \text{const}$ .

Чим менша відстань  $\eta[yx^{-1}]$  до одиниці, тим тіснішою є кореляційне відношення тим важливішу роль у зміні значення  $y$  відіграє  $x$ , тобто  $\sigma^2[\bar{y}(x)]$ ; чим є ближче значення  $\eta[yx^{-1}]$  до нуля, тим кореляційний зв'язок менший. В такому випадку більшу роль відіграє розсіювання  $y$  близько  $y(x)$  при певному значенні  $x$ , тобто  $\sigma^2[yx^{-1}]$ . Це доводить, що ці відношення справедливі:

$$\eta[yx^{-1}] \geq |r_{y-x}|; \quad \eta[y] \geq |r_{x-y}|.$$

(2.12)

Очевидно, що у випадку, якщо одне з співвідношень  $\eta\left[yx^{-1}\right]$  або  $\eta\left[xy^{-1}\right]$  рівне нулю, то  $r_{x,y} = 0$ .

### 2.1.5 Застосування регресійного аналізу

Регресійний аналіз – це такий аналіз, що дає можливість на основі статистичних даних визначити зв'язок між цими величинами через визначення коефіцієнта кореляції. Виділяють лінійну, а також нелінійну регресійну залежність.

Суть методу полягає в зміні функції з області її нагляду на область, що знаходиться поза її межами спостереження. Є змога використовувати різноманітні функції для прогнозу зміни часових показників. Функції можуть бути: лінійна функція; парабола; поліном третього ступеня; гіпербола.

Метод найменших квадратів є одним з найвикористовуванішим медотом пошуку найліпшого вигляду прямої регресії.

## 2.2 Експериментальний метод

Експериментальний метод – називається спосіб аналізу стану споживання енергії шляхом здійснення експериментів з застосуванням засобів вимірювань.

### 2.2.1 Метод перевірного тесту

Метод перевірного тесту використаний на спостереженні за заміною рівня споживання енергії, після того, як прилади вимкнені [3]. У лінії, де декілька споживачів електроенергії приєднані до одного електролічильника, цей метод використовується для знайдення кількості енергії, що застосовується одним або групою споживачів.

Якщо декілька споживачів енергії підключені до одного вимірюваного джерела, індивідуальне використання енергії кожним споживачем зокрема

може визначатися шляхом відключення певних навантажень з подальшим шляхом вимкнення певних навантажень з подальшим наглядом зміною величини споживання енергії.

У варіанті, коли на об'єкті є кілька видів енергоспоживачів, що працюють із сталим навантаженням в процесі дослідження, то визначити потужність кожного з них можна з застосуванням перевірного тесту. Метод сформований на спостереженні за показниками приладів вимірювання під час ввімкнення або вимкнення одного з навантажень. Наприклад, споживачами цеху являється навантаження і світлове навантаження. Вони живляться від пристрою розподілення електроенергії з аналогічним лічильником технічного обліку типу СА9У (рис. 2.1). Потрібно знайти фактичну потужність кожного з типів навантаження.

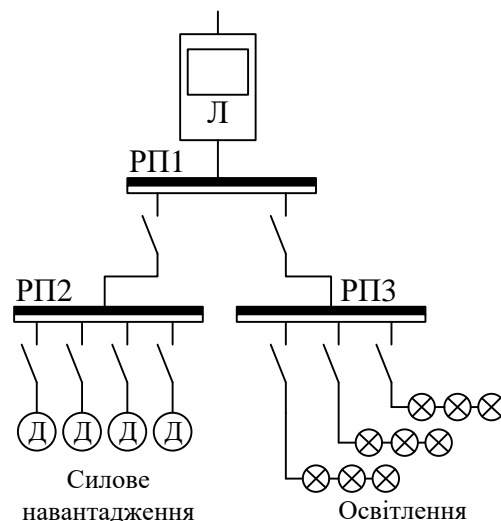


Рисунок 2.1 – Застосування перевірного тесту для знайдення потужності навантаження

Нехай при включенні силового та освітлювального навантажень диск лічильника має частоту обертання  $n=9$  об/хв. Параметр лічильника  $T=450$  обертів диска/кВт·год. Лічильник під'єднаний до вимірювального



трансформатора струму який має коефіцієнт трансформації  $k=10$ . Середня потужність навантаження на період вимірювання знаходиться за формулою

$$P_{\text{сум}} = \frac{n \left( \frac{\text{об}}{\text{хв}} \right) \cdot 60 \left( \frac{\text{хв}}{\text{год}} \right) \cdot k}{\Pi \left( \frac{\text{об}}{\text{кВт} \cdot \text{год}} \right)}, \quad (2.13)$$

$$P_{\text{сум}} = \frac{9 \cdot 60 \cdot 10}{450} = 13,3 \text{ (кВт)}.$$

У момент вимкнення освітлення диск лічильника починає обертатися з частотою  $n = 7$  об/хв. В даному випадку потужність силового навантаження визначається:

$$P_{\text{сил}} = \frac{7 \cdot 60 \cdot 10}{450} = 10,7 \text{ (кВт)}.$$

Отже, потужність навантаження освітлення:

$$P_{\text{осв}} = P_{\text{сум}} - P_{\text{сил}}, \quad (2.14)$$

$$P_{\text{осв}} = 13,3 - 10,7 = 2,6 \text{ (кВт)}.$$

Споживачі з електронними лічильниками, використовують параметр – (кількість імпульсів)/кВт·год. , а також підраховують кількість імпульсів за хвилину.

### 2.3 Застосування аналітичного методу

Аналітичний метод – спосіб дослідження процесів енергоспоживання з застосуванням математичного аналізу на даний момент проведення вимірювань, а також на момент формування висновків енергоаудитора.

- Похибки під час вимірювання та їх оцінка

Вимірювання є способом, в наслідок якого визначається значення фізичної величини шляхом проведення дослідів за підтримки спеціальних технічних засобів. Результатом випробування є таке число даних прийнятих значень для фізичної величини, яке дає повну інформацію відносно властивостей вимірюваної фізичної величини.

Для проведення вимірювань потрібно мати міру і прилад для вимірювання.

Міра – це дійсне відображення одиниці вимірюваної фізичної величини з вибраною заздалегідь точністю.

Вимірювальний пристрій – це такий засіб вимірювання, який застосовується при видачі зібраної інформації відносно величини, яка вимірюється і є в доступній для сприймання формі.

За формою отримання дані можна поділити на;

- прямі вимірювання;
- непрямі вимірювання;
- сукупні вимірювання.

За часом проведення розділяють на такі види вимірювань:

- періодичні вимірювання;
- разові вимірювання;
- безперервні з часомим обмеженням;
  - безперервні з періодичною видачею інформації.

За кількістю одночасно вимірюваних показників одного характеру на

- одноточкові вимірювання;
- багатоточкові вимірювання.

За кількістю одночасно вимірюваних показників різного характеру на

- однофункціональні вимірювання;
- багатфункціональні вимірювання.

За кількістю одночасно задіяних агрегатів, приймачів енергії на

- одноагрегатні вимірювання;
- багатоагрегатні вимірювання.

За характером процесу вимірювання на

- статичні вимірювання;
- динамічні вимірювання.

На період прямих вимірювань знайдені дані фізичної величини знаходяться безпосередньо з дослідів у більшості випадків під час проведення енергоаудиту застосовуються прямі вимірювання.

На період непрямих вимірювань значення фізичної величини за результатами прямих вимірювань інших величин, які пов'язані із невідомою величиною відомою математичною залежністю, непрямі вимірювання застосовуються під час здійснення енергетичного аудиту.

Під час спільних вимірювань вимірювані значення кількох фізичних величин, взятих на основі прямих і непрямих вимірювань різних величин при різних їх сполученнях, знаходяться шляхом послідовного розв'язання системи рівень; сукупні вимірювання також можуть використовуватися в інших випадках.

Для перевірки точності роботи існуючого на підприємстві обладнання, для одержання показників даних статичного режиму роботи окремого споживача енергії, використовують разові одноточкові однофункціональні вимірювання

Разові одноточкові багатфункціональні вимірювання взаємодіють з застосуванням спеціальних вимірювальних приладів.

Разові багатоточкові вимірювання, які є однофункціональними, дозволяють знайти розподіл загального споживання електроенергії на окремих складових, що застосовуються для складання балансу енергоспоживання.

Періодичні вимірювання використовуються для статичного процесу з цілю точного визначення величини. Також їх використовують для побудови графіка функціонування динамічного процесу за визначений проміжок часу.

Безперебійні вимірювання, що характеризуються обмеженням у часі, застосовуються для установок із циклічним режимом роботи зі змінним динамічним режимом впродовж циклу, при цьому вимірювання можуть бути багатофункціональними.

Безперервні вимірювання з періодичною подачею інформації дають повну характеристику енергоспоживання як по окремому об'єкту, так і по підрозділах і забезпечуються автоматизованими системами контролю.

Під час статичних досліджень вимірювана величина являється не залежною від часу, тобто незмінною протягом терміну вимірювань.

Мета динамічних вимірювань – визначення миттєвих значень фізичних або їх зміни в часі.

– Методи, що застосовуються для виключення грубих похибок.

Грубі похибки досліджень можуть сильно змінити величини середнього значення, середньоквадратичні відхилення та довірчий інтервал. А тому їх видаляють з результатів обов'язкових вимірювань.

Є декілька критеріїв для оцінки грубих похибок.

Перший – це критерій 3-g. За його застосування вважається, що результат, який виникає з вірогідністю  $P \leq 0,003$  є малоймовірним і його можна вважати промахом. Тобто деякий результат  $x_i$  буде відкинено, якщо

$$|\bar{x} - x_i| > 3G.$$

Величини  $\bar{x}$  та  $G$  розраховують без урахування значення  $x_i$ . Такий критерій є надійним при кількості вимірювань  $n \geq 20, \dots, 50$ .

У випадку, якщо  $n < 20$ , доцільно використати критерій Романовського.

В такому випадку розраховують відношення  $\left| \frac{\bar{x} - x_i}{G} \right| = \beta$  і отримане значення  $\beta$  порівнюють з теоретичним значенням  $\beta_T$  – при рівні значущості  $P$ , що вибирається за таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення для рівня значущості  $\beta_T = f(n)$

Вірогідність P	Кількість вимірювань						
	n=4	n=6	n=8	n=10	n=12	n=15	n=20
0,01	1,73	2,16	2,43	2,62	2,75	2,90	3,08
0,02	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,80	2,96
0,05	1,71	2,10	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,10	1,69	2,00	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

Зазвичай вибирають  $P=0,01-0,05$ , і коли  $\beta \geq \beta_T$ , то тоді результат відкидають.

#### 2.4 Застосування методу системного аналізу

Термін служби систем тепло та енергопостачання (ТЕП) існує більше ніж 20 років. Він складається з таких етапів вибору конфігурації, проектування і модернізацію даної конфігурації ТЕП в процесі роботи. Кожна частина має своє завдання і міру невизначеності інформації на початку, відносно яким проектуються методи досліджень і оптимізації ТЕП. Задача вибору конфігурації ТЕП сформована як задача знаходження потужності джерел теплоенергопостачання різних видів за даної потужності енергосистеми. Числове значення комплексного критерію, компонентами якого є частинні критерії оцінок екологічних, медичних, економічних та соціальних даних, є критерієм якості варіанта системи ТЕП. Математична модель формується за методом системного аналізу. В даному методі міра невизначеності інформації яка поступає знижується в діалозі з ПК. Застосування методу системного

аналізу дає можливість порівнювати ТЕП з різними джерелами теплової та електричної енергії (сонячні колектори, газопоршневі двигуни, котельні, теплові насоси і т.п.) за умов, коли точні дані з техніко–економічних показників джерел не є відомі.

Задачею минулих досліджень з аналізу СТЕП є визначення цілесності комбінації з можливих джерел теплової та електричної енергії. Суть методу системного аналізу в подальшому.

Нехай відповідно до конкретної проблеми встановлена ієрархія цілей. Також нехай сформований є набір критеріїв  $x_1, x_2 \dots x_n$ . Припустимо, що  $x_1$  є значення чи рівень критерію  $X_1$ . В такому випадку задача полягає в зображенні конкретної функції корисності  $U(x) = U(x_1, x_2 \dots x_n)$ , яка залежить від  $n$  змінних.

Головна властивість, яка відображає функцію корисності  $U$ , представлена у подальшому варіанті. Коли є два розподілу ймовірностей  $A$  і  $B$  на певній кількості багатомірних наслідків  $\tilde{x}$ , ймовірний є розподіл  $A$ . Він по крайній мірі не є гірший, аніж  $B$ , тоді, коли

$$W_A[U(\tilde{x})] \geq W_B[U(\tilde{x})], ; \quad (2.15)$$

де  $W_A$  та  $W_B$  є звичайними операторами математичного сподівання, які використані до розподілів  $A$  і  $B$ .

$$W_A[U(x)] = \int_{R_n} U(x) f_A(x) dx; \quad (2.16)$$

$$W_B[U(x)] = \int_{R_n} U(x) f_B(x) dx; \quad (2.17)$$

де  $f_A(x)$ ,  $f_B(x)$  – функції густин ймовірностей, які задані в  $n$ -мірному просторі  $R_n$  (евклідовому).

Використання методу полегшується при незалежності критеріїв по корисності. Визначення умов незалежності проаналізуємо для випадку двох

факторів  $Y$  і  $Z$ . Визначимо вільну точку в просторі факторів через  $(y, z)$ .  
Прийmemo, що:

$$y^0 \leq y \leq y^*; \quad z^0 \leq z \leq z^*. \quad (2.18)$$

Здійснимо фіксацію  $Z_0$  і визначення функції, що вкаже корисність для різних значень  $y$ . Потім доцільно зафіксувати  $Z$  на деякому іншому рівні, наприклад на рівні,  $Z'$ . Тоді знову необхідно знайти функції корисності для раніше знайдених  $y$ . У разі коли функції корисності подібні, можна сказати про незалежності критерію  $Y$  від  $Z$  по функції корисності. Незалежність критеріїв позначається за тією процедурою, яку ми можемо розглянути на прикладі критерію  $Y$ . Ціль процесу полягає у знаходженні відповіді на таке питання: “Якщо значення  $z$  є зафіксованим на рівні  $z^0$ , то яке ж значення  $y$  можна вважати рівноцінним до лотереї, що побудована на результатах  $y_1$  і  $y_2$ , які є рівномірні?”. Припускається те, що правильною відповіддю є значення  $\hat{y}$ . Воно таке, що:

$$(y, z^0) \approx \begin{cases} (Y_1, Z_0) \\ (Y_2, Z_0) \end{cases} \quad (2.19)$$

тобто параметр  $y$  є детермінованим еквівалентом для лотереї 50·50

Можна задати таке питання: Якщо  $z$  фіксоване на іншому рівні, наприклад,  $z'$ , чи тоді змінюється вказане значення еквівалента  $\hat{y}$  який є детермінований?. При позитивних відповідях на вказане питання для деякого числа рівнів  $z$  функції корисності  $U(y, z^0)$  а також  $Z$  по корисності від  $Y$ .

У випадку незалежності критеріїв також є можливою проста адитивна форма для відображення функції корисності:

$$U(y_-, z_-) = K_{y_-} U_{y_-}(Y) + K_{z_-} U_{z_-}(Z) \quad (2.20)$$

де  $U(y_-, z_-)$  є нормалізоване за допомогою умов  $U(y^0, z^0) = 0$  та  $U(y^1, z^1) = 1$  для вказаних довільних значень  $y^1, z^1$ , що  $(y^1, z^0) > (y^0, z^0)$  та  $(y^0, z^1) > (y^0, z^0)$ ;

$U_y(Y)$  – частинна функція корисності на  $Y$ . Вона є нормалізована тотожностями  $U_y(Y^0) = 0$  та  $U_y(Y^1) = 1$ ;

$U_z(Z)$  – частинна функція корисності на  $Z$ , яка є нормалізована тотожностями:

$$U_z(Z^0) = 0 \text{ та } U_z(Z^1) = 1; \quad (2.21)$$

$K_y, K_z$  – величини, що є позитивними шкалюючими константи

За вказаним методом розроблений алгоритм визначення функції якості ТЕП.

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n k_i F_i(x_i), \quad (2.22)$$

де  $F_i(x_i)$  нормовані одномірні функції для корисності,  $k_i$  – вагові коефіцієнти, які описують ціннісні співвідношення між деякими окремими критеріями  $x_i$ . Обмеженням методу є умови, що описують незалежність пари критеріїв  $(x_i, x_j)$  ( $i = 1 \dots n-1, j = i+1 \dots n$ ) по перевазі від деяких інших критеріїв. З урахуванням цього вказана функція  $F(x_1, x_2 \dots x_n)$  розраховується в такій послідовності:



- визначення критеріїв  $x_i$ , зокрема найгіршого та найкращого рівнів останніх;

- визначення незалежності вказаних критеріїв  $x_i$ ;

- розрахунок параметрів одномірних функцій  $F_i(x_i)$ ;

- визначення коефіцієнтів  $k_i$  (вагових);

- визначення  $F(x_1, x_2 \dots x_n)$ .

Перевірка незалежності сходиться до пошуку таких випадків, коли структура переваг експерта нехтує варіантом про незалежність. Якщо такі випадки відсутні, умови незалежності виконані. Якщо такі випадки присутні, тоді необхідно коректувати критерій. Визначення одномірних функцій  $F_i(x_i)$ , яке здійснюється експертом, відображається графічно (рис.2.2).

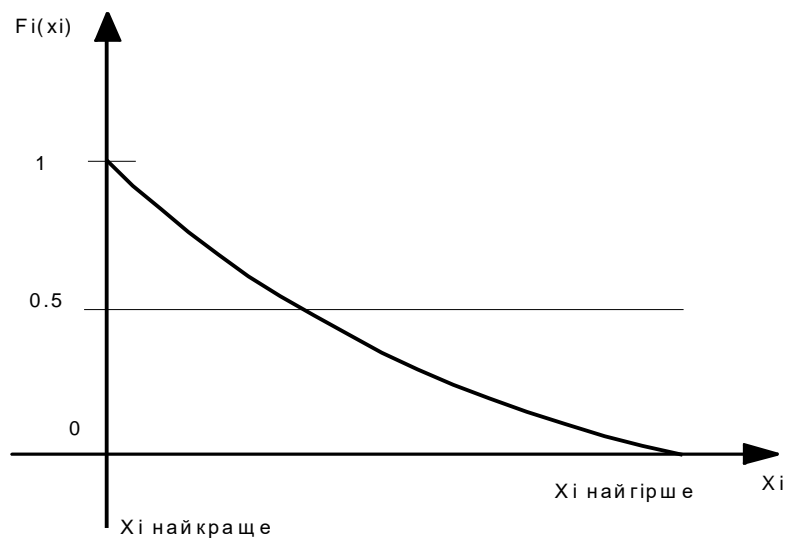


Рисунок 2.2 – Побудова одномірних функцій  $F_i(x_i)$

Для усіх параметрів  $x_i$  задаються його найліпше та найгірше значення. Значенню  $x_i = x_i^{\text{найгірше}}$  відповідає значення одномірної функції, рівне 0, а значенню  $x_i = x_i^{\text{найкраще}}$  відповідає значення, рівне 1. Третя точка на графіку шукається за допомогою способу 50:50.

$$F_i(x_i^{\text{детерм.}}) = 0.5 F_i(x_i^{\text{найгірше}}) + 0.5 F_i(x_i^{\text{найкраще}}) = 0.5 \quad (2.23)$$

Графіки апроксимуються параболічними функціями.

Вагові коефіцієнти  $k_i$  оцінюються в декілька етапів. Спочатку вони оцінюються за значенням, а пізніше визначаються значення вагових коефіцієнтів. Це здійснюється шляхом впровадження ціннісних співвідношень критеріїв. Співвідношення цих критеріїв визначають вірогідну зміну одного критерію за рахунок іншого. Проводиться оцінка коефіцієнтів при безпосередній участі експерта.

Отримані значення коефіцієнтів  $k_i$  та знаючи одномірні функції  $F_i(x_i)$ , обчислюємо значення множинної функції  $F(x_1, x_2 \dots x_n)$ .

Для усіх параметрів задаються його найліпше та найгірше значення. Кожному значенню відповідає певне значення одномірної функції, яке рівне 0. Третя точка на графіку шукається за допомогою лотереї 50:50. Знаходимо такий детермінований еквівалент, який має корисність, яка дорівнює очікуваній корисності лотереї.

Графіки апроксимуються за допомогою параболічних функцій.

Вагові коефіцієнти є оцінені в два етапи. Спершу вони формуються за важливістю, а потім за чисельні значення вагових коефіцієнтів. Це виконується методом встановлення ціннісних співвідношень між критеріями. Ці співвідношення знаходять можливе змінення першого критерію за рахунок другого. Здійснюється дана оцінка коефіцієнтів при безпосередній участі експерта.

## Висновки до розділу 2

Розглянуто відомі методи енергоаудиторського аналізу. Серед таких методів варто підкреслити статистичний метод, експериментальний а також аналітичний.

Статистичний метод застосовується для аналізу динаміки процесів, що пов'язані з споживанням енергії на підприємстві, що досліджується. На момент застосування такого методу використовуються різні математичні способи аналізу які допомагають обробці статистично зібраних даних як підприємством так і енергоаудиторами.

Експериментальний метод використовується у випадках, коли є можливість а також необхідність проведення експериментів з використанням вимірювальних засобів.

Аналітичний метод використовується під час проведення енергоаудиту у разі необхідності застосування математичного аналізу як під час проведення вимірювань, так і у випадку техніко-економічних розрахунків з метою необхідності обґрунтування потрібності і ефективності застосування того чи іншого енергоощадного заходу.

Отже, в залежності від умов дослідження, енергоаудитор може застосувати вибраний метод або поєднати декілька методів для досягнення максимально якісного результату свого дослідження.

## РОЗДІЛ 3 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВО

### 3.1 Структура системи енергоменеджменту на Комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія»

Система енергоменеджменту – це є частина загальної сфери управління об'єктом, головною цілю якої є управління ефективністю використання паливно-енергетичних ресурсів. Вона складається з організаційної структури, ресурсу для формування, впровадження, досягнення мети енергозберігаючої політики об'єкта.

Відомі способи управління енерговикористанням на КП «Вінницька транспортна компанія» не є ефективними і потребують покращення. Служба головного енергетика забезпечує головні функції даного управління. Вона не має певної розробленої структури, що може здійснювати ефективний контроль за рівнем витрат електричної енергії на різних етапах виробництва. Немає наявності технічних засобів, які б дозволяли контролювати виробничі підрозділи і здійснювати оцінку енергетичної ефективності. Головна особливість такої системи управління енерговикористанням відображена в призначенні відповідальною за стан справи одну особу – головний енергетик зазначеного підприємства, який, в загальному, не має ефективного механізму для виконання таких функцій. В даній ситуації необхідно впровадити нову систему управління, сформовану на інших принципах і яка здатна вирішити проблему з нераціональним використанням електричної та теплової енергії.

На рис. 3.1 наведена структура системи енергоменеджменту підприємства. Вона відображає існуючі структурні підрозділи.

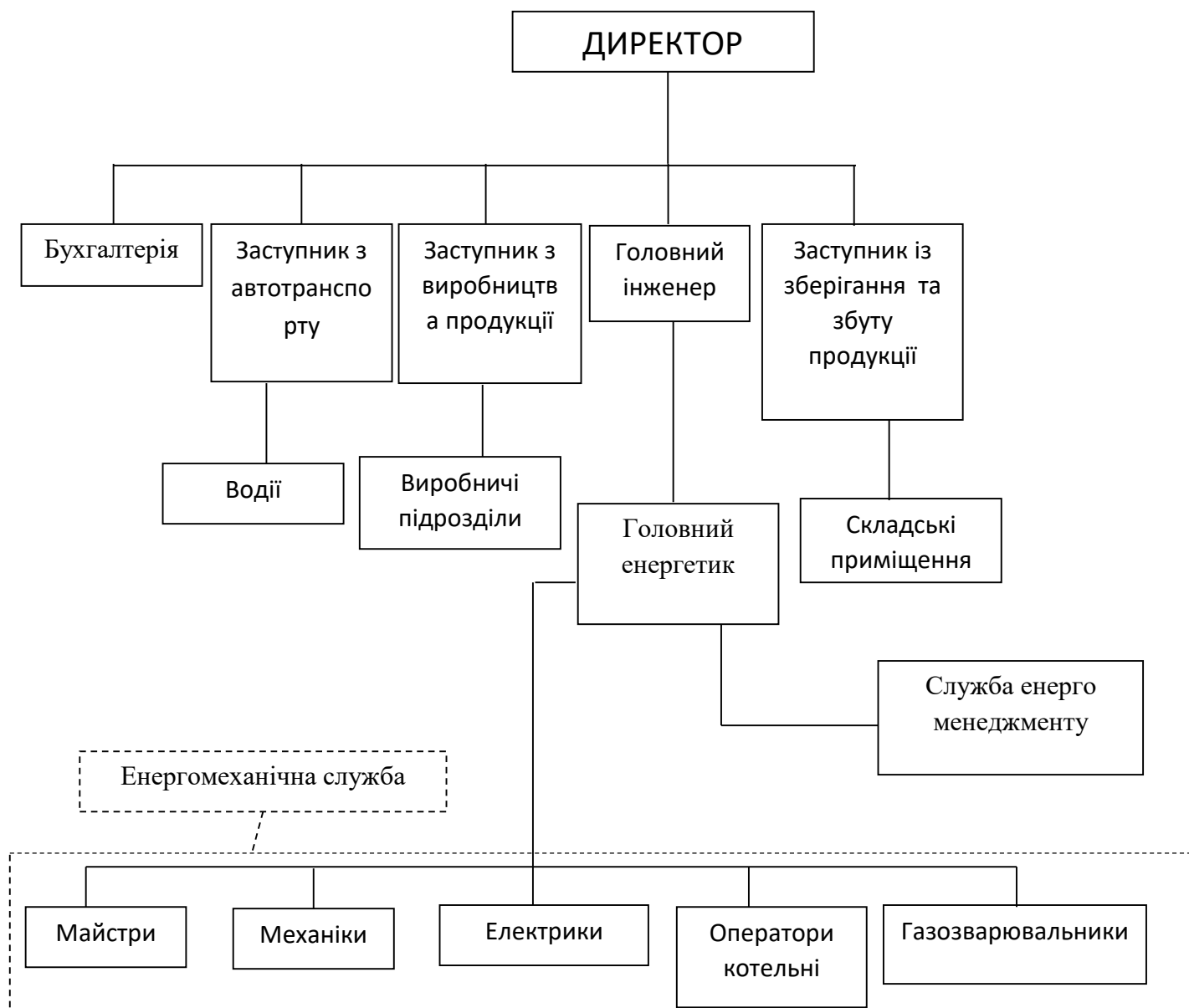


Рисунок 3.1 – Структура системи енергоменеджменту на підприємстві

### 3.2 Підрозділи запропонованої системи енергоменеджменту та їх функції

Посадовці, які керують певними підрозділами, є відповідальними за ефективність використання енергії. Важливо доповнити посадові інструкції деякими пунктами, що стосуються системи енергозбереження. Розглянемо функції підрозділів системи енергоменеджменту, що пропонується.

### Служба енергетичного менеджменту

Дана служба надає життєдіяльність системи енергоменеджменту. Керує службою енергоменеджер або ж начальник служби енергетичного менеджменту.

Пункти посадової інструкції енергоменеджера (на КП «Вінницька транспортна компанія»):

- контролює збір початкових даних про витрати електроенергії підприємством та окремими підрозділами, а також про параметри, що відображають енерговитрати;
- оформлює енергобаланс підприємства;
- формує звіти про енергетичні витрати в підрозділах.

Здійснює контролю:

- рішення щодо програми енергозбереження;
- рішення щодо завдань в системі енергоменеджменту;
- стан стосовно контрольно-вимірювального устаткування;
- процес для навчання персоналу в сфері енергозбереження;

Здійснює аналіз:

- стану споживання енергоресурсів на виробництві;
- потенціалу енергозбереження, який технічно досягається;
- енергобалансу вказаного підприємства;
- значення питомих витрат видів енергії;
- рівня фінансових витрат на придбання енергоресурсів;
- порядку заохочення персоналу компанії за високі показники енергоефективності.

Готує управлінські пропозиції з енерговикористанням на підприємстві до:

- зниження значень питомих енерговитрат;
- упровадження кількості енергозберігаючих заходів;
- удосконалення наявної системи енергоменеджменту.

Здійснює нормування витрат видів енергії на роботи, що виконують в окремих підрозділах.

Повідомляє керівників компанії про задані показники ефективності роботи підприємства та запропоновані заходи у сфері енергозбереження, перспективні плани підвищення енергоефективності.

Енергоменеджер покликаний нести відповідальність за всю діяльність на підприємстві у сфері енергозбереження. Така структура служби енергоменеджменту є зокрема інтегрованого типу: одна особа володіє всіма справами енергозбереження.

Енергоменеджер підпорядковується головному енергетику заводу.

Головний енергетик даного підприємства

Керує енергомеханічною службою, яка підпорядковує ряд працівників: електрики, електро-монтери, оператори котельні, майстри, механіки, газозварювальники.

Головний енергетик підпорядковується головному інженеру. Несе відповідальність за ефективне використання енергоресурсів на об'єкті. Доцільно підпорядкувати йому службу енергоменеджменту.

Позиції стандартної посадової інструкції головного енергетика, що стосуються енергозбереження:

1. Забезпечує безперебійне постачання підприємства електричною і тепловою енергією.
2. Забезпечує своєчасне укладення договорів стосовно використання електричної і теплової енергії.
3. Пропонує критерії з розробки витрат а також заходів і забезпечує виконання норм витрат видів енергії, заходів щодо економії електричної енергії, тепла і палива.
4. В визначеному порядку вносить пропозиції до заохочення працівників служби за добре виконання своїх посадових обов'язків.

Позиції, що слід впровадити додатково:

1. Здійснює управління службою енергоменеджменту на КП «Вінницька транспортна компанія».

2. Надає нормальне функціонування технічних засобів, що знаходяться в роботі системи енергоменеджменту.

3. Вносить пропозиції для заохочення енергоменеджера за високі досягнення в роботі.

4. Перевіряє рівень енерговикористання на підприємстві і разом з енергоменеджером повідомляє про це на зустрічах з керівництвом.

При введенні на об'єкті посади енергоменеджера деякі функції, які задіює розробки заходів з енергозбереження, нормування витрат енергії та інших позицій, надаються для виконання енергоменеджеру. Керівний склад \ контролює виконання цих позицій, визначення важливих напрямків у сфері енергозбереження.

#### Обов'язки головного інженера

Головний інженер поряд з директором підприємства несе відповідальність за наслідки виробничої діяльності.

Завдання, які сформульовані в посадовій інструкції (типовій) головного інженера, що мають безпосереднє відношення до роботи системи енергоменеджменту:

1. Організовує розрахунки потреб а також розподілу матеріально-технічних ресурсів підприємства.

2. Здійснює керування розробкою планів розвитку виробництва і заходами щодо цього технічного вдосконалення.

3. Організовує наради і слухає звіти інженерно-технічних робітників виробничих підрозділів.

4. Дає директору заводу пропозиції про переміщення, заохочення, призначення, звільнення, працівників.



Діяльність головного інженера у системі енергоменеджменту повинна бути запорукою введення технічно й економічно обґрунтованих енергозберігаючих заходів.

Пункти, які варто також розглянути:

1. Перевіряє інформацію, отриману від служби енергоменеджменту, а також бере участь у розробці енергозберігаючих заходів, контролює виконання проектів з енергозбереження.

2. Формує перспективні плани з зростання енергетичної ефективності виробництва.

3. Вносить пропозиції до премій і заохочення працівників підприємства за значні досягнення енергоефективності.

Заступник директора з виробництва продукції:

Пункти стандартної посадової інструкції керівника виробничого підрозділу, які піднімають питання стосовно енергозбереження:

1. Сприяє підвищенню продуктивності роботи (сприяє зниженню питомих витрат енергії).

2. Виконує підбір та встановлення механізмів і обладнання.

3. Забезпечує експлуатацію обладнання в таких режимах, що забезпечують мінімальні витрати енергії.

4. Слідкує за своєчасною реалізацією технічного обслуговування а також ремонтом обладнання (вони сприяють підвищенню коефіцієнта корисної дії).

Позиції, які слід додатково розглянути:

1. Бере участь у внесенні в цеху заходів стосовно економії енергії. Вчасно інформує службу енергоменеджменту про виконання цих заходів.

2. Вчасно (за добу) повідомляє службу енергоменеджменту щодо причини, що призвели до значних змін витрат енергії в цеху.

3. Повідомляє працівників виробничого підрозділу щодо результатів аналізу ефективності використання енергії, виконаного службою енергоменеджменту.

4. Вносить зміни до заохочення робітників цеху за значні показники ефективності використання енергії.

### 3.3 Аналіз енерговикористання адміністративним корпусом підприємства

У корпусі діють такі системи:

- система електроспоживання;
- система теплового постачання;
- система підігріву повітря та вентиляції;
- система каналізації та водопостачання;
- внутрішня сисмтема освітлення.

Тарифи станом на 20.10.2017р становлять:

- Електроенергія – 2,36 грн. за 1 кВт\*год
- Водопостачання – 12 грн. за 1 куб.м
- Теплова енергія – 1116,84 грн. за 1 Гкал
- Газ – 7,2 грн. за 1 куб

Споживання енергії корпусом наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Споживання енергії за 2017–2019р.

Місяць	Споживання електроенергії, кВт·год 2017р	Споживання електроенергії, кВт·год 2018р	Споживання електроенергії, кВт·год 2019р
Січень	12060	11820	20580
Лютий	20280	15990	6810

Березень	6060	9900	16650
Квітень	8550	6180	12810
Травень	4050	7260	1350
Червень	4590	3120	2730
Липень	90	4380	840
Серпень	5340	720	450
Вересень	3030	4320	10620
Жовтень	11550	4800	6870
Листопад	8280	5200	
Грудень	10230	5700	
Разом	94110	69390	79710

Повне споживання електроенергії за 2018 рік є 69390 кВт·год. Оплата за енергоносії складає 163760 грн. Вартість електроенергії за даними по корпусу становила 2,36 грн/кВт·год.

Природний газ для підприємства подається від міської магістральної мережі. Оплата за газ проводиться щомісячно за ціною – 8,2 грн. за м<sup>3</sup>. Холодна вода подається у виробничі підрозділи від міського водоканалу. Витрати на водопостачання (вода та відходи) – 14 грн. за 1м<sup>3</sup>.

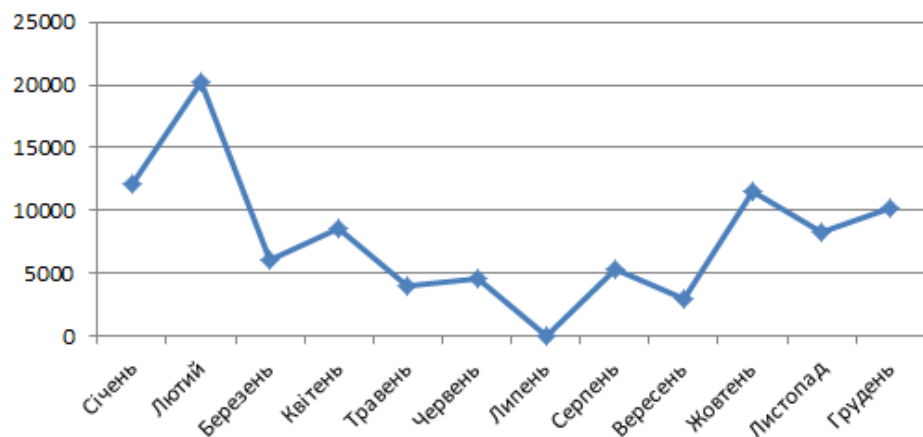


Рисунок 3.2 – Річне споживання електричної енергії за 2017 рік

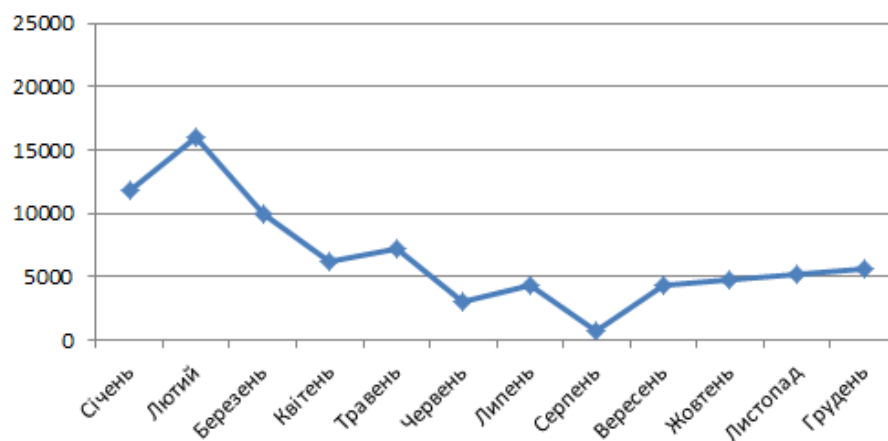


Рисунок 3.3 – Річне споживання електричної енергії за 2018 рік

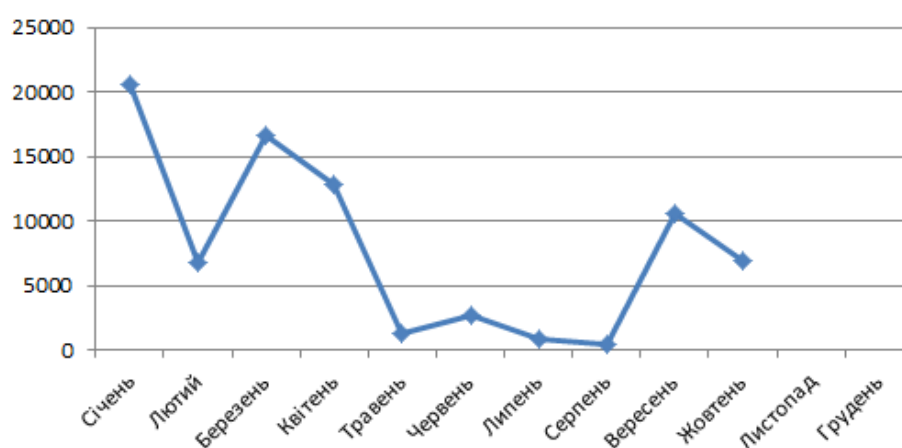


Рисунок 3.4 – Річне споживання електричної енергії за 2019 рік

З графіків спостерігається коливання економії електричної енергії між роками в різні місяці, за останні роки відбулося суттєве зменшення використання енергії та економія фінансових ресурсів.

Таблиця 3.2 – Споживання теплової енергії за 2017–19рр.

Місяць	Споживання теплової енергії, Гкал. 2017р	Споживання теплової енергії, Гкал. 2018р	Споживання теплової енергії, Гкал. 2019р
Січень	130,7	155,81	148,23
Лютий	98,26	114,14	123,12
Березень	67,60	82,99	49,36

Квітень	30,07	4,47	
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	9,08	27,09	
Листопад	55,88	91,16	
Грудень	75,93	91,27	
Разом	467,55	566,93	320,73

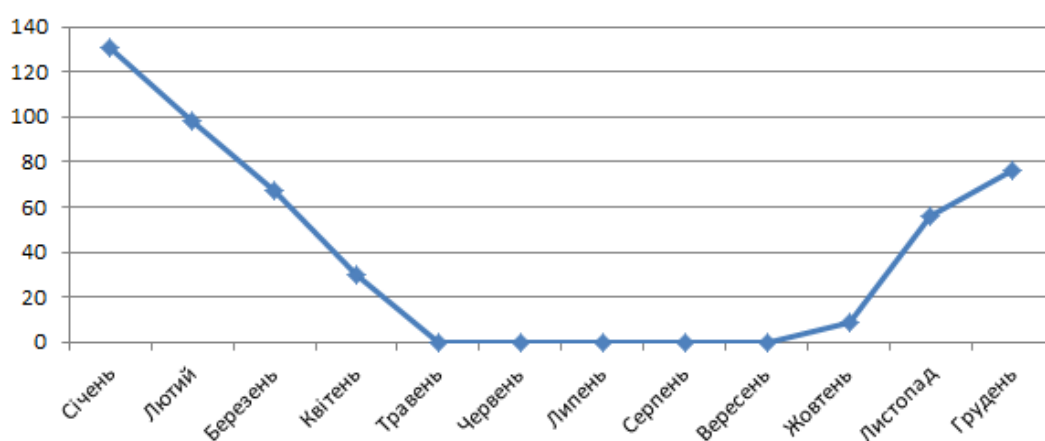


Рисунок 3.5 – Річне споживання теплової енергії за 2017 рік

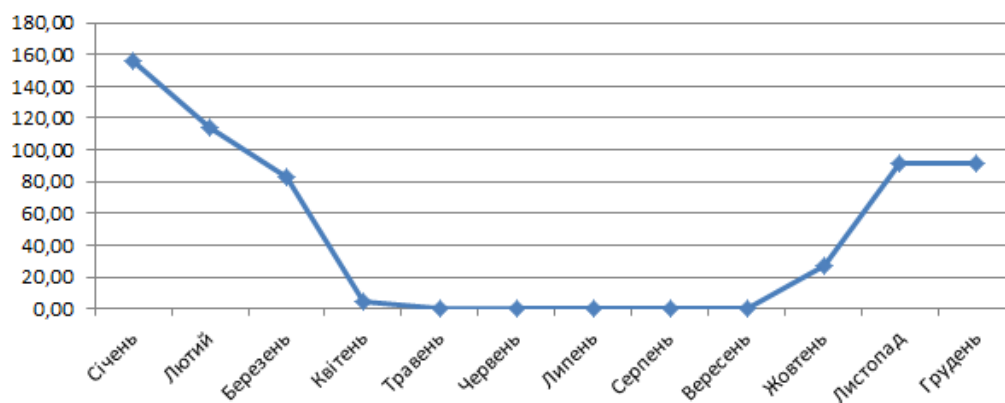


Рисунок 3.6 – Річне споживання теплової енергії за 2018 рік



Рисунок 3.7 – Річне споживання теплової енергії за 2019 рік

### 3.4 Визначення рівнів енерговитрат

У системах опалення приміщень застосовують показник кількості градусо-днів. Кількість градусо-днів розраховується за такою формулою:

$$D = (\vartheta_0 - T_{cp})K, \quad (3.1)$$

де  $\vartheta_0 = 15,5^\circ\text{C}$  – базове значення середньодобової зовнішньої (за межами приміщення) температури повітря;

$T_{cp}$  – середньодобова зовнішня температура;

$K$  – кількість днів, протягом яких була встановлена різниця температур  $(T_0 - T_{cp})$ .

Середньодобова зовнішня температура (рис.3.2)

$$T_{cp} = \frac{(T_{max} + T_{min})}{2} \quad (3.2)$$

Розрахунок середньодобової зовнішньої температури  $T_{cp}$  здійснюється з припущенням, що температура зовні змінюється протягом доби за синусоїдним законом (рис.3.8).

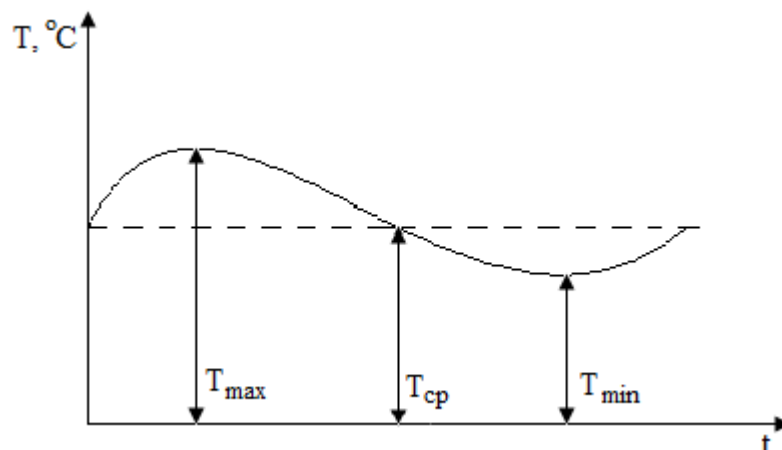


Рисунок. 3.8 – Характер зміни температури за межами опалювального приміщення

Вважається, що при вказаному значенні середньодобової зовнішньої температури ( $15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) приміщення не опалюється. Задовільне для роботи персоналу в середині приміщення значення температури підтримується без додаткових джерел тепла.

Таким чином, витрати енергії на опалення приміщення контролюються за допомогою регресійної залежності  $E(D)$  [4]. Враховуючи те, що для опалення часто використовують декілька видів палива або енергії, то в регресійній залежності зафіксують сумарне значення  $E$ . Якщо необхідно виділити окремі складові витрат енергії, то будують окрему залежність.

Для точного визначення  $T_{cp}$  застосовують автоматичні реєстратори зовнішньої температури, що постійно її вимірюють з інтервалом у декілька

хвилин. На основі зареєстрованих протягом доби значень температур розраховують середнє значення  $T_{cp}$ .

Кількість градусо-днів може визначатися для різних періодів часу (тиждень та місяць). Таблиці 3.3 – 3.5 показують приклад розрахунку градусо-днів за тиждень.

Залежність  $E(D)$  використовують для контролю енергоефективності котельні. Тоді значення  $E$  відповідає обсягу виробленої в потрібний термін теплової енергії.

Таблиця 3.3 – Визначення градусо-днів адміні. корпусом за 2017р.

Місяць	Q, грн/Гкал	t, 1		t, 15		t, 30		t <sub>сер.мін</sub>	t <sub>сер.макс</sub>	t <sub>cp, oC</sub>	N	D, град.*дні	
		min	max	min	max	min	max						
Січень	130,7	1295,34	-9	1	-2	3	-2	7	-4,33	3,67	-0,33	31	490,83
Лютий	98,2677	1295,34	-3	4	-5	1	0	8	-2,67	4,33	0,83	28	410,67
Березень	67,6029	1295,34	0	8	2	9	4	10	2,00	9,00	5,50	31	310,00
Квітень	30,0783	1295,34	0	8	1	13	8	17	3,00	12,67	7,83	30	230,00
Травень	0	0	8	21	9	18	14	25	10,33	21,33	15,83	31	
Червень	0	0	16	23	13	26	17	28	15,33	25,67	20,50	30	
Липень	0	0	16	29	15	30	16	30	15,67	29,67	22,67	31	
Серпень	0	0	19	33	13	23	13	23	15,00	26,33	20,67	31	
Вересень	0	0	8	25	7	23	11	25	8,67	24,33	16,50	30	
Жовтень	9,0846	1295,34	6	14	2	11	-3	8	1,67	11,00	6,33	31	284,17
Листопад	55,8866	1295,34	1	13	2	7	-2	4	0,33	8,00	4,17	30	340,00
Грудень	75,9362	1295,34	-1	4	-3	2	-10	-5	-4,67	0,33	-2,17	31	547,67
Всього	467,5563	1295,34	5,75	15,75	3,33	13,17	6,33	15,67	5,14	14,86	10,00	43	236,50

Таблиця 3.4 – Визначення градусо-днів адмін. корпусом за 2018 р.

Місяць	Q, грн/Гкал	t, 1		t, 15		t, 30		t <sub>сер.мін</sub>	t <sub>сер.</sub>	t <sub>cp, oC</sub>	N	D,	
		min	max	min	max	min	max						
Квітень	4,47	1295,34	5	23	6	15	8	21	6,33	19,67	13,00	30	75,00
Жовтень	27,09	1177,63	10	24	0	6	0	5	3,33	11,67	7,50	31	248,00
Березень	82,99	1295,34	5	10	-2	3	6	17	3,00	10,00	6,50	31	279,00
Лютий	114,14	1295,34	-3	3	1	12	3	7	0,33	7,33	3,83	29	338,33
Листопад	91,16	1177,63	-1	3	-8	0	-7	-1	-5,33	0,67	-2,33	30	535,00
Грудень	91,27	1177,63	-3	1	-7	0	-4	1	-4,67	0,67	-2,00	31	542,50
Січень	155,81	1295,34	-11	-6	-7	2	-1	7	-6,33	1,00	-2,67	31	563,17
Травень	0,00		8	21	9	18	14	25	10,33	21,33	15,83	31	
Червень	0,00		16	23	13	26	17	28	15,33	25,67	20,50	30	
Липень	0,00		16	29	15	30	16	30	15,67	29,67	22,67	31	
Серпень	0,00		19	33	13	23	13	23	15,00	26,33	20,67	31	
Вересень	0,00		8	25	7	23	11	25	8,67	24,33	16,50	30	
Всього	566,93	1177,63	5,75	15,75	3,33	13,17	6,33333333	15,666667	5,14	14,86	10,00	43	236,50



Таблиця 3.5 – Визначення градусо-днів адмін. корпусом за 2019р.

	Споживання теплової енергії у 2019 р	Q, грн/Гкал	t, 1		t, 15		t, 30		tсер. мін	tсер. макс	tcp, оС	N	D, град.°дні
			min	max	min	max	min	max					
Березень	49,3636	1116,84	3	13	2	7	0	12	1,67	10,67	6,17	31	289,33
Лютий	123,1297	1116,84	-11	-3	-7	0	0	10	-6,00	2,33	-1,83	28	485,33
Січень	148,2371	1116,84	-4	2	-8	1	-12	-4	-8,00	-0,33	-4,17	31	609,67
Квітень			7	18	2	13	8	16	5,67	15,67	10,67	30	
Травень			6	16	7	20	14	26	9,00	20,67	14,83	31	
Червень			12	23	10	19	19	31	13,67	24,33	19,00	30	
Липень			13	31	10	21	14	30	12,33	27,33	19,83	31	
Серпень			17	32	16	27	6	21	13,00	26,67	19,83	31	
Вересень			9	22	11	22	1	13	7,00	19,00	13,00	30	
Жовтень			3	11	10	17	1	5	4,67	11,00	7,83	31	
Листопад													
Грудень													
Всього	320,7304		5,5	16,5	5,30	14,7	5,1	16					

На рис. 3.9 подано регресійні залежності споживання теплової енергії від кількості градусоднів протягом місяців.

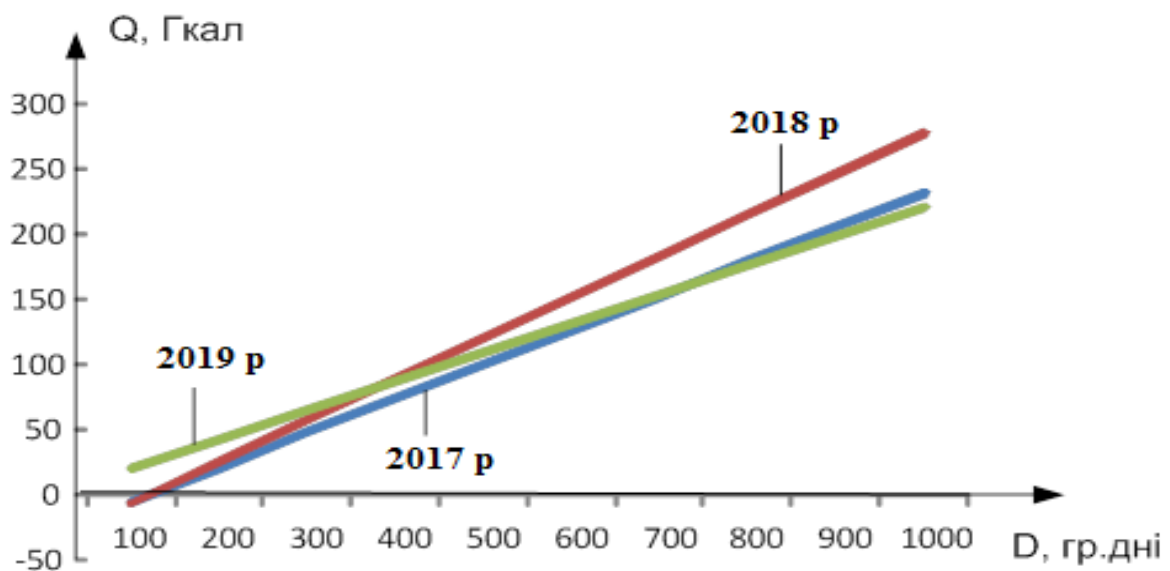


Рисунок 3.9 – Регресійна залежність місячного обсягу спожитої теплової енергії від кількості градусоднів місяця

### Висновки

Ефективна робота системи енергоменеджменту можлива, якщо кожна її ланка буде усвідомлювати свою роль і мати уявлення про роботу системи в цілому. Необхідна інформація може бути отримана на курсах підвищення кваліфікації. Програми підготовки повинні враховувати особливості категорій слухачів, їх функції в системі енергоменеджменту.

Важлива роль у роботі системи відведена керівництву заводу. В рамках підвищення кваліфікації ці посадові особи повинні розуміти свої функції, порядок взаємодії окремих ланок системи. Програма підготовки повинна передбачати ознайомлення керівництва з передовими технологіями молочного виробництва, новим обладнанням, що забезпечить підвищення енергоефективності.

За допомогою оброблення статистичної документації отримано інформацію про споживання електричної і теплової енергії адміністративним корпусом підприємства. Інформацію отримано за період 2017-2019 календарні роки. Це дозволяє оцінити тенденції енерговикористання і результати застосування механізмів енергозбереження відділами підприємства. Здійснено аналіз інформації гідрометеорологічних служб з використанням мережі Internet для отримання даних про зміни температури у м. Вінниці протягом вказаного періоду. За отриманими результатами розраховано кількість градусо-днів, яка необхідна для подальшого аудиторського аналізу, зокрема для розрахунку норм використання теплової енергії на опалювання об'єкта протягом градусо-дня.

## РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Собівартість продукції – це основний якісний показник роботи підприємства. Це грошова форма витрат на підготовку її виробництва, виготовлення і збут. Відображаючи рівень витрат на виробництво, собівартість комплексно характеризує ступінь використання усіх ресурсів підприємства, а значить, і рівень техніки, технології та організації виробництва. Рівень собівартості відбиває досягнення та недоліки роботи як підприємства в цілому, так і кожного структурного підрозділу. Систематичне зниження собівартості продукції має важливе народногосподарське значення, бо дає змогу за стабільних ринкових цін збільшувати прибуток на кожну гривню витрат, підвищує конкурентоспроможність продукції.

Однією із важливих складових собівартості продукції є собівартість електроенергії. Собівартість електроенергії виражає всі витрати на її виробництво, передавання, а також реалізацію та є основним показником роботи електрогосподарства і підприємства в цілому. В зниженні собівартості продукції підприємства велику роль відіграє зниження собівартості електроенергії. Запровадження ефективних заходів зі зниження собівартості електроенергії потребує її аналізу і планування.

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства, показаної на рис. 4.1, та вихідних приведених у табл. 4.1 – табл. 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 Комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія».

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Розр. потужність підстанції, кВА
ТП 1	ТМ-400	2	404,98
ТП 2	ТМ-400	2	484,64

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до ЦРП, м	Марка кабелю	К-сть
ГПП - ТП1	200	ААШв 3х35	2
ГПП - ТП2	300	ААШв 3х35	2

Таблиця 4.3 – Потужність цехів підприємства

Найменування цеху	Кількість змін	Розр. потужність, кВА
Продуктовий магазин	3	3
Столярний цех	3	75
Електроцех 1	3	70
Електроцех 2	3	46,2
Побутові приміщення	3	20
Управління ТТУ	3	72
Цех планового ремонту	3	160,5

Механічний цех	3	220
Цех технічного огляду	3	26
Механічна майстерня	3	143
Пилорама	3	24
Ділянка щоденних оглядів	3	15
Склад	3	3
Гараж	3	1,5
Шиномонтажний цех	3	5
Допоміжні будівлі	3	75

Рекомендації до виконання:

1. Вважати, що в кожному цеху встановлено одну ТП (номер цеху відповідає номеру ТП).
2. Кількість вимикачів визначається відповідно до даної схеми (рис. 4.1).
3. Оплату за спожиту електроенергію розраховують за одноставковим тарифом: 3 грн/кВт·год;
4. Прийняти норму амортизації – 6%,
5. Нарахування:
  - в пенсійний фонд – 32%,
  - у фонд зайнятості – 1,5%,
  - на соціальне страхування – 1,5%.

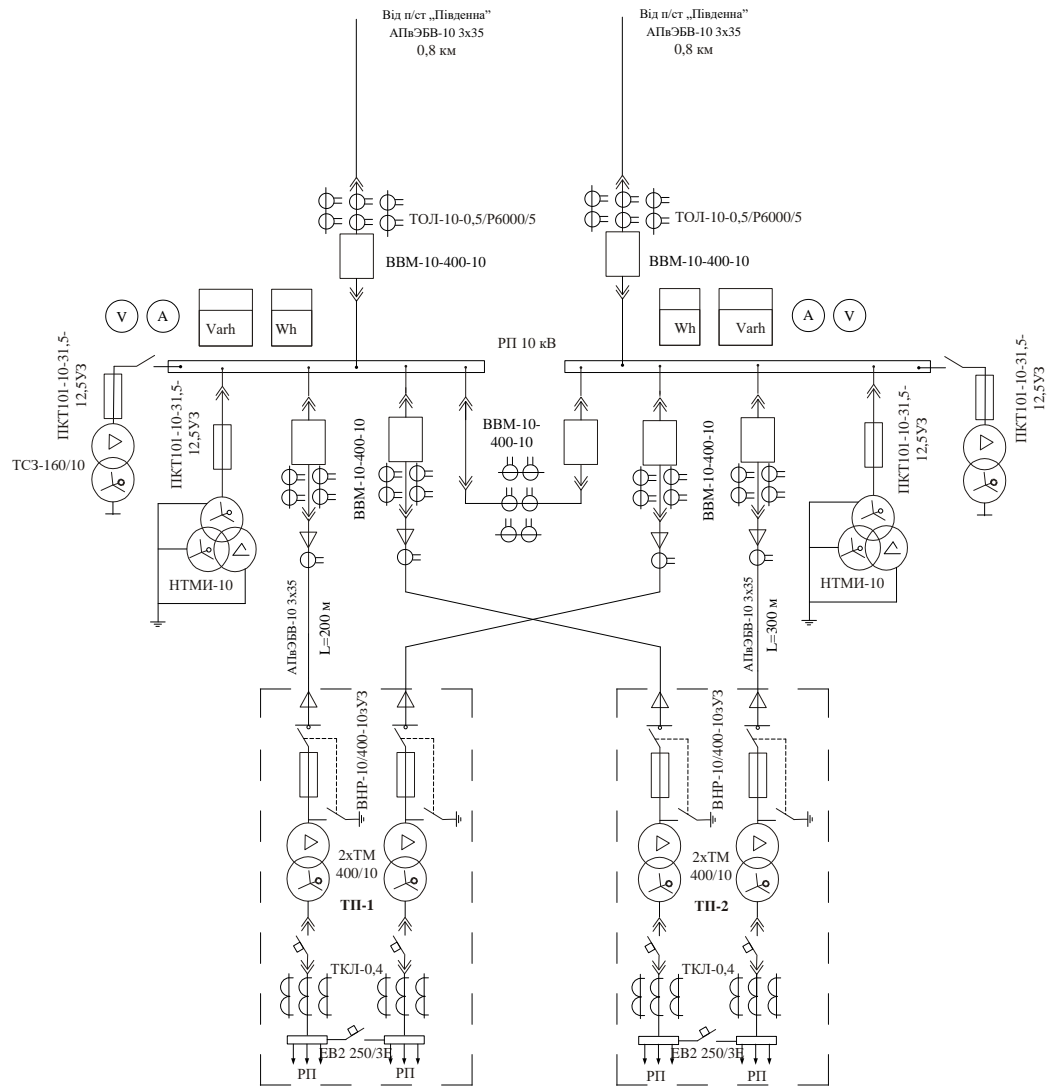


Рисунок 4.1 – Схема електропостачання підприємства

#### 4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 4.4 і табл. 4.5 [1].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

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

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

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

$L$  - довжина лінії електропередачі, км.

$n$  – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1:

$$K_{л1} = (K_{пит} * n + K_{прок}) L = (9,49 \cdot 2 + 2,73) \cdot 0,2 = 4,342 \text{ тис.грн.}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кількість	Довжина, км	$K_{пит}$ , тис.грн	$K_{прок}$ , тис.грн	$K_{л}$ , тис.грн
ГПП- ТП1	ААШв 3х35	2	0,2	34,68	2,73	14,418
ГПП -ТП2	ААШв 3х35	2	0,3	34,68	2,73	21,627
Всього						36,045

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

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

де  $K_{псі}$  – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн.

$K_{пост}$  - постійні витрати, що практично не залежать від потужності підстанції і пов'язані з устроєм території, зі створенням майстерень, лабораторій і диспетчерських пунктів, з будівництвом житла тощо, тис. грн. Постійні витрати прийняти у розмірі 20 % від повної вартості всіх підстанцій.

Визначаємо величину капіталовкладень для трансформаторних підстанцій, наприклад, для ТП–1:

$$K_{\text{пс1}} = 180 + 36 = 216 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.5

Таблиця 4.5 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість т-рів	$K_{\text{од}}$ , тис.грн	$K_{\text{пост}}$ , тис.грн	$K_{\text{пс}}$ , тис.грн
КТП-1	ТМ-400	2	180	36	216
КТП-2	ТМ-400	2	180	36	216
ГПП	ЦРП-110-2х6300	2	4510,6	902,12	5412,72
Всього					5844,72

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми, зображеної на рис.1, кількість вимикачів 10 кВ – 7 шт., а вимикачів 110 кВ – 2 шт.

Відповідно до рекомендацій приймаємо вартість вимикача 10 кВ рівною 50 тис. грн., а вимикача 110 кВ – 100 тис.грн.

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_{\text{в}} = 7 \cdot 50 + 2 \cdot 100 = 550 \text{ тис. грн.}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 5844,72 + 550 = 6394 \text{ тис. грн.}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 10,855 + 6394 = 6405,575 \text{ тис. грн.}$$



## 4.2 Розрахунок поточних витрат

### 4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Чисельність робітників, яка необхідна для технічного обслуговування і поточного ремонту всього енергоукомплектування 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:

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h,$$

де  $\Pi$  – кількість ремонтів даного виду за рік, на одиницю обладнання;

$t_{\text{норм}}$  – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. ([7]);

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

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

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

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 3.6.

Слід зазначити, що норми тривалості міжремонтних періодів і пов'язана з ними розрахункова кількість ремонтів за рік, розроблені для

енергоустаткування, яке працює в двох змінах, тобто при  $K_{зм}=2$ . При іншій змінності вводиться поправочний коефіцієнт  $\beta_p$ , який знаходимо за табл. 4.15 [8].

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

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

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{пр}$  – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. (табл. 4.6 [9]);

$K_{ср}$  – 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.

Для вимикачів 110 кВ, люд-год/рік:

$$T_{то} = 12 \cdot 20 \cdot 0,1 \cdot 3 \cdot 2 = 144.$$

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

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 110кВ	2	1	20	40	12	2	48
Роз'єднувач 110кВ	4	1	12	48	12	2	96

Трансформатор 110/10кВ	2	0,33	300	198	12	20	480
Вимикач 10кВ	7	1	16	112	12	2	168
ТМ-400	4	0,33	120	158,4	12	9	432
Кабельна лінія	1						
35 мм <sup>2</sup> , км		1	46	46	1	11,5	11,5
Разом				602,4			1235,5

Таблиця 4.7 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 110кВ	2	3	0,1	12	144	192
Роз'єднувач 110кВ	4	3	0,1	12	172,8	268,8
Трансформатор 110/10кВ	2	3	0,1	12	2160	2640
Вимикач 10кВ	7	3	0,1	12	403,2	571,2
ТМ-400	4	3	0,1	12	1728	2160
Кабельна лінія 35 мм <sup>2</sup> , км	1	3	0,1	12	165,6	177,1
Разом					4773,6	6009,1

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність

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

експлуатаційні робітники, чол.:

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

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

$\Phi_{д}$  – дійсний (ефективний) фонд часу роботи одного робітника за рік; приймається рівним 1850-1900 год;

$K_{вн}$  – плановий коефіцієнт виконання норм для даної категорії робітників.

При розрахунках приймаємо для ремонтного персоналу  $K_{вн} = 1,10$ , а для експлуатаційного -  $K_{вн} = 1,05$ ;

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

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{обс} = \frac{6009,1}{1900 \cdot 1,05} = 2,87,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{пр} = \frac{1235,5}{1900 \cdot 1,1} = 0,62.$$

Приймаємо  $H_{пр} = 2$  чол.,  $H_{обс} = 3$  чол.

#### 4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Фонд прямої заробітної плати:

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

$$\Phi_e = H_{обс} \cdot \beta_{н} \cdot t_{ге} \cdot \Phi_{д}.$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

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

де  $K3$ ,  $K4$  – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, [13];

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

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

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

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

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

$$C_I = 4750 \cdot 1 / 176 = 26,98 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{re} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 26,98 = 33,06 \text{ грн./год.};$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 3 \cdot 1 \cdot 33,06 \cdot 1900 = 188448 \text{ грн./рік};$$

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

$$\Phi_p = T_{пр} \cdot t_{гр},$$

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

де  $K4, K5$  – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [14].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 26,98 = 35,49 \text{ грн./год};$$

$$\Phi_p = 602,4 \cdot 35,49 = 21379,21 \text{ грн./рік.}$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

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

де  $\Phi$  – тарифний фонд  $\Phi_e$  експлуатаційних робітників або фонд прямої заробітної плати  $\Phi_p$  ремонтного персоналу, грн./рік;

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

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

$\alpha$  – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 188448 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 237444,67 \text{ грн./рік,}$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 21379,21 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 28006,76 \text{ грн./рік.}$$

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

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15;$$

$$\Phi_{оед} = 237444,67 \cdot 1,15 = 273061,37 \text{ грн./рік;}$$

$$\Phi_{орд} = 28006,76 \cdot 1,15 = 32207,78 \text{ грн./рік.}$$

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:

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

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

$\beta_3$  – нарахування у фонд зайнятості,  $\beta_3 = 1,5\%$  ;

$\beta_c$  – нарахування на соціальне страхування,  $\beta_c = 1,5\%$  .

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{\text{зпе}} = 273061,37 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 368632,85 \text{ грн./рік};$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{\text{зпр}} = 32207,78 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 43480,5 \text{ грн./рік}.$$

Таблиця 4.8 – Розрахунок витрат по заробітній платі

Показник		Заробітна плата
$\Phi_c$	Заробітна плата експлуатаційного персоналу	188448,15 грн.
$\Phi_p$	Заробітна плата ремонтного персоналу	21379,21 грн.
$\Phi_{oc}$	Величина основної ЗП експлуатаційного персоналу	237444,67 грн.
$\Phi_{op}$	Величина основної ЗП ремонтного персоналу	28006,76 грн.
$\Phi_{oed}$	Основний фонд ЗП експлуатаційного персоналу	273061,37 грн.
$\Phi_{ord}$	Основний фонд ЗП ремонтного персоналу	32207,78 грн.
$C_{\text{зпе}}$	Витрати по ЗП експлуатаційного персоналу	368632,85 грн.
$C_{\text{зпр}}$	Витрати по ЗП ремонтного персоналу	43480,5 грн.

#### 4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Розрахунок необхідної на рік кількості основних матеріалів для усіх видів ремонтів і технічного енергетичного обслуговування устаткування та мереж розробляється на основі трудомісткості і існуючих норм витрат матеріалів (табл. 2.19) [1]. 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 [16], результати розрахунків заносимо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу, грн.	Норми витрат матер. на 100 люд. год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування	Вартість матеріалу, грн.
Силові трансформатори		400	400
Сталь сортова, кг	13,38	5	66,92
Провід установлюваний, м	5,55	1	5,55
Мідь-алюміній (гола), кг	124,62	36	4486,32
Картон електроізоляційний, кг	60,09	1,2	72,10
Лакотканина (ширина 700мм), м	166,64	0,15	25,00
Кабельний папір, кг	49,14	0,5	24,57



Стрічка кіперна, кг	600,86	25	15021,40
Стрічка тафтяна, кг	446,38	12	5356,57
Стрічка азбестова, м	13,15	0,04	0,53
Лаки ізоляційні, кг	71,88	0,8	57,50
Емалі ґрунтові, кг	78,85	2	157,69
Масло трансформаторне, кг	24,36	0,3	7,31
Бензин, кг	12,36	0,6	7,42
Розчиники кг	34,83	0,7	24,38
Маслостійка гума, кг	89,35	0,3	26,81
Гума профільна, кг	89,35	0,12	10,72
Припій олов'яно-свинцевий, кг	850,63	0,02	17,01
Припій мідно-фосфорний, кг	158,12	0,02	3,16
Електроди, кг	29,37	0,1	2,94
Засоби кріплення, кг	37,41	1,5	56,12
Дріт кручений,	4,88	0,12	0,59
Матеріали обтиску, кг	48,72	0,3	14,62
Разом:			25445,22
Кабельні лінії			
Сталь сортова, кг	13,38	2	26,76
Електроди, кг	29,39	0,1	2,939
Разом:			29,7

Вартість матеріалу на технічну операцію:

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

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,

$С_{ЛЮ}$  – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів, потрібних на ремонт:

$$C_{\text{мпр}} = 0,01 \cdot (158,4 \cdot 25445 + 198 \cdot 45315,8 + 46 \cdot 29,7) = 130044,17 \text{ грн/рік};$$

і вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування:

$$C_{\text{мто}} = 0,01 \cdot (2160 \cdot 25445,22 + 2640 \cdot 45315,8 + 29,7 \cdot 177,1) = 1746006,47 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 4.10 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Назва обладнання	Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год	Ремонт		Обслуговування	
		Загальна трудомісткість ремонтів	Вартість витрат матеріалів грн.	Загальна трудомісткість обслуговування	Вартість витрат матеріалів грн.
ТМ-400	25445,22	158,4	4030522,84	2160	54961675,2
ТМН-6300	45315,8	198	8972528,4	2640	119633712
Кабелі	29,7	46	1366,2	177,1	5259,87
Всього витрат на матеріали			13004417,45		174600647,1

Отже, можна розрахувати:

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

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}},$$

$$C_{\text{обс}} = 368632,85 + 1746006,47 = 2114639,32 \text{ грн/рік};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}},$$

$$C_{\text{пр}} = 130044,17 + 43480,5 = 173524,67 \text{ грн/рік}.$$

#### 4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K,$$

де  $a$  – норма амортизації, %

$K$  – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 6405575 = 384334,5 \text{ грн/рік.}$$

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

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

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

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (2114639,32 + 173524,67 + 384334,5) = 668124,6259 \text{ грн/рік.}$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 4.11.

Таблиця 4.11 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	2114639,32	63,3
Витрати на поточний ремонт	173524,67	5,19
Витрати на амортизацію	384334,5	11,5
Інші витрати	668124,62	20
Разом	3340623,13	100

### 4.3. Розрахунок собівартості електроенергії

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

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

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{\Pi} \cdot P_{\text{ном}} \cdot T_{mi},$$

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

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

$K_{\Pi}$  – 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 першого корпусу:

$$E_{a1} = 3 \cdot 6000 = 18000 \text{ кВт} \cdot \text{год.} / \text{рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших корпусів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.12.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.12 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	Тм, год.	cos φ	Рр, кВт	Еа, кВт·год./рік
Продуктовий магазин	3	6000	0,65	3	18000
Столярний цех	3	6000	0,8	75	450000
Електроцех 1	3	6000	0,85	70	420000
Електроцех 2	3	6000	0,8	46,2	277200
Побутові приміщення	3	6000	0,8	20	120000
Управління ТТУ	3	6000	0,75	72	432000
Цех планового ремонту	3	6000	0,85	160,5	963000
Механічний цех	3	6000	0,5	220	1320000
Цех технічного огляду	3	6000	0,6	26	156000
Механічна майстерня	3	6000	0,5	143	858000
Пилорама	3	6000	0,7	24	144000
Ділянка щоденних оглядів	3	6000	0,65	15	90000
Склад	3	6000	0,65	3	18000
Гараж	3	6000	0,65	1,5	9000
Шиномонтажний цех	3	6000	0,55	5	30000
Допоміжні будівлі	3	6000	0,7	75	450000
Разом				959,2	5755200

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

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

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

де  $I_m$  – максимальний струм у лінії, А;

$\tau$  – час максимальних втрат, год./рік.

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

$n$  – кількість кабелів в лінії.

$$R = r_0 \cdot L,$$

де  $r_0$  – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км (див. табл. 4.13 [1]),

Величина  $\tau$  визначається за часом використання максимального навантаження  $T_m$  :

$$\tau_m = \left( 0,124 + \frac{T_m}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left( 0,124 + \frac{6000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 4591,8 \text{ год.}$$

Для лінії ГПП –ТП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ГПП до ТП1.:

$$R = (1,1 \cdot 0,2)/2 = 0,11 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ГПП-ТП1:

$$\Delta E_{\tau} = 3 \cdot 2 \cdot 11,69^2 \cdot 0,11 \cdot 4591,8 \cdot 10^{-3} = 207,07 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	$I_m$ , А	$R$ , Ом	$\tau$ , год./рік	$R_{\text{пит}}$ , Ом/км	$\Delta E_{\tau}$ , кВт·год.
ГПП - ТП1	ААШв 3х35	2	0,2	11,69	0,11	4591,8	1,1	207,07
ГПП - ТП2	ААШв 3х35	2	0,3	14	0,165	4591,8	1,1	445,49
Разом								652,56

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

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

де  $n$  - кількість трансформаторів;

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

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

$S_\phi$  - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

$S_H$  - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах КТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 0,8 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 5,5 \cdot \left( \frac{404,98}{400} \right)^2 \cdot 4591,8 = 26959,77 \text{ Вт} \cdot \text{год./рік.}$$

Для інших КТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.14.

Таблиця 4.14 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	$\Delta P_x$ , кВт	$\Delta P_k$ , кВт	$S_p$ , кВА	$S_H$ , кВА	$\Delta E_T$ , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-400	2	0,8	5,5	404,98	400	26959,77
КТП-2	ТМ-400	2	0,8	5,5	484,64	400	32552,7
ГПП	ГПП-110-2х6300	2	4	38	889,63	6300	70080
Разом							129592,48

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

$$E = E_a + \Delta E_L + \Delta E_T;$$

$$E = 5755200 + 652,56 + 129592,48 = 5885445,04 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$П_1 = v \cdot E / 100, \text{ грн.},$$

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

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

$$П_1 = 3 \cdot 5885445,04 / 100 = 17656335,12 \text{ грн.}$$

#### 4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії

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

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a},$$

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:

$$C_{\text{сум}} = П + C_{\text{п}},$$

де  $П$  – 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:

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ip}},$$

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;

$$C_{\Pi} = 2114639,326 + 173524,6778 + 384334,5 + 668124,62 = 3340623,13 \text{ грн/рік.}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 3340623,13 + 17656335,12 = 20996958,25 \text{ грн/рік.}$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{20996958,25 \cdot 100}{5755200} = 364,83 \text{ коп./кВт·год.}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.15.

Таблиця 4.15 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	$E_a$	5755200	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	$E$	5885445,04	кВт·год.
Плата за електроенергію	$\Pi_1$	17656335,12	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	$C_{\Pi}$	3340623,13	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	20996958,25	грн.
Собівартість електроенергії	$S$	364,83	коп/кВт·год.

В економічній частині проведено розрахунок основних техніко-економічних показників КП «Вінницька транспортна компанія». Результати розрахунку наведені у таблиці 4.15.

#### Висновки

В даному розділі було здійснено розрахунок собівартості електроенергії на Комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія». Проаналізовано вихідні дані та розраховано розмір капіталовкладень в систему електропостачання.

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ НА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській роботі розробляються заходи з впровадження системи енергетичного менеджменту на КП «ВТК». На підприємстві 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, що впливають на оперативно-ремонтний персонал, який обслуговує обладнання підприємства та залучається до запровадження системи енергетичного менеджменту, у відповідності з прийнятою класифікацією за ГОСТ 12.0.003-74:

фізичні:

- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та понижена вологість повітря;
- підвищена та понижена швидкість руху повітря;
- рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
- підвищена та понижена 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;

психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів).

## 5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

### 5.1.1 Електробезпека

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

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку зі струмопровідною підлогою в цехах.

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.

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.

#### 5.1.2 Заходи з безпечного виконання робіт по обслуговуванню електродвигунів

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 роботі на електродвигуні напругою вище 1000 В або механізму, який він приводить в рух, зв'язаній з доторканням до струмоведучими або обертаючими частинами, з електродвигуна повинна бути знята напруга.

В електроустановках вище 1000 В з кожної сторони, звідки до комутаційних апаратів може бути подана напруга на робоче місце, повинен бути видимий розрив, який створений від'єднанням або зняттям шин та

проводів, відключенням роз'єднувачів, зняттям запобіжників, а також відключенням від'єднувачів та вимикачів навантаження, за винятком тих, у яких автоматичне включення здійснюється пружинами, встановленими на самих апаратах.

При роботах за межами КРУ на відхідних ПЛ або 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".

При накладенні заземлювачів у шафах КРУ у випадку роботи на відходячих ПЛ необхідно враховувати наступні вимоги: ПЛ 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 кабелю 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.

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 цеху (ділянки), 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.

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.

## 5.2 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 Па.

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 припливна 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 в приміщення через світлові пройми в зовнішніх огорожуючих конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне та суміщене освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО ( $e_n$ ). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині



приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

Штучне освітлення.

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

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, роботи з впровадження системи енергетичного менеджменту, потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в».

Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік),

використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

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

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

### 5.2.3 Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left( \frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left( \frac{U}{U_0} \right), \quad (5.1)$$

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».

Таблиця 5.3- Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	31,5	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».

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 Виробничі вібрації

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, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - 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	$Z_0, Y_0, X_0$	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 пружнодемпферуючою основою.

### 5.2.5 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

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

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 12

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальним значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, Робота в умовах дефіциту часу

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 11-25

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) 3-4

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади та ін.)

Ступінь ризику для власного життя

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 10– 12

Змінність роботи Тризмінна робота (робота у нічну зміну)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість. Перерви нерегламентовані або недостатньої тривалості до 3% часу зміни.

### 5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Визначення області працездатності елементів електричних мережах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

На території електричних мережах Комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» можливе виникнення надзвичайних ситуацій як техногенного так і природного характеру, що можуть нести негативний вплив на роботу електричної системи. Найзагрозливішим для електричної системи може бути дія електромагнітного імпульсу та сейсмічних хвиль на опори.

Дія механічних факторів землетрусу на об'єкт характеризується складним комплексом. Значення їх залежить в основному від потужності і тривалості землетрусу, відстані до об'єкту, конструкції та розмірів елементів об'єкта тощо.

Результатом дії сейсмічних хвиль є землетрус, що призводить до руйнування будівель, ліній електропередач, електричних апаратів і машин, а також дамбу водосховища тощо. Це може призвести до важких аварій в самі електричні мережі. У зв'язку з чим порушується електропостачання електроенергією важливих промислових об'єктів. Щоб запобігти шкідливим, наслідкам виконують розрахунки по стійкості роботи об'єктів чи обладнання, визначають коефіцієнт захисту даного об'єкта.

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 виникнути 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.

### 5.3.1 Визначення області працездатності елементів електричних мережах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в умовах дії сейсмічних хвиль

До основних елементів об'єкта від яких залежить його функціонування є трансформатори, генератори, відкриті розподільчі пристрої, релейний захист та автоматика, повітряні та кабельні лінії електропередачі, електричні апарати.

Для кожного елемента визначаємо границю стійкості при яких він отримує середні руйнування. Дані заносимо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 - Границі стійкості кожного елемента електричної мережі

№	Елементи ЕМ	$\Delta P_{\text{фігран}}$ , кПа	$\Delta P_{\text{фгран}}$ , кПа
1	Опори ПЛ	10	10
2	Портальні опори	10	
3	Кабельна мережа	30	
4	Вимикачі	15	
5	Роз'єднувачі, розрядники, обмежувачі перенапруги	15	
6	Вимірювальні трансформатори (трансформатори струму та напруги)	20	
7	Релейний захист та автоматика	50	
8	Генератори	40	
9	Силові трансформатори	20	
10	Відкриті розподільчі пристрої	35	

Границя стійкості об'єкта в цілому складає 10 кПа. Найбільш уразливий елемент ЕМ – опори повітряних ліній. Початку середніх руйнувань відповідає інтенсивність землетрусу  $I = 7,3$  б.

Прийmemo що електрична мережа знаходиться на відстані від епіцентру землетрусу  $R = 160$  км,  $h = 180$  км. В інших випадках значення магнітуди буде інше.



Допустима магнітуда землетрусу:

$$I_R = 1,5 \cdot M - 3,51g\sqrt{R^2 + h^2} + 3; \quad (5.2)$$

$$M = (I_R + 3,51g\sqrt{R^2 + h^2} + 3) / 1,5; \quad (5.3)$$

$$M = (7,3 + 3,51g\sqrt{160^2 + 180^2} + 3) / 1,5 = 5,8(\bar{6}).$$

Електрична система буде стійко працювати в діапазоні зміни магнітуди від 0 до 5,8 балів за шкалою Ріхтера.

5.3.2 Визначення області працездатності елементів ЕМ комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в умовах дії ЕМІ

Електромагнітний імпульс (ЕМІ) - вражаючий фактор ядерної зброї, а також будь-яких інших джерел ЕМІ (наприклад блискавки, спеціальної електромагнітної зброї, короткого замикання в обладнанні великої потужності і т.д.).

Значні порушення викликає електромагнітний імпульс у роботі цифрових та контрольних пристроїв. Великі електричні потенціали відносно землі, які виникають на екранах, жилах кабелів, антенно-фідерних пристроях та провідних лініях зв'язку, виникають внаслідок дії ЕМІ і можуть являти небезпеку для обслуговуючого персоналу.

Дані про елементи ЕС наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Дані про елементи електричних мереж

Елемент	U <sub>ж</sub> , В	L <sub>бі</sub> , м	N, %
Вимикач	12	0,4	10
Вимірювальний трансформатор	48	0,25	15
Силовий трансформатор	24	0,3	15

Визначаємо допустиму напругу:

$$U_{Д} = U_{Ж} + \frac{U_{Ж}}{100} \cdot N; \quad (5.4)$$

$$U_{Д1} = 12 + \frac{12}{100} \cdot 10 = 13,2(B);$$

$$U_{Д2} = 48 + \frac{48}{100} \cdot 15 = 55,2(B);$$

$$U_{Д3} = 24 + \frac{24}{100} \cdot 15 = 27,6(B).$$

В якості показника стійкості елементів системи до дії електромагнітного імпульсу використовується коефіцієнт безпеки, який визначається відношенням гранично допустимої напруги  $U_{Д}$  до наведеної, тобто створеної ЕМІ в даних умовах  $U_{Е}$ , який вимірюється у децибелах:

$$K_{Б} = 20 \cdot \lg \cdot \frac{U_{Д}}{U_{Е}} [\text{дБ}]. \quad (5.5)$$

Для нормальної роботи елементів необхідно, щоб виконувалась умова:

$$K_{Б} \geq 40 [\text{дБ}];$$

$$U_{Г} = \frac{U_{Д}}{10^{\frac{K}{20}}} (\text{дБ}); \quad (5.6)$$

$$U_{Г1} = \frac{13,2}{10^{\frac{40}{20}}} = 0,132(B);$$

$$U_{Г2} = \frac{55,2}{10^{\frac{40}{20}}} = 0,552(B);$$

$$U_{Г3} = \frac{27,6}{10^{\frac{40}{20}}} = 0,276(B).$$

Напруженість електричного поля для вертикальної складової знаходимо з формули [26]:

Звідси,

$$U_1 = \frac{E_{\Gamma} \cdot L_B}{\eta} (B). \quad (5.7)$$

де  $\eta=1$  – коефіцієнт екранування лінії.

$$E_{\Gamma} = \frac{U_1}{L_B}; \quad (5.8)$$

$$E_{\Gamma 1} = \frac{0,132}{0,4} = 0,33(B / м) \Rightarrow E_{B1} = 330(B / м)$$

$$E_{\Gamma 2} = \frac{0,552}{0,25} = 2,21(B / м) \Rightarrow E_{B2} = 2210(B / м)$$

$$E_{\Gamma 3} = \frac{0,276}{0,3} = 0,92(B / м) \Rightarrow E_{B3} = 920(B / м).$$

Отже, граничне значення напруженості електромагнітного імпульсу при якому збережеться працездатність електричної мережі буде 330 В/м.

#### 5.4 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи ЕМ в умовах надзвичайних ситуацій

Основними напрямками по підвищенню стійкості роботи електричної мережі є:

1. Встановлення анкерних опор в сейсмічно небезпечних зонах які сприймають навантаження від поперечних складових тяжіння проводів і тросів.

2. Встановлення захисних екранів й захисних пристроїв які значною мірою знижують параметри електромагнітного імпульсу в екранованій облсті.
3. Використання захисних та іскрових розрядників і плавких запобіжників.
4. Встановлення грозозахисних пристроїв – блискавковідводів, які складаються з блискавко приймачів і струмовідвідних спусків; встановлення спеціальних пристроїв захисту від імпульсних перенапруг.
5. Використання симетричних двопровідних ліній в електричних мережах.
6. Встановлення на електричних станціях сучасних систем захисту і попередження аварійних ситуацій.

Необхідно проводити захист населення і територій від НС техногенного та природного характеру на принципах:

- пріоритетності завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я людей і довкілля;
- безумовного надання переваги раціональній та превентивній безпеці;
- вільного доступу населення до інформації щодо захисту населення і територій від НС техногенного та природного характеру;
- особистої відповідальності та піклування громадян про власну безпеку, неухильного дотримання ними правил поведінки та дій у НС техногенного та природного характеру;
- обов'язковості завчасної реалізації заходів, спрямованих на запобігання виникненню НС техногенного та природного характеру та мінімізацію їх негативних психосоціальних наслідків;
- урахування економічних, природних та інших особливостей територій і ступеня реальної небезпеки виникнення НС техногенного та природного характеру;
- максимально можливого, ефективного і комплексного використання наявних сил і засобів, які призначені для запобігання НС техногенного та природного характеру і реагування на них.

## Висновки

Отже, в даному розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях було визначено область працездатності електричної мережі в умовах дії сейсмічних коливань та електромагнітного імпульсу. В ході розрахунків було отримано такі показники:

- В умовах дії сейсмічних хвиль електрична мережа буде нормально працювати в діапазоні зміни магнітуди від 0 до 5,8 балів за шкалою Ріхтера.

- Елементи мережі здатні працювати в умовах дії електромагнітного імпульсу при таких напруженостях вертикальної складової електричного поля: вимикач до 330 В/м, вимірювальний трансформатор до 2210 В/м, силовий трансформатор до 920 В/м.

Також в даному розділі проаналізовано основні шкідливі фактори сейсмічних коливань та ЕМІ, можливі наслідки їх дій на електричну мережу, розроблено методи по підвищенню стійкості роботи ЕМ та захисту населення.

## ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі здійснено обґрунтування побудови системи енергетичного менеджменту на Комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія».

Побудовано структуру системи енергетичного менеджменту. Ефективна робота системи енергоменеджменту можлива, якщо кожна її ланка буде усвідомлювати свою роль і мати уявлення про роботу системи в цілому. Необхідна інформація можна отримати на курсах підвищення кваліфікації. Програма повинна враховувати особливості слухачів та їх функції в системі енергоменеджменту.

Головну роль у роботі системи відіграє керівництво підприємства. В рамках підвищення кваліфікації ці особи повинні розуміти і виконувати свої службові обов'язки, порядок взаємодії окремих ланок системи. Програма підготовки повинна включати ознайомлення керівництва з новітніми технологіями виробництва, новим обладнанням, що забезпечить підвищення енергоефективності.

З використанням статистичних методів аналізу під час виконання енергоаудиту здійснено аналіз зміни норм споживання теплової енергії протягом останніх трьох років на опалення одного градусо-дня. Аналіз показав, що в 2019 році заходи по регулюванню теплової енергії були вдвічі кращі ніж в 2018 році. Зниження споживання теплової енергії в результаті змін в організації регулювання в теплових вузлах. Одержані статистичні залежності показують ефективність оптимізації регулювання подачі теплової енергії і недопущення значного переохолодження виробничих підрозділів, підвищення якості організаційних заходів, постійного контролю та аналізу енергоспоживання.

Побудовано регресійні залежності спожитої теплової енергії адміністративним корпусом від кількості градусоднів протягом місяців. Найкраща залежність може вважатись нормативною.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергетичний аудит : Навчальний посібник / [Соловей О. І., Розен В. П., Лега Ю. Г. та ін.]. – Черкаси : ЧДТУ, 2005. – 299 с.
2. Прокопенко В. В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями : навчальний посібник / Прокопенко В. В., Закладний О. М., Кульбачний П. В. – К. : Освіта України, 2009. – 438 с.
3. Бабенко О.В. Енергетичний аудит. Курсове проектування: навчальний посібник / О. В. Бабенко. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 71 с
4. Закон України «Про енергозбереження» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр> (дата звернення 03.12.2020). — Назва з екрана.
5. Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов / Гольстрем В. А., Кузнецов Ю. Л.. – К. : Техніка, 1985. – 383 с.
6. Енергоаудит у житлово-комунальному господарстві / [Лебедев М. М., Розен В. П., Соловей О. І., Третьяков І. М. та ін.]; Під заг. ред. І. М. Третьякова. – К. : Автограф, 2006. – 60 с.
7. Програма курсу "Енергозбереження в промисловості" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.svitonline.com/sukhodolya/students/galyz1.htm> (дата звернення 12.10.2013). — Назва з екрана.
8. Общегосударственный научно-производственный и информационный журнал [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eee-journal.com.ua/> (дата звернення 03.12.2020). — Назва з екрана.
9. «Энергосбережение» Специализированный журнал [Електронний ресурс]. – Режим доступу [https://www.abok.ru/pages.php?block=en\\_mag](https://www.abok.ru/pages.php?block=en_mag) (дата звернення 03.12.2020). — Назва з екрана.

10. Кобилянський О.В. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей / О.В. Кобилянський, О.П. Терещенко. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 45 с.

10. Ю. А. Лобатюк, Я. Ю. Ваценко. Система 5s kaizen як інструмент підвищення енергоефективності промислових підприємств. Матеріали XLVIII Науково-технічної конференції факультету електроенергетики та електромеханіки (2019) Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2019/paper/view/7230>

11. ГОСТ 12.0.003-74 – «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

12. ДНАОП 0.03-3.01-71 – «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».

14. ГОСТ 12.1.008-83 - « Шум. Общие требования безопасности».

15. ГОСТ 12.1.012.-90 - «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования».

16. Кузнецов В.С. Электроснабжение и электроосвещение городов: Учеб. пособие. -М.: Высш. шк.,1989. - 136с.

17. Пособие по курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов: Учеб. пособие для студентов электроэнергет. специальностей вузов, 2-е изд., перераб. и доп. В.М. Блок, Г.К. Обушев, Л.Б. Паперно и др.; Под. ред. В.М. Блок.- М.: Высш.шк., 1990.- 383с.

18. Електропостачання промислових підприємств (Курсове проектування). Навч., посібник/М. Й.Бурбело .- Вінниця:ВДТУ ,1998-104с.

20. Методичні вказівки щодо опрацювання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей /Уклад. О.В. Кобилянський , О.П. Терещенко – В .: ВНТУ, 2003.- 46 с.

21. Жежеленко И.В., Рабинович М.Л.- Качество электроэнергии на



промышленных предприятиях.- Киев.: Техника, 1981.- 465с.

22. Справочник по проектированию электроснабжения. /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576с.

23. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. /Под ред.. А.А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – Т.1 – 580с., Т.2 – 591 с.

24. Электроснабжение: учебное пособие по дипломному проектированию / Л.С. Синенко, Т.П. Рубан, Ю.П. Попов.– Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

25. Камінський А. В. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж : монографія / А. В. Камінський, Б. І. Мокін – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2005. –122с.

26. ГОСТ 12.0.003 – 74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.

27. ГОСТ 12.1.030 – 81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

28. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

29. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

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

31. СН 32.23-85 "Санитарные нормы допустимого шума на рабочих местах".

32. Загайнов Н.А., Финкельштейн Б.С., Кривов Л.Л. Тяговые подстанции трамвая и троллейбуса. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 328 с.

33. Основні переваги світлодіодного освітлення при його використанні порівняно з традиційним [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.d-general.org.ua/ua/perevahy-svitlodiodnoho-osvitlennya/>

34. Линейные (трубчатые) светодиодные лампы T8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://svetotehnica.com/catalog/svetodiodnoe-osveschenie/svetodiodnye-lampy/svetodiodnye-linejnye-trubchatye-lampy-t8.html>

35. PHILIPS Lifemax Tubelight TL-D 30W/54-765 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wahchitstationery.com/en/products/PHILIPS-%E6%A8%99%E6%BA%96%E7%AF%80%E8%83%BD%E5%85%89%E7%AE%A1%252d%E5%B9%BC%E7%AE%A1-30W%7B47%7D36%E5%90%8B-%28%E5%86%B7%E6%97%A5%E5%85%89%29.html>

36. Светодиодная лампа MAXUS LED T8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://avtonom.com.ua/osveshchenie/diodnye-lampy/svetodiodnaya-lampa-maxus-led-t8-smd-18w-12m-matova-g13-4200k-1-led-t8-120m-1840-01.html>

37. Тарифи на електроенергію для споживачів ПАТ "Хмельницькобленерго" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.hoe.com.ua/index\\_21.html](http://www.hoe.com.ua/index_21.html)

38. Каталог конденсаторних установок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kpenri.com.ua/-prod02.php>

39. Кабельно-провідникова продукція [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189>

40. Трансформатори силові [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.budnet.com.ua/aboutcommodity.php?FirmCommodityID=4099>

41. Експлуатація освітлювальних установок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://life-prog.ru/ukr/1\\_954\\_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html](http://life-prog.ru/ukr/1_954_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html)

42. XLIII регіональна науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних

працівників підприємств м. Вінниці та області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2014/ineeem/eseem.php>

## ДОДАТКИ

## Додаток А

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

УЗГОДЖЕНО  
Головний інженер

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Зав. кафедри ЕСЕМ

\_\_\_\_\_  
“ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

\_\_\_\_\_  
“ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему:  
«Впровадження системи енергетичного менеджменту на Комунальному  
підприємстві «Вінницька транспортна компанія»»

08-17.МКР.002.00.000 ТЗ

Керівник проекту

к.т.н., доцент. Бабенко О.В.

\_\_\_\_\_  
Виконавець: ст. гр. ЕМ-19м

Ваценко Я.Ю.  
\_\_\_\_\_

## 1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МКР

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за №\_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2018 р.

Дата початку роботи \_\_\_\_\_ 2020 р.

Дата закінчення роботи \_\_\_\_\_ 2020 р.

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

Підвищення ефективності енергозабезпечення КП «Вінницька транспортна компанія» з використанням енергоаудиторських методів дослідження.

Вихідні дані для проектування:

- а) Генплан підприємства;
- б) Організаційна структура підприємства
- в) Електричні навантаження підприємства;

## 3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. Прокопенко В. В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями : навчальний посібник / Прокопенко В. В., Закладний О. М., Кульбачний П. В. – К. : Освіта України, 2009. – 438 с.
2. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання : навчальний посібник / Ратушняк Г. С., Джеджула В. В., Анохіна К. В. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 170 с.
3. Демов О. Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах: Навчальний посібник / О. Д. Демов. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 95 с.
4. Бабенко О.В. Енергетичний аудит. Курсове проектування: навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 63 с
5. Прокопенко В. В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: навчальний посібник / Прокопенко В. В., Закладний О. М., Кульбачний П. В. – К. : Освіта України, 2009. – 438 с.

#### 4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження	
4.2 Проведення дослідних розрахунків	
4.3 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	

#### 5. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5.1 Діапазон обмеження потужності, яка постачається: _____
5.2 Номінальна та встановлена потужність споживачів підприємства: _____
5.3 Номінальна потужність котельні підприємства: _____
5.4 Перелік об'єктів, що проектуються: _____

#### 6. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ. ПОРЯДОК РЕАЛІЗАЦІЇ РОБОТИ

Розробка рекомендацій щодо підвищення енергоефективності використання електричної енергії та паливно-енергетичних ресурсів на Комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія». Аудит електричної частини підприємства.
7. МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ПОДАЮТЬСЯ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ ТА ПІД ЧАС ЇЇ ЕТАПІВ / розрахунково-пояснювальна записка /
8. ПОРЯДОК ПРИЙМАННЯ РОБОТИ ТА ЇЇ ЕТАПІВ Робота приймається на проміжних контрольних перевірках, попередньому захисті та захисті в ДЕК.
9. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ <u>Присутнє.</u> 9.1 ДАНІ ПРО ПАТЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ <u>Оформлення патентів не передбачається.</u> 10.1. ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ <u>Присутній.</u>

## Додаток Б

## Вихідні дані по підприємству

Таблиця Б.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№	Найменування цеху	P <sub>н</sub> , кВт
1	Продуктовий магазин	3
2	Столярний цех	75
3	Електроцех 1	70
4	Електроцех 2	65
5	Побутові приміщення	20
6	Управління ТТУ	90
7	Цех планового ремонту	190
8	Механічний цех	220
9	Цех технічного огляду	26
10	Механічна майстерня	143
11	Пилорама	24
12	Ділянка щоденних оглядів	15
13	Склад	3
14	Гараж	1,5
15	Шиномонтажний цех	5
16	Допоміжні будівлі	75

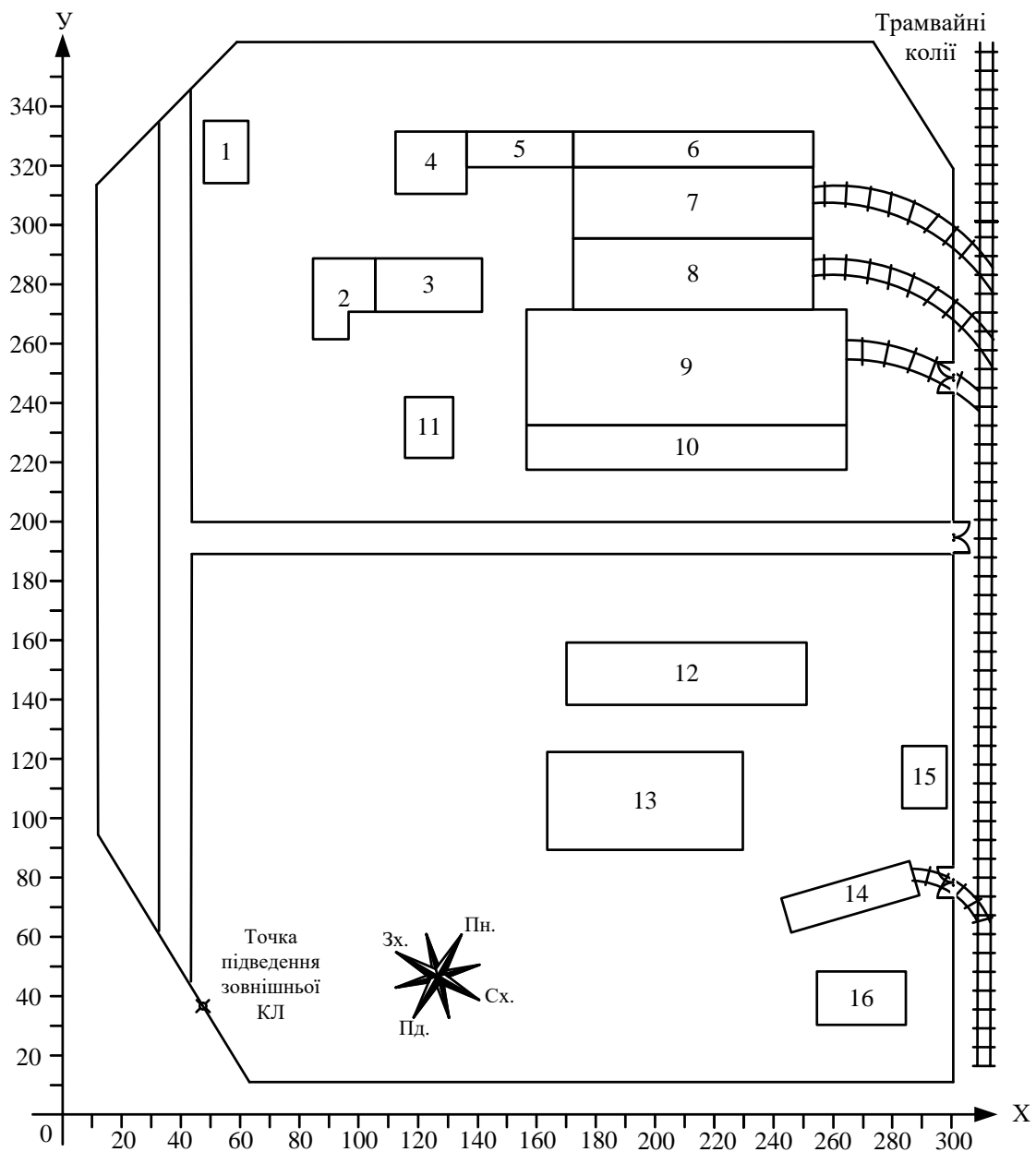
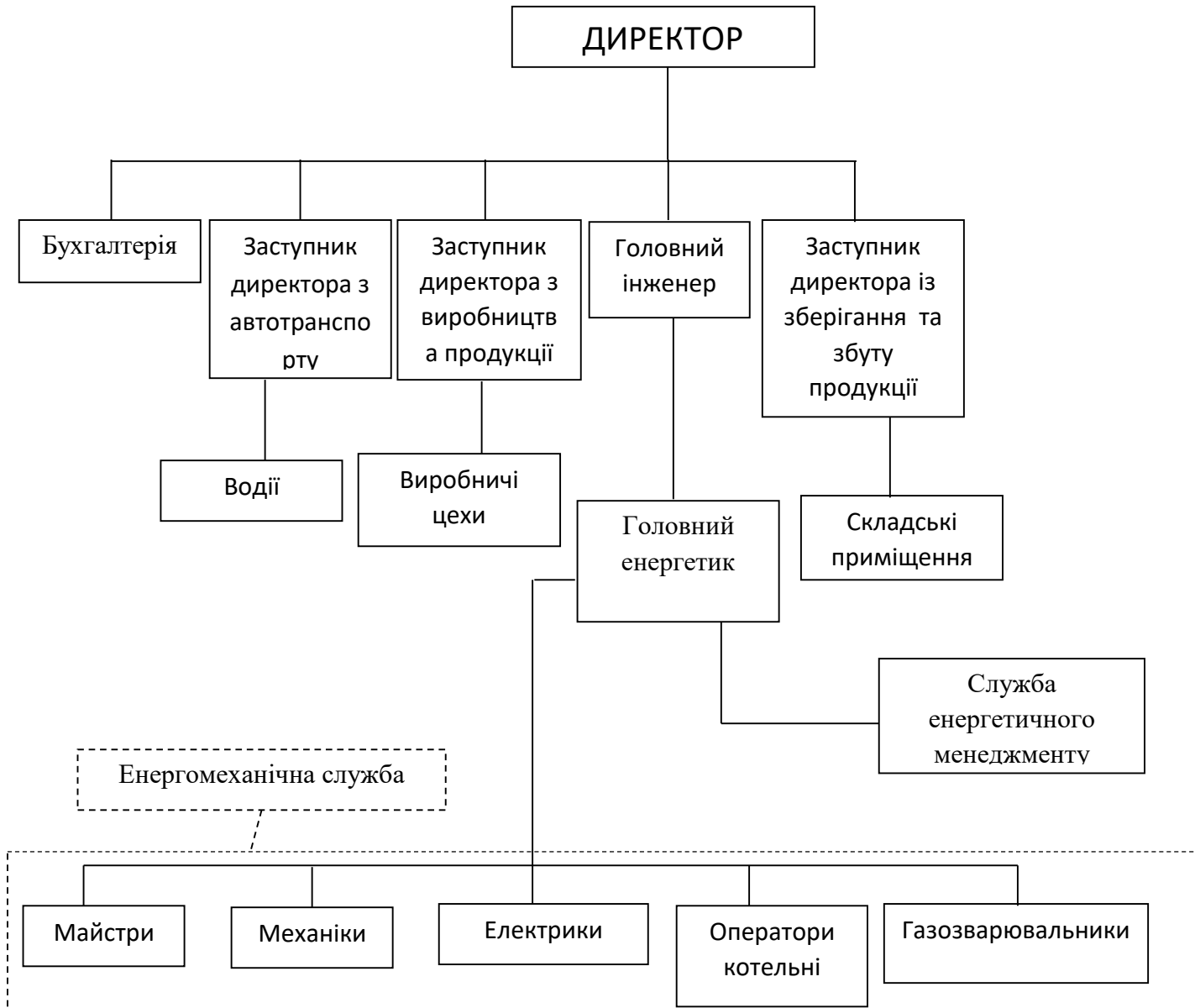


Рисунок Б.1 – Генплан підприємства

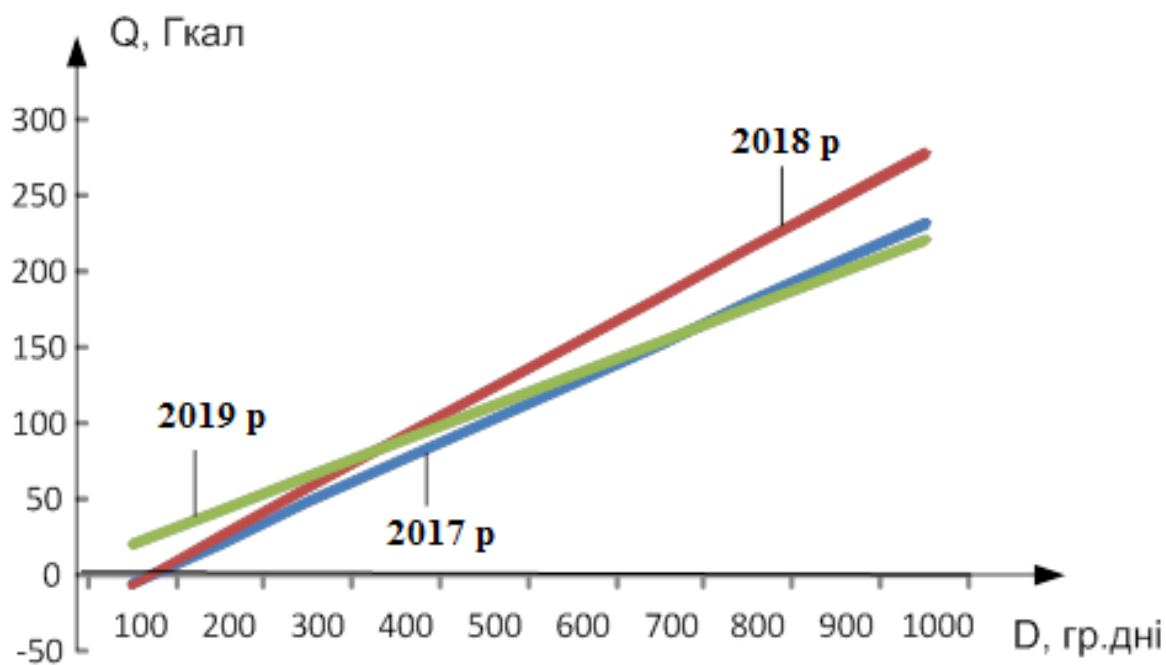


Додаток В  
Структура системи енергоменеджменту підприємства



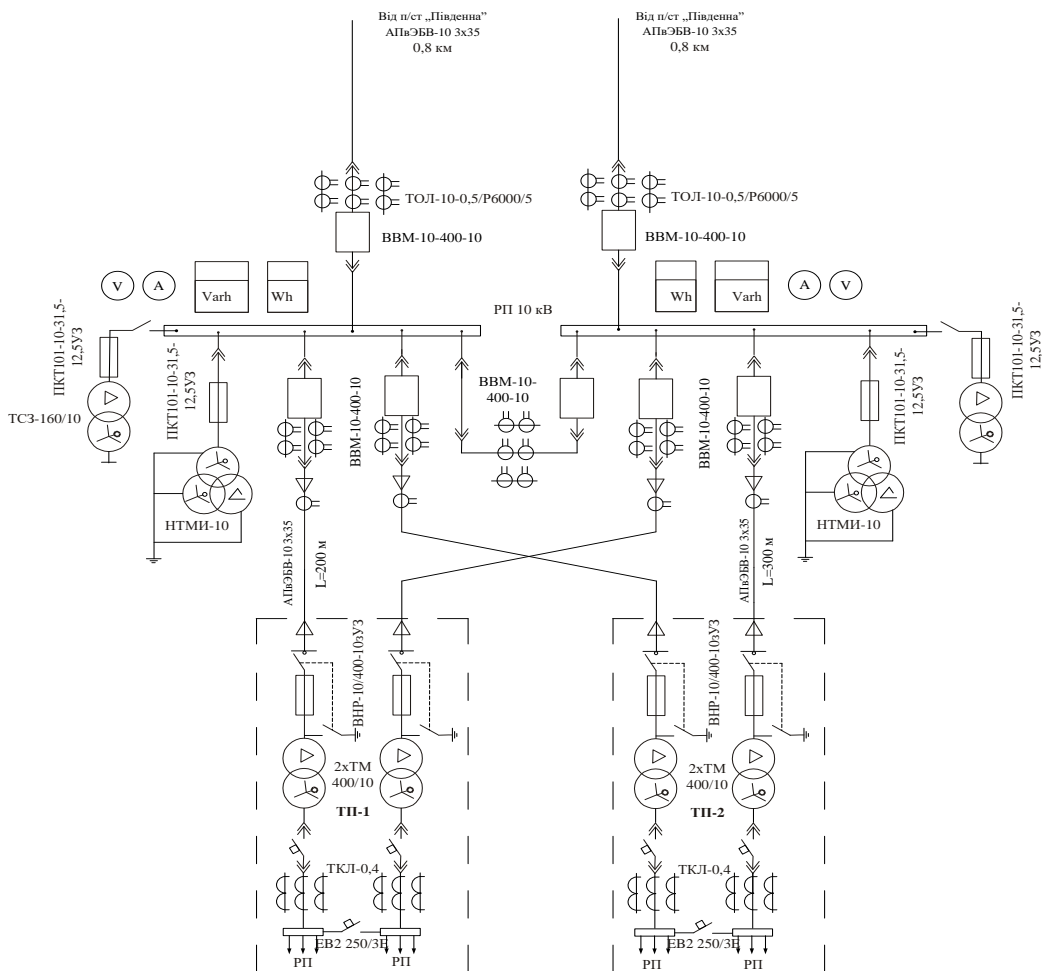
## Додаток Г

Регресійна залежність місячного обсягу спожитої теплової енергії від кількості градусоднів місяця



## Додаток Д

### Схема електропостачання підприємства



08-17.МКР.002.00.000				
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата
Розробив:	Ваценко Я.Ю.			
Перевірив:	Бабенко О. В.			
Рецензент:				
Норм.кон.	Войтюк Ю. П.			
Затверд.				
Схема електропостачання підприємства				
Літ.	Маса	Масштаб		
		1:500		
Аркуш 1		Аркушів 1		
ВНТУ гр. ЕМ-19м				