

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської кваліфікаційної роботи на тему:

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «НАУКОВО-ВИРОБОНИЧЕ
ПІДПРИЄМСТВО «ПРОМПРИЛАД», місто ВІННИЦЯ

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕМ-22М
Освітня програма "Енергетичний менеджмент"
(шифр і назва ОП)

Спеціальність 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Піддубний В.О.
(прізвище та ініціали)
Керівник Бабенко О.В.
(прізвище та ініціали)

« 11 » 11 2023 р.

Рецензент проф. к.а.р. ЕСС Рубаненко О.В.
(прізвище та ініціали)

« 11 » 11 2023 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й

« 8 » грудень 2023 р.

Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма – Енергетичний менеджмент

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

„19” вересня 2023 р

ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
Піддубному Володимирі Олександровичу

1. Тема роботи: Розробка системи енергетичного менеджменту Товариства з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Промприлад», місто Вінниця.

керівник роботи: Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц,
затверджені наказом по ВНТУ від « 18 » вересня 2023 року, № 247

2. Строк подання студентом роботи « 5 » грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: відомості про електроприймачі та електричні навантаження, планування підприємства, про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства. Результати досліджень ефективності використання енергоресурсів на підприємстві (Додаток Б).

Наукові публікації з питань компенсації реактивної потужності на промислових підприємствах.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Вступ.

РОЗДІЛ 1. РОЗДІЛ 1 СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТА

- 1.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження
- 1.2 Короткий опис технологічних процесів
- 1.3 Характеристики системи енерговикористання
- 1.4 Складання та аналіз ПЕБ підприємства

РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Положення про структурний відділ з енергоменеджменту ТОВ НВП «ПРОМПРИЛАД»

2.4 Контроль на основі трендових моделей

2.5 Висновки

РОЗДІЛ 3. РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКОГО АНАЛІЗУ

- 3.1 Аналіз попередньо отриманої інформації про об'єкт ЕА.
- 3.2 Отримання додаткової інформації про використання ПЕР на підприємстві
- 3.3 Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР
- 3.4 Складання та аналіз ПЕБ підприємства
- 3.5 Визначення питомих норм споживання ПЕР
- 3.6 Компенсація реактивної потужності на підприємстві
- 3.7 Перевірка ефективності системи інфрачервоного опалення приміщень підприємства

3.8 Модернізація системи освітлення

3.9 Висновки

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.4 Розрахунок собівартості електроенергії

4.5 Висновки

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Технічні рішення з безпечної організації робіт

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ



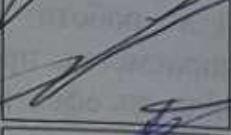



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

Матеріал, необхідний для висвітлення сутності проведених досліджень та впровадження розроблених методик

6. Консультанти розділів роботи

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


7. Дата видачі завдання « 1 » жовтня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Структура енерговикористання об'єкта | 10.10.2023 | |
| 2 | Створення системи енергоменджменту на підприємстві | 25.10.2023 | |
| 3 | Обґрунтування оптимальних рішень з використанням методів енергоаудиторського аналізу | 15.11.2023 | |
| 4 | Економічна частина магістерської кваліфікаційної роботи | 20.11.2023 | |
| 5 | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 30.11.2023 | |
| 6 | Написання пояснювальної записки | 05.12.2023 | |

Студент
Керівник магістерської
роботи

Рецензент


Піддубний В.О.


Бабенко О.В.

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

Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
 Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
 Освітня програма – Енергетичний менеджмент

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

„___” _____ 2023 р

ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
Піддубному Володимирі Олександровичу

1. Тема роботи: Розробка системи енергетичного менеджменту Товариства з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Промприлад», місто Вінниця.

керівник роботи: Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц,
 затверджені наказом по ВНТУ від « 18 » вересня 2023 року, № 247

2. Строк подання студентом роботи « 5 » грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: відомості про електроприймачі та електричні навантаження, планування підприємства, про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства. Результати досліджень ефективності використання енергоресурсів на підприємстві (Додаток Б).

Наукові публікації з питань компенсації реактивної потужності на промислових підприємствах.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Вступ.

РОЗДІЛ 1. РОЗДІЛ 1 СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТА

1.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження

1.2 Короткий опис технологічних процесів

1.3 Характеристики системи енерговикористання

1.4 Складання та аналіз ПЕБ підприємства

РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Положення про структурний відділ з енергоменеджменту ТОВ НВП
 “ПРОМПРИЛАД”

2.4 Контроль на основі трендових моделей

2.5 Висновки

**РОЗДІЛ 3. РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ З
 ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКОГО АНАЛІЗУ**

3.1 Аналіз попередньо отриманої інформації про об'єкт ЕА.

3.2 Отримання додаткової інформації про використання ПЕР на підприємстві

3.3 Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР

3.4. Складання та аналіз ПЕБ підприємства

3.5 Визначення питомих норм споживання ПЕР

3.6 Компенсація реактивної потужності на підприємстві

3.7 Перевірка ефективності системи інфрачервоного опалення приміщень підприємства

3.8 Модернізація системи освітлення

3.9 Висновки

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.4 Розрахунок собівартості електроенергії

4.5 Висновки

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Технічні рішення з безпечної організації робіт

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

Матеріал, необхідний для висвітлення сутності проведених досліджень та впровадження розроблених методик

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 1 » жовтня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Структура енерговикористання об'єкта | 10.10.2023 | |
| 2 | Створення системи енергоменджменту на підприємстві | 25.10.2023 | |
| 3 | Обґрунтування оптимальних рішень з використанням методів енергоаудиторського аналізу | 15.11.2023 | |
| 4 | Економічна частина магістерської кваліфікаційної роботи | 20.11.2023 | |
| 5 | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 30.11.2023 | |
| 6 | Написання пояснювальної записки | 05.12.2023 | |

Студент
Керівник магістерської
роботи

Рецензент

Піддубний В.О.

Бабенко О.В.

УДК 621.316

АНОТАЦІЯ

Піддубний Володимир Олександрович. Розробка системи енергетичного менеджменту товариства з обмеженою відповідальністю «науково-виробниче підприємство «ПРОМПРИЛАД», місто Вінниця

Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма – «Енергетичний менеджмент». – Вінниця, ВНТУ, 2023 – 106 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 23 назв; рис.: 22; табл. 26.

В магістерській дипломній роботі проведена розробка системи енергетичного менеджменту на підприємстві ,сформовані центри обліку електроенергії ,виконаний прогноз споживання електроенергії на підприємстві, побудовані регресійні залежності для контролю енергоефективності.

Були задіяні методи енергоаудиторського аналізу, за допомогою них була проведена така робота:

- Аналіз попередньо отриманої інформації про об'єкт ЕА
- Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР
- Визначення питомих норм споживання ПЕР

Розглянута система компенсації реактивної потужності, виконано аналіз, щодо встановлення інфрачервоного опалення, перевірено систему освітлення, та сформульовані висновки енергоаудиту.

Також враховані витрати, пов'язані з модернізацією освітлення, установкою інфрачервоних ламп для обігріву, а також витрати на встановлення компенсаторів реактивної потужності.

Ключові слова: Менеджмент, ПЕР, ЕА, ефективність, освітлення , система електропостачання, компенсація реактивної потужності.

Рисунків – 22

Таблиць – 26

Бібліографій – 23

ABSTRACT

Vladimir Oleksandrovych Piddubnyi. Development of an energy management system at the enterprise Limited Liability Company Scientific and Production Enterprise "Promprylad," Vinnytsia, VNTU, 2023 – 106 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 23 titles; Fig.: 22; table 26.

In the master's thesis, a development of an energy management system at the enterprise was carried out. Energy consumption centers were established, and electricity consumption forecasts were made at the enterprise. Regression dependencies were constructed for energy efficiency control. Energy audit analysis methods were employed, involving the following steps:

Analysis of previously obtained information about the energy audit object.

Construction and analysis of characteristics of reactive power consumption modes.

Compilation and analysis of the enterprise's reactive power balance.

Determination of specific norms of reactive power consumption.

The reactive power compensation system was considered, and an analysis was conducted for the installation of infrared heating. The lighting system was checked, and conclusions of the energy audit were formulated. Economic costs associated with lighting modernization, installation of infrared lamps for heating, and the installation of reactive power compensators were also taken into account.

The thesis applied modern design methodologies, proposed energy-saving measures, and predominantly utilized advanced equipment from both domestic and foreign production.

Keywords: Management, Reactive Power, Energy Audit, Efficiency, Lighting, Power Supply System, Reactive Power Compensation, Cost-effectiveness.

Figures – 22

Tables – 26

Bibliographies – 23

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 10 |
| РОЗДІЛ 1 СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ’ЄКТА..... | 12 |
| 1.1 Загальні відомості про об’єкт дослідження..... | 12 |
| 1.2 Короткий опис технологічних процесів..... | 14 |
| 1.3 Характеристики системи енерговикористання..... | 15 |
| 1.4 Складання та аналіз ПЕБ підприємства..... | 20 |
| РОЗДІЛ 2 СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ..... | 23 |
| 2.1 Положення про структурний відділ з енергоменеджменту ТОВ НВП “ПРОМПРИЛАД”..... | 23 |
| 2.2 Формування центрів обліку електроенергії на підприємстві..... | 30 |
| 2.3 Математичний аналіз контролю параметрів енергоефективності..... | 33 |
| 2.3.1 Розрахунок досліджуваних параметрів промислового підприємства та перевірка вибірки відповідності нормального закону розподілу..... | 33 |
| 2.3.2 Прогноз споживання електроенергії на підприємстві..... | 36 |
| 2.3.3 Побудова регресійної залежності для контролю енергоефективності..... | 40 |
| 2.4. Контроль на основі трендових моделей..... | 45 |
| 2.4.1 Розрахунок максимуму активного навантаження підприємства ТОВ НВП “ПРОМПРИЛАД” з використанням параметрів нормального розподілу максимальних навантажень..... | 45 |
| 2.4.2 Метод коефіцієнтів темпів росту (МКТР)..... | 50 |
| 2.4.3 Прогнозування на основі регресійних моделей за методом найменших квадратів..... | 51 |
| 2.5 Висновки..... | 53 |
| РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКОГО АНАЛІЗУ... .. | 54 |
| 3.1 Аналіз попередньо отриманої інформації про об’єкт ЕА..... | 54 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2 Отримання додаткової інформації про використання ПЕР на підприємстві..... | 60 |
| 3.3. Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР..... | 63 |
| 3.4. Складання та аналіз ПЕБ підприємства..... | 63 |
| 3.5 Визначення питомих норм споживання ПЕР..... | 66 |
| 3.6 Компенсація реактивної потужності на підприємстві..... | 67 |
| 3.7 Перевірка ефективності системи інфрачервоного опалення приміщень підприємства..... | 73 |
| 3.8 Модернізація системи освітлення..... | 75 |
| 3.9. Висновки..... | 80 |
| РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ..... | 82 |
| 4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи..... | 82 |
| 4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання..... | 84 |
| 4.3 Розрахунок поточних витрат..... | 85 |
| 4.4 Розрахунок собівартості електроенергії..... | 91 |
| 4.5 Висновки..... | 95 |
| РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 96 |
| 5.1 Технічні рішення з безпечної організації робіт..... | 96 |
| 5.1.1 Електробезпека | 96 |
| 5.1.2 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час виконання робіт з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками | 98 |
| 5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії | 100 |
| 5.2.1 Мікроклімат..... | 100 |
| 5.2.2 Склад повітря робочої зони..... | 101 |
| 5.2.3 Виробниче освітлення..... | 101 |
| 5.2.4 Виробничий шум..... | 102 |

| | |
|---|-----|
| 5.2.5 Виробничі вібрації..... | 103 |
| 5.2.6 Психофізіологічні фактори..... | 103 |
| 5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях..... | 103 |
| ВИСНОВКИ..... | 109 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 111 |
| Додатки..... | 114 |
| Додаток А – Технічне завдання..... | 115 |
| Додаток Б - Вихідні дані..... | 118 |
| Додаток В – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень..... | 122 |
| Додаток Г - Ілюстраційна частина..... | 123 |
| Додаток Д – Додатки до розділів..... | 136 |

ВСТУП

Енергетичний менеджмент, як галузь, набуває все більшої вагомості в контексті сталого розвитку та раціонального використання енергетичних ресурсів. З урахуванням постійного зростання світового попиту на енергію та зростаючого усвідомлення про енергоефективність, ефективне управління енергетичними ресурсами стає стратегічно важливим завданням для підприємств та організацій у всіх сферах діяльності.

Енергетичний менеджмент передбачає системний підхід до планування, впровадження та контролю заходів, спрямованих на оптимізацію споживання енергії, зменшення витрат, та підвищення загальної енергоефективності. Це охоплює не лише виробничі процеси, але й аспекти освітлення, опалення, систем вентиляції та кондиціонування повітря, що сприяє створенню комплексної стратегії зниження впливу на навколишнє середовище.

У контексті постійного зростання цін на енергію та зобов'язань виконання екологічних стандартів, енергетичний менеджмент стає ключовим інструментом для підприємств, спрямованим на досягнення економічної вигоди та екологічної відповідальності. У цьому контексті, наша дослідницька робота присвячена розробці та впровадженню системи енергетичного менеджменту на підприємстві, спрямованої на підвищення його конкурентоспроможності та створення сталого, енергоефективного середовища.

Об'єкт дослідження – процес використання енергетичних ресурсів на підприємстві «Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Промприлад».

Предмет дослідження: система енергетичного менеджменту на підприємстві.

Методи розрахунку: аналітичні методи розрахунку. Статистичні методи оброблення інформації. Метод найменших квадратів.

Практична цінність: результати дослідження можуть бути використані на ТОВ НВП «Промприлад» для поліпшення системи енергоспоживання підприємства, оптимізації всіх процесів які стосуються енерговикористання.

Наукова новизна: розроблено систему енергетичного менеджменту на підприємстві, яка дозволяє підвищити енергоефективність виробництва.

Апробація результатів магістерської випускної роботи. Зазначені в роботі результати доповідались на LIII Науково-технічній конференції факультету електроенергетики та електромеханіки, ВНТУ, (2023)[1]

РОЗДІЛ 1

СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТА

1.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження

1. ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" – являє собою науково-виробниче підприємство по розробці та виробництву таких вагів як: торгові, технічні, товарні.

2. Юридична адреса замовника та контактна інформація вул. Олега Антонова, 10, м. Вінниця, Вінницька обл., Україна, 21000, т. (0432272367)

3. Форма власності даного підприємства: підприємство має статус приватної власності.

4. Коротка історія створення і роботи підприємства

ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" було засноване 25 роки тому як товариство з обмеженою відповідальністю 25 листопада 1997 р. у м. Вінниці. Засновником даного підприємства являється Рябий Олег Павлович.

Повне найменування підприємства яке я проектую в даній дипломній роботі та проходжу переддипломну практику має : Товариство з обмеженою відповідальністю науково виробниче підприємство "ПРОМПРИЛАД". Воно знаходиться за адресою: 21000, Вінницька область, м. Вінниця, вул. Олега Антонова, будинок 19.

Це промислово-технічне підприємство, яке активно розвивається і користується високою репутацією не лише серед своїх клієнтів, а й серед конкурентів, завдяки високій якості своєї продукції. Початкова ідея створення цього підприємства виникла у групи інженерів-конструкторів радіоапаратури, які, об'єднавши високий науковий потенціал, багатий досвід і бажання працювати, почали спільний процес виробництва електронних вимірювальних приладів. Спочатку це були прототипи, але невдовзі виробництво стало масовим. На

сьогоднішній день структура НВП "Промприлад" включає декілька взаємопов'язаних підрозділів, які забезпечують високу якість продукції, неперервність виробництва, швидкі темпи та значні обсяги виробництва.

Товариство має широкі виробничі можливості та потужності, достатню площу цехів та відділів, що в сукупності дозволяє випускати великі обсяги виробів та їхню номенклатуру. Підприємство має у своєму арсеналі деякі сильні інструменти, переваги, які дозволили зайняти свою високу нішу серед виробників вагового обладнання України:

- Досить потужна виробнича база, зпроектована з найсучаснішим високотехнологічним та новітнім обладнанням.
- Безцінні види конструкторських та технічних розробок, високоякісні комплектуючі та електроніка.
- Має власна модельну низку електронних ваг, які в свою чергу відповідають вимогам державних стандартів України.

В штаті нашого підприємства працюють висококваліфіковані спеціалісти, більшість з яких мають вищу технічну освіту. Кадри постійно підвищують свою кваліфікацію через участь в навчаннях та курсах. Електронні ваги, вироблені на підприємстві "Промприлад", користуються стабільним попитом і завоювали повагу, довіру та визнання тисяч підприємств України. Підприємство на постійній основі працює над удосконаленням продукту та розширенням асортименту своєї продукції. У найближчих планах включається освоєння перспективного напрямку виробництва - високоточних вимірювальних приладів. З метою комфорту клієнтів та забезпечення неперервної роботи підприємств надаються послуги сервісного обслуговування. Сервісні центри нашої компанії розташовані практично в усіх областях України.

Система електропостачання. Для даної системи електропостачання йдуть лінії електропередач (повітряні і кабельні), має 2 двотрансформаторні і підстанції, які містять трансформатори потужністю 1000 кВА. Новітня система з компенсації реактивної потужності та детальний контроль за використанням встановленої

потужності відсутні. Відомості про електричні навантаження ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" . До споживачів електроенергії ТОВ НВП «Промприлад» прикріплені 9 об'єктів, до них входять виробничі та адміністративні будівлі. План розташування споруд підприємства зображено на рис. 1.1, а значення встановлених потужностей об'єктів електроспоживання підприємства наведено в додатках . Контактна інформація по підприємству вул. Олега Антонова, 10, м. Вінниця, Вінницька обл., Україна, 21000, т. (0432272367)

1.2 Короткий опис технологічних процесів

Основною продукцією підприємства є виготовлення приладів для вимірювання ваги від грамів до тон та аналізаторів об'єму. Це включає в себе електронні ваги різних типів - від торгових до високоспеціалізованих, таких як аналізатори об'єму газу в балоні. На момент 2022 року на підприємстві працює 60 співробітників.

Розглянемо детальніше процеси виробництва торговельних електронних вагів ,які містять основну частину виробництва.

Розроблення вагів має декілька частин:

1. Закупівля частин та матеріалів.

Основна кількість електронних компонентів замовляється у різних куточках світу за 1-2 місяці до початку виготовлення нової партії. Протягом цього часу вони встигають доставитися та готуватися до зборки та подальшого програмування.

Для виготовлення корпусу ми здійснюємо закупівлю різноманітних матеріалів як в Україні, так і за її межами. Серед них листи алюмінію, нержавіючої сталі, підкладки, гумові та резинові компоненти та інші.

2. Програмування та тестування електроніки.

У відділі розробок програмісти та фахівці з радіоінженерії компонують та програмують основні компоненти ваг: плати, процесори та перетворювачі аналогових величин в дискретні, щоб ваги могли виконувати свої функції. У випадку, якщо це продукт, який вже на етапі виробництва, процес програмування

займає невеликий час, оскільки програма вже готова для цього конкретного продукту і просто копіюється. Тоді основний час витрачається на збірку частин в корпусі.

3. Виготовлення корпусу є етапом, який виникає багато питань з техніки безпеки, оскільки цей процес включає в себе використання різноманітних верстатів та пристроїв.

- Процес переноски матеріалу зі складського приміщення до цехів ,а далі на сам верстат за допомогою крана-балки або в ручну.

- Матеріальна обробка, включаючи проходження листів сталі через різні верстати, вимагає особливої уваги та обережності. Наприклад, використання гільйотинних ножиць для різання сталі, листозгинального верстату для формування, а також сверлильного станка, фрезерного верстата і гідравлічного пресу, все це є необхідним для створення корпусу вагів.

4. Збір та тестування вагів

Електронні компоненти встановлюють у корпус, після чого проводять тестування в нормальному режимі та відповідно до різних стандартів якості. Після успішної перевірки встановлюється пломба, і виріб готовий до продажу.

1.3 Характеристики системи енерговикористання

Підприємство ТОВ НВП "Промприлад" має 9 цехів. Схема розташування цих цехів на території підприємства наведена у додатку Б1. До неї додається таблиця з відомостями про електричні навантаження підприємства у додатку Б2.

Також для детального проектування був обраний механічний цех №1, інформація про який наведена у додатку Б3. До цього додатка додається таблиця з електричними навантаженнями механічного цеху (див. додаток Б4).

Показники при аналізі найбільш завантажених змін, які в свою чергу виходять з параметрів задіяних вимірювальних приладів , показав наступний результат, що найбільші із середніх півгодинних активна та реактивна потужності підприємства складають, стільки: $P_{\max} = 1700$ кВт, $Q_{\max} = 1600$ квар.

В табл. 1.1 наведено опис основних електроприймачів об'єктів електроспоживання підприємства.

Таблиця 1.1 – Електроприймачі підприємства

| № | Найменування об'єкта | Найменування електроприймачів |
|------|----------------------------------|---|
| 1,2 | Механічний цех | Освітлення, холодильні установки, кран-балка, станки, верстати |
| 3 | Оброблювальний цех | Електроприводи, освітлення, станки, верстати |
| 4 | Складальний цех | Електроприводи, освітлення, станки, верстати |
| 5 | Лабораторне приміщення | Освітлення, сигналізація, побутова техніка, офісна техніка, |
| 6 | Адмінкорпус | Побутова техніка, офісна техніка, освітлення, електроплити, вентилятори. Освітлення, техн. установки, насоси, вентилятори, електроприводи |
| 7, 8 | Склад матеріалі Склад виробів | Побутова техніка, офісна техніка, освітлення, вентилятори, освітлення, кран-балка, електроприводи, техн. установки, насоси, вентилятори, |
| 9 | Транспортний цех | Освітлення, насоси |

Система тепlopостачання (опалення).

Система опалення складається з котельні, де використовуються газові котли для виробництва теплової енергії, призначеної для опалення виробничих приміщень. Тепло передається у приміщення за допомогою конвективного теплообміну через чавунні секційні радіатори опалення. Трубопроводи гарячого водopостачання виготовлені з ізольованих сталевих труб і призначені для експлуатації протягом 25 років.

Система освітлення.

Освітлювальна система для невиробничих приміщень відрізняється значною кількістю ламп накаливання. У промислових і складських приміщеннях застосовуються різні види ламп, такі як люмінесцентні, лампи накаливання та світлодіодні.

Система водопостачання.

Вода приходиться на підприємство шляхом від міської водопровідної мережі м. Вінниця. Облік води ведеться за допомогою лічильника COSMOS WPD DN 100.

Система постачання стисненого повітря.

Представлена 10 компресорними установками, потужністю від 15 до 30 кВт.

Система вентиляції, підігріву повітря та кондиціонування.

На підприємстві існує вентиляційні установки та кондиціонери загальною кількістю 25 шт., та потужністю від 1,5 до 15 кВт.

1. Режим роботи підприємства

Підприємство працює в одну зміну. Перша зміна з 8.00 до 17.00. Кількість робочих днів в рік – 250.

2. Номенклатура та об'єми виробництва продукції

Обсяги виробництва основної продукції наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Обсяги виробництва продукції

| Найменування продукції | Вартість, кількість | Обсяги виробництва | | |
|------------------------|---------------------|--------------------|---------|---------|
| | | 2019 р. | 2020 р. | 2021 р. |
| Ваги торгові | млн. грн. | 230 | 257 | 282 |
| | тонн | 1 725 | 1 834 | 1 837 |
| Ваги промислові | млн. грн. | 20 | 23 | 25 |
| | тонн | 30 | 35 | 34 |
| Інші типи | млн. грн. | 170 | 240 | 270 |
| | тонн | 1900 | 2679 | 2962 |

3. Фінансовий стан підприємства

ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" на 2023 рік не має заборгованості по зарплатам для робітників та за використанні енергоносії. Підприємство ретельно і активно працює над розширенням ринку збуту.

4. Кількість працівників

Середньоспискова чисельність працівників підприємства – 60 осіб.

5. Щорічне споживання ПЕР об'єктом та його структурними одиницями

На підприємстві використовуються вода, електроенергія та природний газ.

Дані про використання вказаних ПЕР подано в табл. 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3 – Загальне споживання енергоносіїв та їх вартість за даними на 2021 р.

| Енергоносій | Річне споживання | Річні витрати, грн. |
|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| Активна електроенергія | 2544185 кВт·год. | 10176740,00 |
| Реактивна електроенергія | 2449180 квар·год. | 1224590,00 |
| Природний газ | 209808 м ³ | 6168355,00 |
| Вода | 24980 м ³ | 377098,00 |

Таблиця 1.4 – Дані про щомісячне споживання електроенергії та природного газу підприємством за 2021 р.

| Місяць | Споживання активної електроенергії, кВт·год. | Споживання реактивної електроенергії, квар·год. | Споживання газу, м ³ |
|----------|--|---|---------------------------------|
| Січень | 268481 | 258456 | 18682 |
| Лютий | 268481 | 258456 | 19381 |
| Березень | 242912 | 233841 | 18111 |
| Квітень | 230127 | 221533 | 17321 |
| Травень | 153418 | 147689 | 16312 |

| | | | |
|----------|---------|---------|--------|
| Червень | 102278 | 98459 | 16442 |
| Липень | 115063 | 110766 | 15694 |
| Серпень | 140633 | 135381 | 15763 |
| Вересень | 242912 | 233841 | 16426 |
| Жовтень | 230127 | 221533 | 17414 |
| Листопад | 268481 | 258456 | 18278 |
| Грудень | 281266 | 270763 | 19984 |
| Разом | 2544185 | 2449180 | 209808 |

6. Розглянемо систему тарифів на використовувани енергоносії, підприємством, та на існуючі обмеження зі споживання енергії.

ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" сплачує за ресурс природного газу по ціні 7960 грн./1000 м³.

Тариф на водопостачання – 15,74 грн./м³, на водовідведення – 7,99 грн./м³.

Тариф на активну електроенергію складає 4 грн./кВт·год.

На підприємстві ведеться облік передачі реактивної електроенергії між енергопостачальною компанією та споживачем. Розрахунок вартості реактивної електроенергії проводиться відповідно до методології, яка визначає вартість передачі реактивної електроенергії між енергопостачальною компанією та споживачами.

7. Розглянемо і розробимо характеристика системи обліку та контролю енергоспоживання

Комерційний облік електроенергії на підприємстві реалізований за допомогою електронного багатофункціонального лічильника електричної енергії АСЕ 6000. Цей лічильник підключений через трансформатори напруги та струму до шин центрального розподільного пристрою підприємства з напругою 10 кВ. Подібні лічильники також встановлені на шинах РП високої напруги двох заводських трансформаторних підстанцій для забезпечення комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ).

Розглянемо технічні характеристики встановленого лічильника АСЕ 6000:

- Багатотарифні вимірювання активної та реактивної енергії та потужності;
- Вимірювання струму і напруги, частоти, $\cos \phi$ та інших величин;
- Висока точність і стабільність вимірювань;
- Багатофункціональний дисплей;
- Дистанційне або локальне зчитування даних, два комунікаційні порти, до 4 керуючих / імпульсних вводів / виводів;
- Захист від несанкціонованого доступу;
- Комунікаційний протокол DLMS / COSEM.
- Інформація про енергетичні аудити підприємства, що були проведені раніше

Енергетичні аудити на підприємстві раніше не проводились.

Замовник висловлює пропозицію виконавцеві розробити план дослідження, який потім буде поданий для обговорення та затвердження. З метою полегшення процесу обстеження підприємства замовник дає згоду на залучення всього персоналу відділу головного енергетика.

1.4 Складання та аналіз ПЕБ підприємства

Беручи за основу даних про споживання ПЕР на підприємстві за 2021 рік (див. табл. 1.9, 1.10) побудовано паливно-енергетичні баланси, що демонструють розподіл ПЕР по цехах і показують величину втрат.

На рис. 1.1 показано баланс електроенергії на підприємстві. З нього видно, що найпотужнішим є 1-й виробничий корпус, який варто дослідити більш детально на предмет винайдення можливостей енергозбереження. Можливо також дослідити 8-й цех.



Рисунок 1.1 – Баланс використання електроенергії на підприємстві

Таблиця 1.5 – Відомості про електричне навантаження заводу

| Відомості про електричні навантаження підприємства | | | | |
|--|------------------------|-----------------------|---------|-------|
| № на плані | Найменування цеху | Площа, м ² | Рн, кВт | % |
| 1 | Механічний цех №1 | 26638 | 350 | 23,57 |
| 2 | Механічний цех №2 | 9964 | 300 | 20,20 |
| 3 | Оброблювальний цех | 5133 | 250 | 16,84 |
| 4 | Складальний цех | 6314 | 150 | 10,10 |
| 5 | Лабораторне приміщення | 1437 | 130 | 8,75 |
| 6 | Адмінкорпус | 862 | 65 | 4,38 |
| 7 | Склад матеріалів | 2998 | 90 | 6,06 |
| 8 | Склад виробів | 2666 | 100 | 6,73 |
| 9 | Транспортний цех | 2263 | 50 | 3,37 |
| 1-9 | Всього | | 1485 | |

Відомості про електричні навантаження підприємства

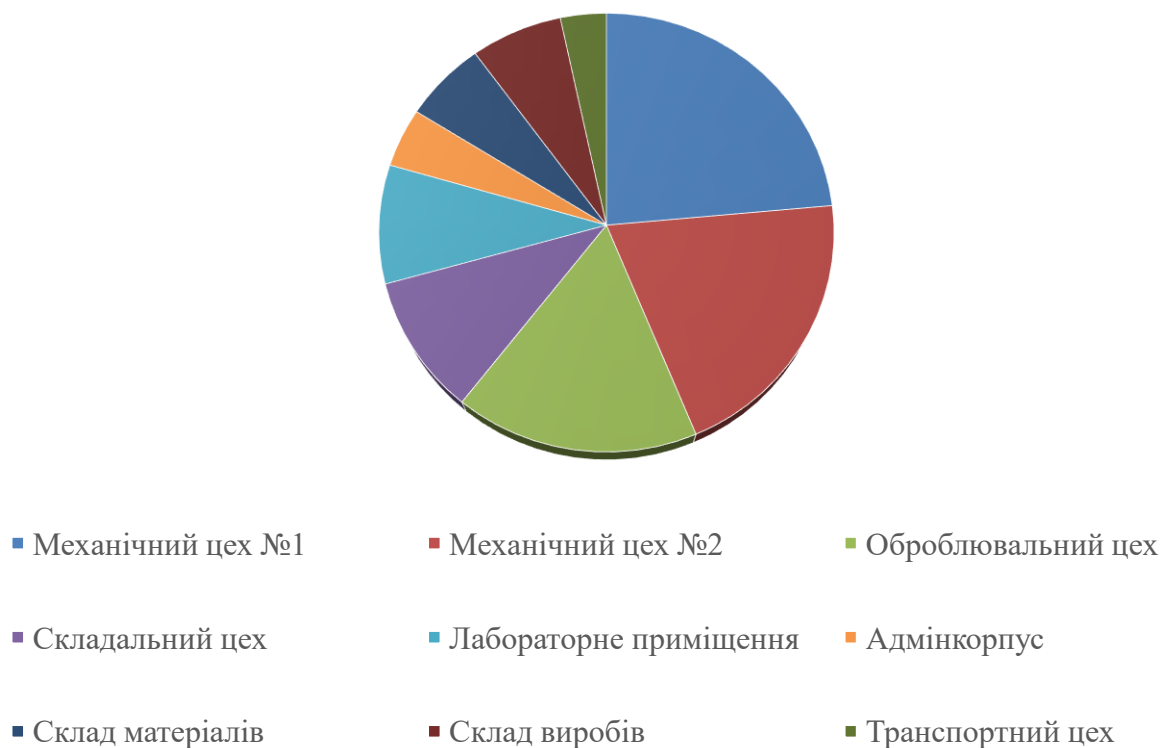


Рисунок 1.2 – Відомості про електричне навантаження заводу

Таблиця 1.6 – Відомості про електричне навантаження цеху

| Відомості про електричні навантаження механічно цеху №1 | | | | |
|---|-------------------------|--------|-------|---------|
| № на плані | Найменування | Рн,кВт | % | Загалом |
| 1,2,3 | Сверлильний станок | 6,3 | 6,06 | 18,9 |
| 4,5,6 | Фрезерний верстат | 8 | 7,69 | 24 |
| 7,8 | Прес гідравлічний | 8 | 5,13 | 16 |
| 9,10,11 | Зварювальний верстат | 25 | 24,05 | 75 |
| 12,13 | Термопластавтомат (125) | 20 | 12,82 | 40 |
| 14 | Термопластавтомат (250) | 45 | 14,43 | 45 |
| 15,16,17 | Шліфувальний верстат | 10 | 9,62 | 30 |
| 18,19 | Листозгинальний верстат | 12 | 7,69 | 24 |
| 20 | Гільйотинні ножиці | 24 | 7,69 | 24 |
| 21 | Кран балка | 15 | 4,81 | 15 |
| 1-21 | Всього | | | 311,9 |



Рисунок 1.3 – Відомості про електричне навантаження цеху

Висновки: у даному розділі ми розгляну основні відомості про підприємство, такі як електричні навантаження підприємства а також електроспоживання та джерела живлення підприємства. Також був представлений план підприємства, цехи, дані про щомісячне споживання та потужності підприємства. Ми розглянули електричне навантаження, кількість виготовленої продукції та скільки було використано електроенергії підприємством та безпосередньо робочого цеху.

Висновки: у даному розділі ми розгляну основні відомості про підприємство, такі як електричні навантаження підприємства а також електроспоживання та джерела живлення підприємства. Також був представлений план підприємства, цехи, дані про щомісячне споживання та потужності підприємства. Ми розглянули електричне навантаження, кількість виготовленої продукції та скільки було використано електроенергії підприємством та безпосередньо робочого цеху.

РОЗДІЛ 2

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Положення про структурний відділ з енергоменеджменту ТОВ НВП “ПРОМПРИЛАД”

1. Загальні положення з енергоменеджменту

1.1. Дана посадова інструкція визначає функції, обов'язки, права та особливу відповідальність фахівця з енергетичного менеджменту відділу головного енергетика підприємства.

1.2. Головний енергоменеджер підприємства належить до професійної групи «Фахівці».

1.3. Головний енергоменеджер призначається на посаду та звільняється з неї наказом генерального директора підприємства за поданням головного енергетика.

1.4. Головний енергоменеджер безпосередньо підпорядковується головному енергетику.

1.5. У своїй професійній діяльності головний енергоменеджер керується чинним законодавством України в галузі енергетики, відповідними внутрішніми документами підприємства, такими як статут, Положення про відділ головного енергетика, Правила внутрішнього трудового розпорядку, Положення про комерційну таємницю, а також дотримується наказів і розпоряджень керівництва підприємства, вказівок головного енергетика, відповідних інструкцій з охорони праці та цієї посадової інструкції.[2]

1.6. Головний енергоменеджер має основну відповідальність участі, в межах своєї компетенції, у розробці, вдосконаленні та впровадженні на практиці енергетичного менеджменту на підприємстві. Йому також

доручено організацію та виконання відповідних заходів у сфері енергетичного менеджменту.

1.7. Робочий простір головного енергоменеджера розташований у відділі головного енергетика підприємства і відповідає всім стандартам та нормам умов праці. Кабінет обладнаний сучасними засобами зв'язку та комунікацій, оснащений персональним комп'ютером, що підключений до локальної мережі та Інтернету. Також він обладнаний необхідною оргтехнікою, місцями для зберігання документів, включаючи сейф, і має бібліотеку спеціальної літератури з питань енергетичного менеджменту. В разі потреби може бути організовано тимчасове робоче місце на відповідних виробничих об'єктах підприємства.[2]

1.8. У випадку відсутності головного енергоменеджера на його робочому місці, будь-то через хворобу, відпустку, відрядження і т.д., виконання його обов'язків здійснюється в межах своєї компетенції іншим працівником відділу головного енергетика підприємства з відповідною кваліфікацією за вказівкою головного енергетика або головного енергоменеджера згідно з розпорядженням керівника підприємства.

1.9. Варто зазначити, що оригінал цієї посадової інструкції має зберігатись у відділі кадрів підприємства, в такому порядку 1-а копія – у головного енергетика, 2-а копія – у головного енергоменеджера.

1.10. У разі перерозподілу обов'язків між працівниками підприємства до цієї посадової інструкції за наказом генерального директора підприємства можуть бути внесені зміни або доповнення відповідно до чинного законодавства.

2. Завдання та обов'язки

Головний енергоменеджер виконує такі функціональні завдання та обов'язки:

2.1. Виконує роботи на усіх напрямках діяльності підприємства (чи його структурного підрозділу) з організації ефективного використання енергії.

2.2. У рамках наданих повноважень забезпечує своєчасне виконання аналітичних-розрахункових, контрольних, веде облікові операції по питанням енергоспоживання та енергозбереження певного підприємства або окремого структурного підрозділу.

2.3. Готує інформаційні матеріали для проведення аналізу, оцінки та контролю енергоефективності виробництва, розроблення відповідних проектів нормативних та організаційно-методичних документів.

2.4. У межах наданих повноважень бере участь у проведенні досліджень енерго-екологічних проблем, моніторингу викидів шкідливих речовин та парникових газів, формує звіти, веде відповідну облікову та довідкову документацію.

2.5. Виконує основні операції щодо складання карти енергоспоживання підприємства, балансів енергії тощо.

2.6. У межах наданих повноважень бере участь у проведенні обстеження (енергоаудиту) систем енергопостачання і енергоспоживання підприємства.

2.7. Здійснює збирання, накопичення, оброблення, відповідний аналіз та загальну оцінку інформації з питань енергоспоживання та енергозбереження.

2.8. Бере участь у підготовці проектів перспективних, поточних та оперативних планів підприємства у напрямку енергоспоживання та енергозбереження.

2.9. Виконує проектування, конструювання, розрахунки щодо створення і впровадження у виробництво енергозберігаючих технологій і устаткування, екологічно чистих джерел енергії тощо.

2.10. Розробляє та веде проектно-конструкторську та іншу технічну документацію.

2.11. Готує документи для укладення договорів (контрактів) з партнерами у межах наданих повноважень, організовує роботу щодо їх виконання.

2.12. Бере участь у проведенні рекламних, пропагандистських заходів з питань енергозбереження.

2.13. Вносить пропозиції керівництву щодо вдосконалення роботи підприємства з проблем енергозбереження.

2.14. Застосовує, впроваджує і обслуговує технології з питань енергоспоживання та енергозбереження та відповідні комп'ютерні програми

2.15. Бере участь у розробці, впровадженні та функціонуванні за напрямком своєї роботи системи управління якістю на підприємстві

2.16. У встановленому порядку підвищує свою професійну кваліфікацію.

2.17. Дотримується під час роботи правил і норм охорони праці, пожежної безпеки, охорони навколишнього середовища.

3. Права

Для виконання своїх функцій головний енергоменеджер має право:

3.1. На належні умови своєї професійної діяльності

3.2. Вносити пропозиції головному енергетику, а також у межах компетенції іншим керівникам підприємства з питань підвищення ефективності діяльності за своїм напрямом роботи.

3.3. Отримувати від структурних підрозділів підприємства доречні матеріали та інформацію, необхідну для виконання своїх посадових обов'язків.

3.4. Брати участь у вирішенні доречних питань на підприємстві та у відділі головного енергетика (відповідних виробничих ділянках, цехах) у відповідності до своєї компетенції.

3.5. Ознайомлюватися із всіма документами, які визначають його права та обов'язки, критерії оцінювання якості виконання ним своїх посадових обов'язків.

3.6. У межах компетенції за дорученням представляти інтереси підприємства перед сторонніми підприємствами, установами,

організаціями, взаємодіяти з їх представниками, вести з ними переговори та ділове листування з відповідних питань, що пов'язані з виконанням своїх посадових обов'язків.

3.7. Підписувати та візувати документи у межах своєї компетенції.

4. Відповідальність

Головний енергоменеджер несе відповідальність за:

4.1. Неналежне виконання вимог організаційно-розпорядчих документів підприємства, що стосуються його напрямку діяльності.

4.2. Невиконання або неналежне виконання своїх посадових обов'язків згідно з цією посадовою інструкцією.

4.3. Перевищення своїх повноважень, визначених цією посадовою інструкцією та іншими відповідними документами підприємства.

4.4. Вчинення матеріальних збитків підприємству з власної провини у межах, встановлених чинним законодавством України.

4.5. Недотримання правил і норм охорони праці, пожежної безпеки, охорони навколишнього середовища.

4.6. Недотримання вимог (процесів, процедур, протоколів, стандартів) чинної на підприємстві системи управління якістю.

4.7. Оцінювання роботи головного енергоменеджера здійснює головний енергетик. Основними показниками при оцінюванні роботи головного енергоменеджера є своєчасність ,а також обсяг виконання ним своїх посадових обов'язків перед підприємством, дотримання усіх вимог організаційно-розпорядчих правил підприємства, що стосуються його напрямків діяльності, вимог чинної на підприємстві системи управління якістю.

5. Повинен знати

Головний енергоменеджер повинен знати:

5.1. Законодавство України, стандарти, постанови, розпорядження, накази, методичні та нормативні матеріали з екоенергетичних питань, енергоефективності та енергозбереження;

5.2. Правила та порядок виконання технічних розрахунків та обчислювальних робіт.

5.3. Технічні засоби отримання, оброблення та передавання інформації.

5.4. Форми обліку та звітності, порядок їх ведення.

5.5. Основи професійної етики.

5.6. Основи технології виробництва продукції підприємства.

5.7. Правила укладання договорів із сторонніми організаціями.

5.8. Основи планування та нормування енергетичних ресурсів.

5.9. Основи складання балансів енергії, маркування обладнання.

5.10. Основи економіки, маркетингу, менеджменту, фінансів.

5.11. Ринкові методи господарювання.

5.12. Настанови, процеси, вимоги, документацію чинної на підприємстві системи управління якістю за напрямком своєї діяльності.[3]

5.13. Методи обробки інформації з використанням сучасних технічних засобів комунікацій і зв'язку, комп'ютерів, відповідні прикладні програмні засоби;

5.14. Правила і норми охорони праці, пожежної безпеки, охорони навколишнього середовища.

6. Кваліфікаційні вимоги

6.1. Головний енергоменеджер підприємства повинен мати перший (бакалаврський) рівень вищої освіти зі спеціальності «енергетичний менеджмент» або іншої спорідненої спеціальності (енергетика, електротехніка або електромеханіка) та підвищення кваліфікації. Стаж роботи за професією фахівця з енергетичного менеджменту II категорії – не менше 1 року.[4]

7. Взаємовідносини (зв'язки) за посадою

Для виконання обов'язків та реалізації своїх прав головний енергоменеджер взаємодіє із:

7.1. іншими працівниками відділу головного енергетика з питань, що пов'язані з виконанням своїх посадових обов'язків, надання та отримання відповідної інформації (матеріалів, документів тощо);

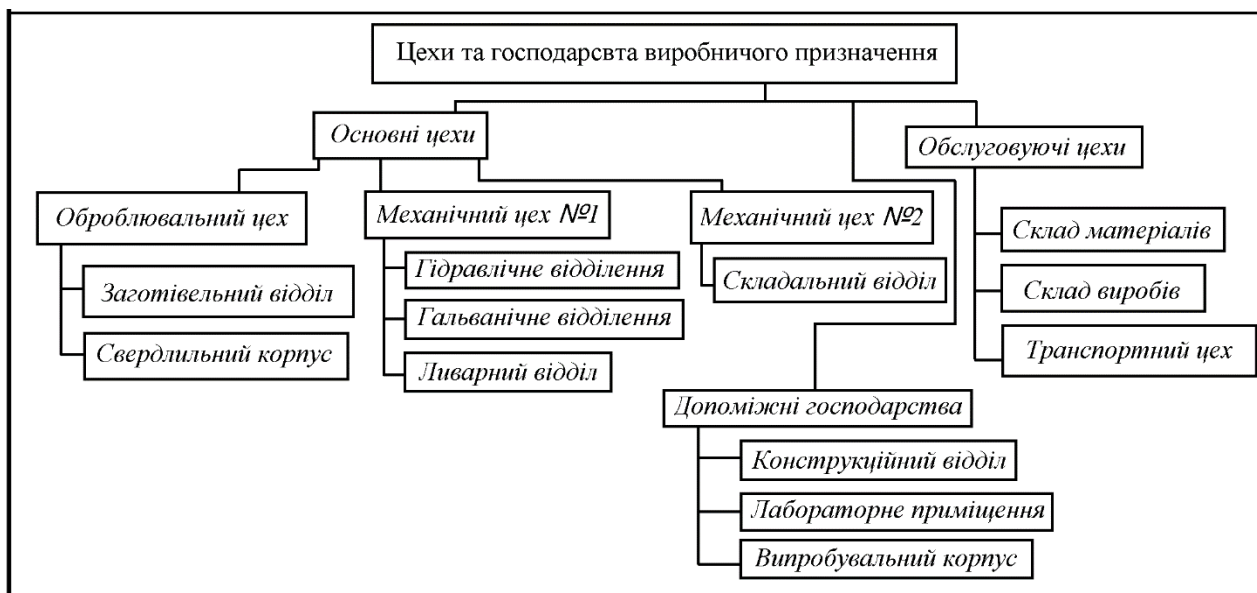
7.2. представниками інших функціональних структурних підрозділів підприємства з питань отримання/надання відповідної інформації, матеріалів, документів, засобів тощо;

7.3. Відповідними працівниками виробничих структурних підрозділів підприємства з питань отримання/надання відповідної інформації (матеріалів, документів тощо);

7.4. Представники інших підприємств, установ та організацій можуть брати участь у вирішенні питань, які лежать у межах компетенції та представляють спільний інтерес для вказаних організацій та підприємства, або є пов'язаними з повноваженнями зазначених сторонніх організацій у відповідних сферах.

Виробнича та організаційна структура підприємства подана на рис.2.1.

Організаційна структура підприємства



Виробнича структура підприємства

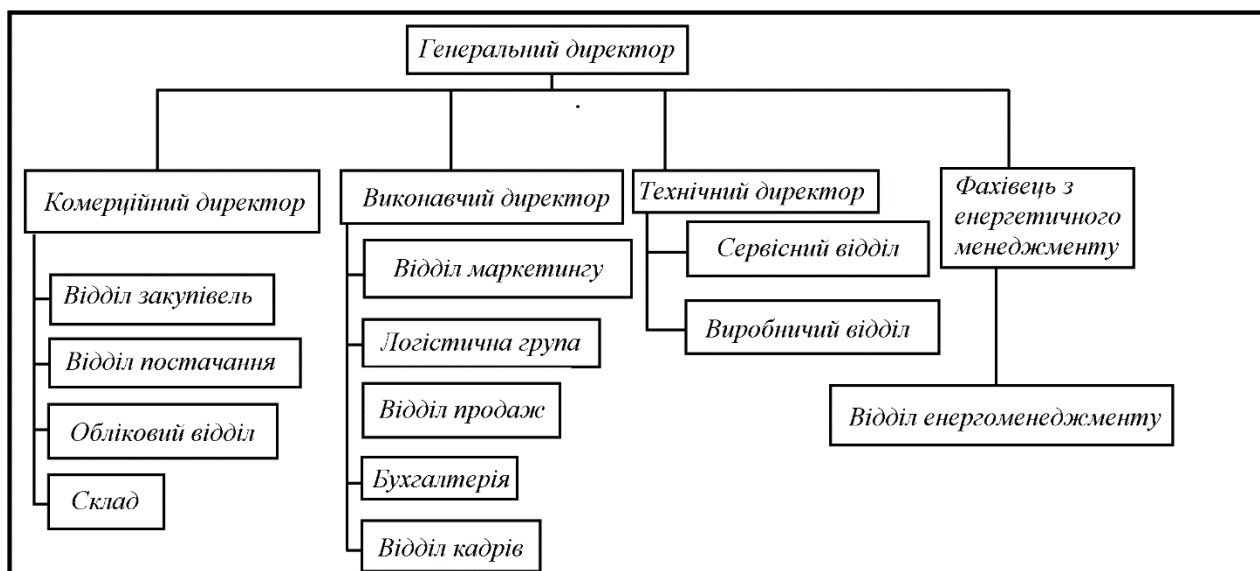


Рисунок 2.1 – Виробнича та організаційна структура підприємства

Схема функціонування системи енергоменеджменту подана на рис. 2.2.

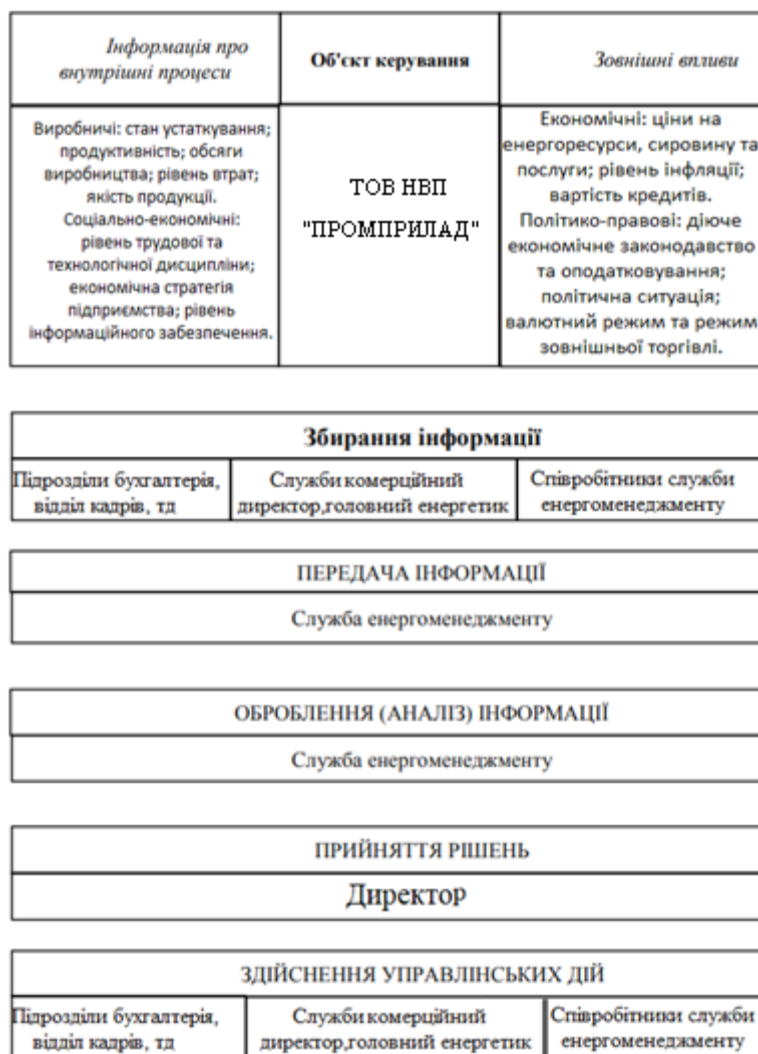


Рисунок 2.2 – Схема функціонування системи енергоменеджменту

2.2 Формування центрів обліку електроенергії на підприємстві

Ключовим кроком у впровадженні систем енергоменеджменту є визначення центрів обліку енергії (ЦОЕ). Оскільки ЦОЕ становить об'єкт управління, належить приділити увагу процедурам його формування, дотримуючись низки критеріїв, які повинні бути враховані. Ці критерії включають:

- має велику вагу енергоспоживання ресурсів структурним підрозділом підприємства, на основі якого створюють ЦОЕ;
- облік всієї спожитої ЦОЕ енергії;
- призначення певної особи, яка буде відповідати критеріям ефективності енергоспоживання ЦОЕ.

В межах промислового підприємства Центр обліку енергії (ЦОЕ) повинен брати під контроль значну частину споживаної енергії підприємством. Це досягається шляхом створення ЦОЕ на основі енергоємних приймачів. Таким чином, при обмеженій кількості ЦОЕ можна здійснювати контроль за значною часткою енергії. Важливо, щоб результати роботи ЦОЕ були легко піддаються контролю. Це надасть можливість аналізу та вдосконалення енергоефективності діяльності підрозділу.[4]

Ефективний приклад виділення окремого ЦОЕ полягає в його формуванні на базі технологічної лінії з контрольованою кількістю виробленої продукції протягом певних проміжків часу. Таким чином, з'являється можливість порівняти витрати енергії з обсягом виготовленої продукції, що дозволяє визначити енергоефективність процесу.

Як визначити найбільш енергоємних споживачів? Для цього слід провести аналіз річних енергобалансів підприємства, де загальні витрати енергії розподіляються між різними відділами та приймачами енергії. У випадку відсутності таких енергобалансів можна використати паспортні дані основного (енергоємного) обладнання для докладного аналізу. Розташування

цього обладнання на території підприємства надасть нам інформацію щодо можливого розміщення Центрів обліку енергії (ЦОЕ).

Наступна вимога до Центрів обліку енергії (ЦОЕ) полягає у необхідності точного обліку всієї енергії, яку використовує сам центр. Це впливає з повної відповідальності керівництва ЦОЕ за обсяги споживаної енергії, включаючи різні види енергії та палива. Детальний облік обсягів енергоспоживання в ЦОЕ є необхідним для впровадження повної відповідальності за рівень енерговитрат. Щоб визначити локалізацію обліку енергоспоживання ЦОЕ, потрібно провести докладний аналіз існуючих систем розподілу енергії на підприємстві. Це охоплює розподільні системи електроенергії, газу, води, пари та інших ресурсів. У випадку, якщо структура розподільної системи передбачає енергопостачання кількох ЦОЕ, необхідно встановити лічильники для кожного з них.

Отже, у зв'язку з цим процес створення Центрів обліку енергії (ЦОЕ) зазвичай включає встановлення додаткових лічильників, а аналіз існуючих розподільних систем дозволяє визначити конкретні точки для їх розміщення.[5]

При формуванні Центрів обліку енергії (ЦОЕ) важливо визначити відповідальних співробітників, які особисто керуватимуть використанням енергії. Це передбачає аналіз існуючих систем управління підприємством з цього погляду. Завданням є визначення цих посадовців та вивчення можливостей створення структури ЦОЕ, враховуючи встановлені принципи. Часто при створенні ЦОЕ виникає проблема, коли структурний підрозділ підприємства, на основі якого можливе створення ЦОЕ, підпорядкований різним керівникам.[5] Крім того, для вирішення цих завдань важливо залучити інші відділи, використовуючи різні інструменти матеріального стимулювання персоналу.

Оптимальним підходом до визначення Центрів обліку енергії (ЦОЕ) є наявність у структурі управління підприємством посадовців, які мають відповідальність за роботу конкретних виробничих ділянок та устаткування. Ці посадовці визначають витрати енергії, охоплюючи такі аспекти, як вентиляція,

кондиціювання, компресорні установки та інші, враховуючи наведені енергобаланси. Організаційна структура управління підприємством будується на територіально-виробничому принципі. Суть цього підходу полягає в розчленуванні всього процесу виробництва на територіальні, об'ємні та функціональні підрозділи, кожен з яких має відносну самостійність. Відповідальність за виконання всіх управлінських функцій в кожному підрозділі покладається на його керівника[6]. Ефективність управління об'єктами може бути забезпечена за умови правильного формування виробничих підрозділів.

На практиці найбільш чітко визначений розподіл відбувся при формуванні ділянок видобутку вугілля. Зазвичай ці ділянки створюються на основі однієї або двох активних шахт (які розташовані на невеликій відстані одна від одної). Відповідальність за функціонування лежить на керівниках ділянок видобутку. Таким чином, логічним є впровадження Центрів обліку енергії (ЦОЕ) саме тут, що дозволить ефективно контролювати витрати енергії на кожній ділянці та управляти цим процесом.

| № | ЦОЕ | МІСЦЕ ВСТАНОВЛЕННЯ ЛІЧИЛЬНИКА | Р _н , кВт | ВІДПОВІДАЛЬНИЙ ЗА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ | Р, % | А, грн/кВт | t, год | С |
|----------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|---|------|------------|---------|----------|
| 1,2,3 | Сверильний станок | РП1(ЦОЕ1) | 6,3 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 3066 | 367,92 |
| 4,5,6 | Фрезерний верстат | РП1(ЦОЕ2) | 8 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 1927,2 | 231,264 |
| 7,8 | Прес гідравлічний | РП1(ЦОЕ3) | 8 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 3241,2 | 388,944 |
| 9,10,11 | Зварювальний верстат | РП1(ЦОЕ4) | 25 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 3083,52 | 370,0224 |
| 12,13 | Термопластавтомат (125) | РП1(ЦОЕ5) | 20 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 1489,2 | 178,704 |
| 14 | Термопластавтомат (250) | РП2(ЦОЕ6) | 45 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 2540,4 | 304,848 |
| 15,16,17 | Шліфувальний верстат | РП2(ЦОЕ7) | 10 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 3258,72 | 391,0464 |
| 18,19 | Листозгинальний верстат | РП2(ЦОЕ8) | 12 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 2759,4 | 331,128 |
| 20 | Гльйотинні ножиці | РП2(ЦОЕ9) | 24 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 2995,92 | 359,5104 |
| 21 | Кран балка | РП2(ЦОЕ10) | 15 | Нач ділянки з рем. стаціонарного обладнання | 3 | 4,00 | 2479,08 | 297,4896 |
| 1 - 21 | | Всього | | | | | 26840,6 | 3220,877 |

Рисунок 2.3 – Дані про споживачів та встановлені ЦОЕ

Висновки

Запропоновано створення системи енергоменеджменту для моніторингу показників енергоефективності. Розроблено положення про структурний відділ енергоменеджменту в ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД". Подано інформацію про виробничу та організаційну структуру підприємства, а також наведено схему

функціонування системи енергоменеджменту. Створено центри обліку електроенергії на підприємстві. Виділені в рамках промислового підприємства Центри обліку енергії (ЦОЕ) призначені для контролю над значною частиною енергоспоживання підприємства, і це досягається шляхом створення ЦОЕ на базі енергоємних приймачів. Таким чином, при невеликій кількості ЦОЕ відбувається ефективний контроль значної частини енергії, що дозволяє проводити аналіз та вдосконалювати показники енергоефективності роботи підприємства. Також розроблена посадова інструкція головного енергоменеджера ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД".

2.3 Математичний аналіз контролю параметрів енергоефективності

2.3.1 Розрахунок досліджуваних параметрів промислового підприємства та перевірка вибірки відповідності нормального закону розподілу

Виконання розрахунку досліджуваних параметрів промислового підприємства полягає у знаходженні:

- це середнього арифметичного;
- являє дисперсії, стандартного відхилення вибірки;
- це коефіцієнта варіації;
- представляє асиметрії та ексцесу;
- початкових та центральних моментів.

Мода – це значення, яке дуже часто трапляється серед вибірки емпіричних даних.

Медіана – значення, яке припадає на середину упорядкованої послідовності емпіричних даних.

Середнє арифметичне – числове значення суми усіх членів вибірки, поділених на їх кількість.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

Дисперсію вибірки можна обчислити за наступною формулою:

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad (2.2)$$

Середньоквадратичне відхилення є нічим іншим, як квадратним коренем з дисперсії, визначається за формулою:

$$S_x = \sqrt{S_x^2} \quad (2.3)$$

Для визначення можливості використання методів математичної статистики аналізують гіпотези про нормальний розподіл ймовірностей отриманих значень. Перевірку можна провести за допомогою критеріїв, таких як Колмогорова, χ^2 , ω^2 , або за допомогою значень параметрів асиметрії та ексцесу [7]. У практиці, найчастіше використовуються останні підходи. Асиметрія характеризує ступінь несиметричності розподілу відносно його середнього.

Відповідно ексцес характеризує відносну величину опуклості або зглаженість розподілу даної вибірки порівняно з нормальним розподілом.

Асиметрія застосовується для характеристики асиметричності кривої розподілу й обчислюється за такою формулою:

$$S_k = \frac{\mu_3}{\sigma^3}. \quad (2.4)$$

Застосуємо ексцес для характеризування кривої розподілу з гострими або тупими вершинами який обчислюється так:

$$E_x = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 \quad (2.5)$$

Оцінка асиметрії та ексцесу проводиться за методом моментів такою формулою:

$$\tilde{S}_k = \frac{m_3}{s^3}; \quad \tilde{E}_x = \frac{m_4}{s^4} - 3, \quad (2.8)$$

де m_3 та m_4 – це наші вибіркові центральні моменти 3- та 4-го порядків; s^3 , s^4 – також оцінки середнього квадратичного певного відхилення 3- та 4-го ступенів.

$$m_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^3; \quad m_4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^4; \quad (2.9)$$

$$s^3 = \left(\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2} \right)^3; \quad s^4 = \left(\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2} \right)^4. \quad (2.10)$$

Для розподілів оцінок \tilde{S}_k та \tilde{E}_x створені таблиці, в яких наведені критичні значення $S_{k\alpha}$ та $E_{x\alpha}^-$, $E_{x\alpha}^+$ для $\alpha = 0,01; 0,05$. Гіпотеза нормальності відкидається, якщо

$$\left| \tilde{S}_k \right| > \left| S_{k\alpha} \right|; \quad \tilde{E}_x < E_{x\alpha}^- \quad \text{або} \quad \tilde{E}_x > E_{x\alpha}^+;$$

при цьому застосовується той самий факт, що і для нормального закону розподілу, а саме:

$$M \left[\tilde{S}_k \right] = 0; \quad M \left[\tilde{E}_x \right] = 0 \quad (2.11)$$

Розрахунок досліджуваних параметрів промислового підприємства показано на рис. 2.4. В результаті розрахунків було доведено, що гіпотеза про нормальний закон розподілу значень електроспоживання приймається, що свідчить про правомірність застосування методів математичної статистики.

| СІЧЕНЬ | | Нормальний закон розподілу | | m3 | m4 |
|------------------|-------------|----------------------------|--------|-------------------------------------|--|
| ЧИСЛО | споживання | | 0,52 | | |
| 1 | 135500 | | | 24470477,66 | 7104332224,17 |
| 2 | 135300 | | | 368433,42 | 33277857,24 |
| 3 | 135100 | | | -439774,88 | 48233373,51 |
| 4 | 134900 | | | -7424524,19 | 2299207489,60 |
| 5 | 134700 | | | -26479889,90 | 13496201948,85 |
| 6 | 134500 | | | -59570563,82 | 42275883999,03 |
| 7 | 134300 | | | -107538556,71 | 97825396746,34 |
| 8 | 134100 | | | -170804873,96 | 189538311743,87 |
| 9 | 133900 | | | -249603407,44 | 326899946521,11 |
| 10 | 133700 | | | -344074492,30 | 519441491595,76 |
| 11 | 133500 | | | -454307432,69 | 776719159115,46 |
| 12 | 132700 | | | -1317262909,38 | 3305904979024,17 |
| 13 | 131700 | | | -3325509955,25 | 11671467197789,10 |
| 14 | 130700 | | | -6551012031,44 | 29542951032098,40 |
| 15 | 129700 | | | -11150318131,87 | 61434656029811,00 |
| 16 | 131700 | | | -2701976838,64 | 9483067098203,61 |
| 17 | 135700 | | | 6934206,34 | 3399997949,03 |
| 18 | 139700 | | | 5029908898,66 | 22585913506243,80 |
| 19 | 133700 | | | -181091838,05 | 273390258734,61 |
| 20 | 137700 | | | 772212493,71 | 1923058210132,71 |
| 21 | 131700 | | | -2058649019,92 | 7225193979583,70 |
| 22 | 135700 | | | 5358250,36 | 2627271142,43 |
| 23 | 139700 | | | 3936450442,43 | 17675932309234,30 |
| 24 | 133700 | | | -143364371,79 | 216433954831,57 |
| 25 | 137700 | | | 617769994,96 | 1538446568106,17 |
| 26 | 131700 | | | -1662754977,63 | 5835733598894,53 |
| 27 | 135700 | | | 4365981,77 | 2140739449,39 |
| 28 | 159700 | | | 524596616773,04 | 12847540369486900,00 |
| 29 | 133700 | | | -118646376,65 | 179117755722,68 |
| 30 | 137700 | | | 514808329,14 | 1282038806755,14 |
| 31 | 131700 | | | -1394568690,91 | 4894486244234,12 |
| Всього | 4191500,00 | | всього | 503483865624,09 | 13028592010467400,00 |
| Сер.знач | 135209,68 | | | S3 | S4 |
| Мода | 131700,00 | | | 73944058997126700000000000000000,00 | 299824107337503000000000000000000000000000000000000,00 |
| Медіана | 134300,00 | | | Sk | Ek |
| Дисперсія | 25638293,44 | | | 0,00 | -3,00 |
| Станд.Відхилення | 5063,43 | | | Нормальний закон розподілу вірний | |
| Асиметрія | 3,76 | | | | |
| Екссес | 17,73 | | | | |

Рисунок 2.4 – Розрахунок досліджуваних параметрів промислового підприємства

2.3.2 Прогноз споживання електроенергії на підприємстві

Основна мета прогнозів полягає в забезпеченні енергоменеджера необхідними даними для прийняття своєчасних рішень, спрямованих на необхідні корекції у функціонуванні енергетичної системи підприємства у разі потреби. Наприклад, якщо на початку місяця, враховуючи прогноз, можна передбачити можливе перевищення споживання електроенергії, своєчасне втручання у відповідні процеси дозволить вирішити виниклі труднощі.

Методи прогнозування базуються на екстраполяції – отриманні уявлень про майбутнє на основі інформації, що стосується минулого і сьогодення.

Існує велика кількість прогнозуючих функцій. Розглянемо декілька з них.

1. Лінійна яка не залежна від часу

$$y_t^{np} = a, \quad (2.12)$$

$$\text{де } a = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n}.$$

2. Лінійна звичайна функція

$$y_t^{np} = a + t \cdot b, \quad (2.13)$$

$$\text{де } a = \frac{2(2n+1)\sum_{t=1}^n y_t - 6\sum_{t=1}^n y_t t}{n(n-1)}, \quad b = \frac{2\sum_{t=1}^n y_t t - (n+1)\sum_{t=1}^n y_t}{n(n-1)}.$$

3. Періодична функція

$$y_t^{np} = a + b \cos \frac{2\pi}{n} t + c \sin \frac{2\pi}{n} t, \quad (2.14)$$

$$\text{де } a = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n}, \quad b = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \cos \frac{2\pi}{n} t, \quad c = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n y_t \sin \frac{2\pi}{n} t.$$

Обираємо найкращою функцію за критерієм мінімуму стандартного відхилення.

$$\sigma_{y_t} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - y_t^{np})^2}{n-1}} \Rightarrow \min \quad (2.15)$$

Дані про виготовлену продукцію та використану електроенергію та їх добуток дивитись у додатку В1

| Лінійна не залежна від часу | | Лінійна функція | | | Періодична функція | | | | б | | |
|-----------------------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| a | y1 | a | b | y2 | a | b | c | y3 | b1 | b2 | b3 |
| 12806,87097 | 12806,87097 | -4602702,652 | 1538503,174 | -3064199,477 | 12806,87097 | 25089,95679 | 5153,430333 | 38420,6129 | 4195,354532 | 24678558,72 | 19396,47647 |
| | | | | -1525696,303 | | 23540,02352 | 10096,09176 | 37896,82776 | | | |
| | | | | 12806,87097 | | 21027,33247 | 14625,83554 | 36346,89449 | | | |
| | | | | 1551310,045 | | 17654,64959 | 18557,40079 | 33834,20343 | | | |
| | | | | 3089813,219 | | 13559,91343 | 21729,99134 | 30461,52055 | | | |
| | | | | 4628316,394 | | 8910,593617 | 24013,8522 | 26366,78439 | | | |
| | | | | 6166819,568 | | 3896,841576 | 25315,57627 | 21717,46459 | | | |
| | | | | 7705322,742 | | -1276,286454 | 25581,92465 | 16703,71254 | | | |
| | | | | 9243825,916 | | -6397,21595 | 24802,00403 | 11530,58451 | | | |
| | | | | 10782329,09 | | -11256,50725 | 23007,7122 | 6409,655017 | | | |
| | | | | 12320832,26 | | -15655,42135 | 20272,43346 | 1550,363722 | | | |
| | | | | 13859335,44 | | -19414,04813 | 16708,03732 | -2848,550382 | | | |
| | | | | 15397838,61 | | -22378,66441 | 12460,30317 | -6607,177162 | | | |
| | | | | 16936341,79 | | -24428,02106 | 7702,958074 | -9571,793442 | | | |
| | | | | 18474844,96 | | -25478,30193 | 2630,571538 | -11621,15009 | | | |
| | | | | 20013348,14 | | -25486,55184 | -2549,402112 | -12671,43096 | | | |
| | | | | 21551851,31 | | -24452,43338 | -7625,108377 | -12679,68087 | | | |
| | | | | 24628857,66 | | -19467,16978 | -16646,11296 | -9611,369739 | | | |
| | | | | 26167360,83 | | -15719,91575 | -20222,46337 | -6660,298814 | | | |
| | | | | 27705864,01 | | -11329,73665 | -22971,7401 | -2913,044779 | | | |
| | | | | 29244367,18 | | -6476,185365 | -24781,50115 | 1477,13432 | | | |
| | | | | 30782870,35 | | -1357,76613 | -25577,72951 | 6330,685603 | | | |
| | | | | 32321373,53 | | 3816,184057 | -25327,86045 | 11449,10484 | | | |
| | | | | 33859876,7 | | 8834,057047 | -24042,1133 | 16623,05502 | | | |
| | | | | 35398379,88 | | 13490,62806 | -21773,07352 | 21640,92801 | | | |
| | | | | 36936883,05 | | 17595,4491 | -18613,54203 | 26297,49902 | | | |
| | | | | 38475386,23 | | 20980,63809 | -14692,73974 | 30402,32007 | | | |
| | | | | 40013889,4 | | 23507,745 | -10171,02262 | 33787,50906 | | | |
| | | | | 41552392,57 | | 25073,41428 | -5233,323274 | 36314,61597 | | | |
| | | | | 43090895,75 | | 25613,61199 | -81,58749812 | 37880,28524 | | | |
| | | | | 620413792,2 | | | | 396611,7024 | | | |

Рисунок 2.5 – Результати розрахунку лінійної функції

| y1 | | y2 | | y3 | |
|----------|-------------|---------------|-----------------------|------------|-----------------|
| y-ynp1 | (y-ynp1)^2 | y-ynp2 | (y-ynp2)^2 | y-ynp3 | (y-ynp3)^2 |
| 3338,13 | 11143105,44 | 3080344,477 | 9488522099567,920 | -22275,613 | 496202930,214 |
| -5939,87 | 35282067,11 | 1532563,303 | 2,34875E+12 | -31029,828 | 962850210,7 |
| -6262,87 | 39223552,76 | -6262,871 | 39223552,76 | -29802,894 | 888212519,7 |
| 2621,13 | 6870317,404 | -1535882,045 | 2,35893E+12 | -18406,203 | 338788324,9 |
| 2796,13 | 7818337,565 | -3074210,219 | 9,45077E+12 | -14858,521 | 220775633,1 |
| 2549,13 | 6498058,823 | -4612960,394 | 2,12794E+13 | -11010,784 | 121237373 |
| 2621,13 | 6870317,404 | -6151391,568 | 3,78396E+13 | -6289,465 | 39557364,77 |
| 2962,13 | 8774208,404 | -7689553,742 | 5,91292E+13 | -934,713 | 873687,5401 |
| -6016,87 | 36202736,24 | -9237035,916 | 8,53228E+13 | -4740,585 | 22473141,53 |
| -6117,87 | 37428345,18 | -10775640,090 | 1,16114E+14 | 279,345 | 78033,61939 |
| 2500,13 | 6250645,178 | -12305525,265 | 1,51426E+14 | 13756,636 | 189245041,7 |
| 2621,13 | 6870317,404 | -13843907,439 | 1,91654E+14 | 18276,550 | 334032293,9 |
| 3338,13 | 11143105,44 | -15381693,613 | 2,36596E+14 | 22752,177 | 517661565,6 |
| 3306,13 | 10930489,18 | -16920228,787 | 2,86294E+14 | 25684,793 | 659708614,1 |
| 3095,13 | 9579823,726 | -18458942,961 | 3,40733E+14 | 27523,150 | 757523790,9 |
| -5846,87 | 34185900,11 | -20006388,135 | 4,00256E+14 | 19631,431 | 385393081,7 |
| -5901,87 | 34832080,92 | -21544946,310 | 4,64185E+14 | 19584,681 | 383559725 |
| 2796,13 | 7818337,565 | -23074751,484 | 5,32444E+14 | 27248,562 | 742484153,5 |
| 2493,13 | 6215692,371 | -24613557,658 | 6,05827E+14 | 24911,370 | 620576342,3 |
| 3364,13 | 11317364,15 | -26151189,832 | 6,83885E+14 | 22831,299 | 521268205,5 |
| 2743,13 | 7524756,888 | -27690314,006 | 7,66753E+14 | 18463,045 | 340884022,5 |
| 2621,13 | 6870317,404 | -29228939,181 | 8,54331E+14 | 13950,866 | 194626653,2 |
| -5801,87 | 33661706,73 | -30775865,355 | 9,47154E+14 | 674,314 | 454699,9061 |
| -5921,87 | 35068555,76 | -32314488,529 | 1,04423E+15 | -4564,105 | 20831052,97 |
| 2621,13 | 6870317,404 | -33844448,703 | 1,14545E+15 | -1195,055 | 1428156,512 |
| 2623,13 | 6880805,92 | -35382949,877 | 1,25195E+15 | -6210,928 | 38575626,800 |
| 2980,13 | 8881169,049 | -36921096,052 | 1,36317E+15 | -10510,499 | 110470589,7 |
| 3083,13 | 9505684,63 | -38459496,226 | 1,47913E+15 | -14512,320 | 210607433,8 |
| 2622,13 | 6875560,662 | -39998460,400 | 1,59988E+15 | -18358,509 | 337034854,9 |
| -5963,87 | 35567756,92 | -41545549,574 | 1,72603E+15 | -29471,616 | 868576147,6 |
| -5921,87 | 35068555,76 | -43084010,748 | 1,85623E+15 | -30995,285 | 960707707,3 |
| | 528029989,5 | | 18270937821457700,000 | | 11286698978,468 |
| | 4195,354532 | | 24678558,72 | | 19396,47647 |

Рисунок 2.6 – Результати розрахунку періодичної функції

Результати розрахунку за нормальним законом розподілу дивитись у додатку В2 ,там у вигляді таблиці будут предсавленідані за якими ми оберемо функцію за якою коефіцієнт кореляції буде більшим.

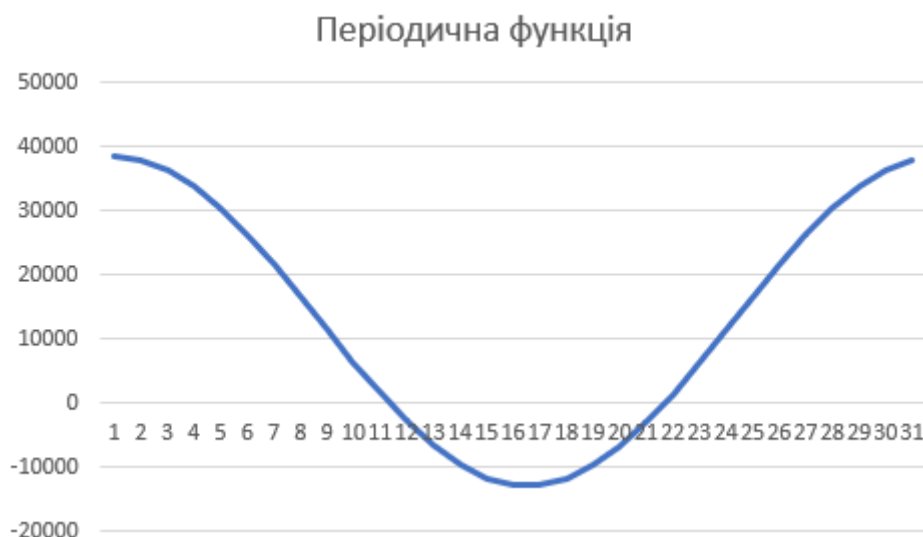


Рисунок 2.7 – Періодична функція

Отже, оскільки вибір оптимальної функції ґрунтується на критерії мінімізації стандартного відхилення, то в даному випадку найбільш вдалою для прогнозування вважається лінійна функція, оскільки саме у випадку лінійної функції коефіцієнт кореляції буде вищим.

2.3.3 Побудова регресійної залежності для контролю енергоефективності

Базою для формування планових характеристик енерговитрат можуть бути математичні моделі, виконані на основі регресійних залежностей. Широке розповсюдження має лінійна регресія $\hat{y} = \alpha + \beta x$. Цей тип залежності досить поширений метод у діючих системах енергоменеджменту. Так знаходиться значення коефіцієнта регресії

$$\beta = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.16)$$

Доволі часто значення β виражають через певні вибіркові дисперсії S_x , S_y та коефіцієнт кореляції r :

$$\beta = r \frac{S_y}{S_x} \quad (2.17)$$

де $S_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (y_i - y_0)^2}$; $S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - x_0)^2}$; $r = \frac{\sum (x_i - x_0)(y_i - y_0)}{(n-1)S_x S_y}$; $x_0 = \frac{1}{n} \sum x_i$;

$$y_0 = \frac{1}{n} \sum y_i.$$

А значення постійної складової можна отримати з рівняння:

$$\alpha = \frac{\sum y_i - \beta \sum x_i}{n} \quad (2.18)$$

Розглянемо ключовий принцип, що дозволяє використовувати регресійну залежність для моніторингу енергоспоживання. Припустимо, що ця залежність для конкретної об'єктно-енергетичної системи (ЦОЕ) побудована на основі експериментальних даних, отриманих у попередніх дослідках. Тоді фактичне споживання енергії (параметр y) у всіх наступних дослідках повинно порівнюватися з середнім (плановим) значенням ay , яке відповідає конкретному значенню x . Якщо для нового значення x (x_{n+1}) фактичне споживання енергії y_{n+1} перевищує середнє значення $ay_{(n+1)}$, то це свідчить про неефективне використання енергії в ЦОЕ. У випадку, коли показник фактичного споживання енергії нижчий за середнє значення, це свідчить про ефективне використання енергії.

Ми визначаємо планові характеристики енергоспоживання, базуючись на точній регресійній залежності $ay = \varphi(x)$. У реальності ми працюємо з апроксимованою залежністю, що дозволяє нам отримати оцінку (\hat{y}) істинного середнього значення ay . Зрозуміло, що в цьому випадку важливо побудувати довірчі інтервали, в межах яких, з високою ймовірністю, знаходиться точна регресійна залежність $ay = \varphi(x)$. У випадку лінійної регресії створюється довірча область, яка проілюстрована на графіку.

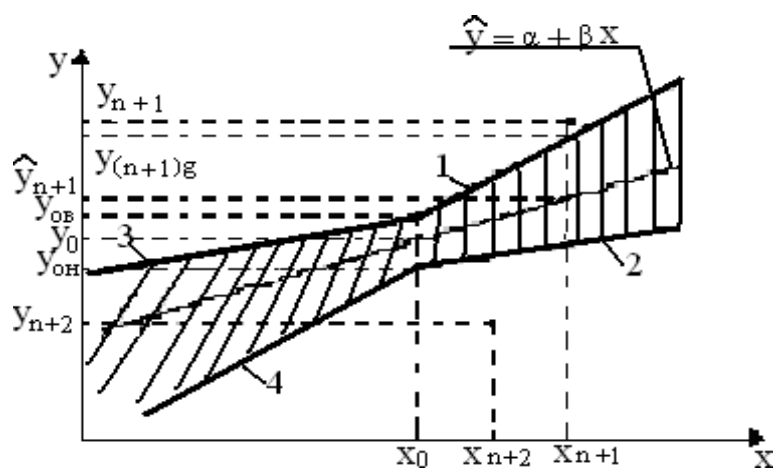


Рисунок 2.8 – Довірчі інтервали регресії

Показник прямої $\hat{y} = \alpha + \beta x$ знаходиться в зоні заштрихованої області, досить обмеженої довірчими інтервалами. Знаючи порядок побудови довірчих інтервалів, який викладений нижче.

Дисперсія з середнього y_0 в n раз менша ніж середньозважена дисперсія за всіма іншими спостереженнями y_i . Розрахуючи межі довірчого інтервалу для потрібного нам, істинного середнього значення параметра y

$$y_{\text{он}} = y_0 - \frac{Sy}{\sqrt{n}} t_{1-p/2}; \quad y_{\text{ов}} = y_0 + \frac{Sy}{\sqrt{n}} t_{1-p/2}, \quad (2.19)$$

де $t_{1-p/2}$ – квантилі t -розподілення (розподіл Стьюдента).

Так, до наприкладу, при $p=0,05$ маємо довірчу вірогідність $1-p=0,95$. Тоді як при $n=5$ можемо отримати $t_{1-p/2} = 2,78$; $n=10$ буде $t_{1-p/2} = 2,26$, при $n \rightarrow \infty$ розподіл за Стьюдентом доволі близький до нормального розподілу. А вже при більшій кількості дослідів $n=10$ можна вважати, що даний розподіл близький до нормального. За розподілом Стьюдента можна визначити і довірчі інтервали навіть якщо провести невелику кількість експериментів.

Межі довірчого інтервалу (β' , β'') отриманої оцінки коефіцієнта регресії β .

$$\beta' = \beta - t_{1-p/2} \frac{Sy\sqrt{1-r}}{Sx\sqrt{n-2}}; \quad \beta'' = \beta + t_{1-p/2} \frac{Sy\sqrt{1-r}}{Sx\sqrt{n-2}} \quad (2.20)$$

За відомими $y_{\text{он}}$, $y_{\text{ов}}$, β' , β'' розраховують значення відповідних коефіцієнтів α :

$$\begin{aligned} \alpha'_1 &= y_{\text{он}} - \beta'' \bar{x}; & \alpha''_1 &= y_{\text{ов}} - \beta' \bar{x}; \\ \alpha'_2 &= y_{\text{он}} - \beta' \bar{x}; & \alpha''_2 &= y_{\text{ов}} - \beta'' \bar{x}. \end{aligned} \quad (2.21)$$

Рис. 1 ілюструє довірчу область, побудовану з урахуванням розрахованих значень коефіцієнтів α'_1 , α''_1 , α'_2 , α''_2 , β' , β'' . Вона обмежена прямими:

$$1 - y = \alpha''_1 + \beta'' x, \quad 2 - y = \alpha'_2 + \beta' x, \quad 3 - y = \alpha''_2 + \beta'' x, \quad 4 - y = \alpha'_1 + \beta' x. \quad (2.22)$$

Бачимо, що у цій області з довірчою ймовірністю рівною $(1-p)^2$ розташована лінія істинної регресії.

Для подальших розрахунків скористайтесь додатком В3 у ньому таблиця з даними про виготовлену продукцію та використану електроенергію, розбитою по

дням місяця та щоденною виготовленою продукцією і витраченою електроенергією. В додатку В4 дивитись додаткові вихідні дані. У додатку В5 вказано дані про економію та перевиплати електроенергії.

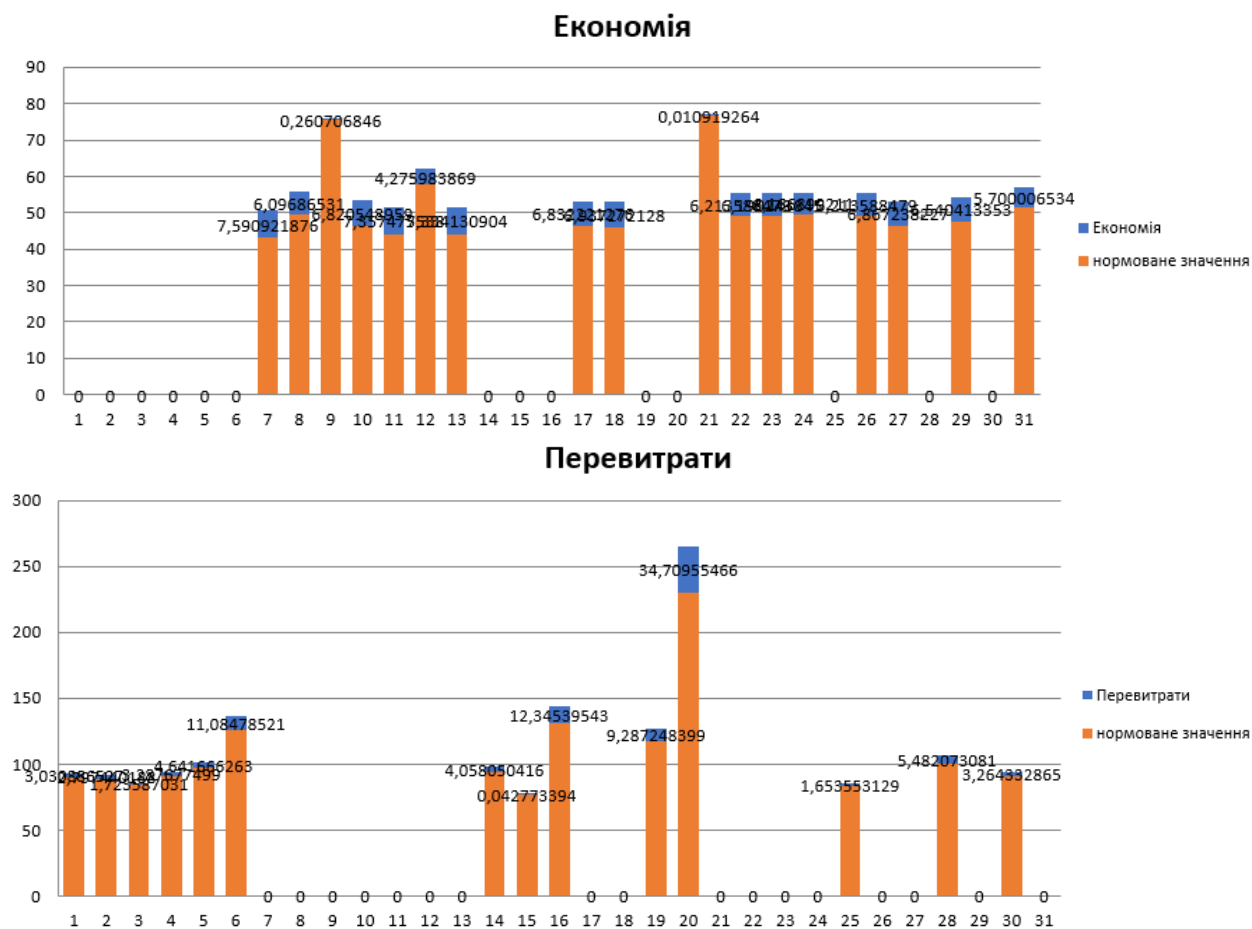


Рисунок 2.9 – Дані про економію і перевитрати на підприємстві

| | Довірчий інтервал | | | | >x | <x |
|----|-------------------|---------|---------|---------|------|-----|
| | лінія 1 | лінія 2 | лінія 3 | лінія 4 | | |
| 1 | 17873,9 | 13250,4 | 0,0 | 0,0 | 2100 | 0 |
| 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 |
| 3 | 0,0 | 0,0 | 10749,4 | 5210,4 | 0 | 820 |
| 4 | 17150,6 | 12788,9 | 10657,1 | 5065,7 | 2000 | 800 |
| 5 | 17222,9 | 12835,1 | 0,0 | 0,0 | 2010 | 0 |
| 6 | 17114,4 | 12765,9 | 0,0 | 0,0 | 1995 | 0 |
| 7 | 17830,5 | 13222,7 | 0,0 | 0,0 | 2094 | 0 |
| 8 | 17584,6 | 13065,8 | 10749,4 | 5210,4 | 2060 | 820 |
| 9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 |
| 10 | 17049,4 | 12724,3 | 0,0 | 0,0 | 1986 | 0 |
| 11 | 17960,7 | 13305,8 | 0,0 | 0,0 | 2112 | 0 |
| 12 | 17150,6 | 12788,9 | 10864,7 | 5391,2 | 2000 | 845 |
| 13 | 17396,5 | 12945,8 | 10703,2 | 5138,0 | 2034 | 810 |
| 14 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0 |
| 15 | | | 0,0 | 0,0 | | 0 |
| 16 | | | 0,0 | 0,0 | | 0 |
| 17 | | | 10703,2 | 5138,0 | | 810 |

Рисунок 2.10 – Результати розрахунків довірчих інтервалів

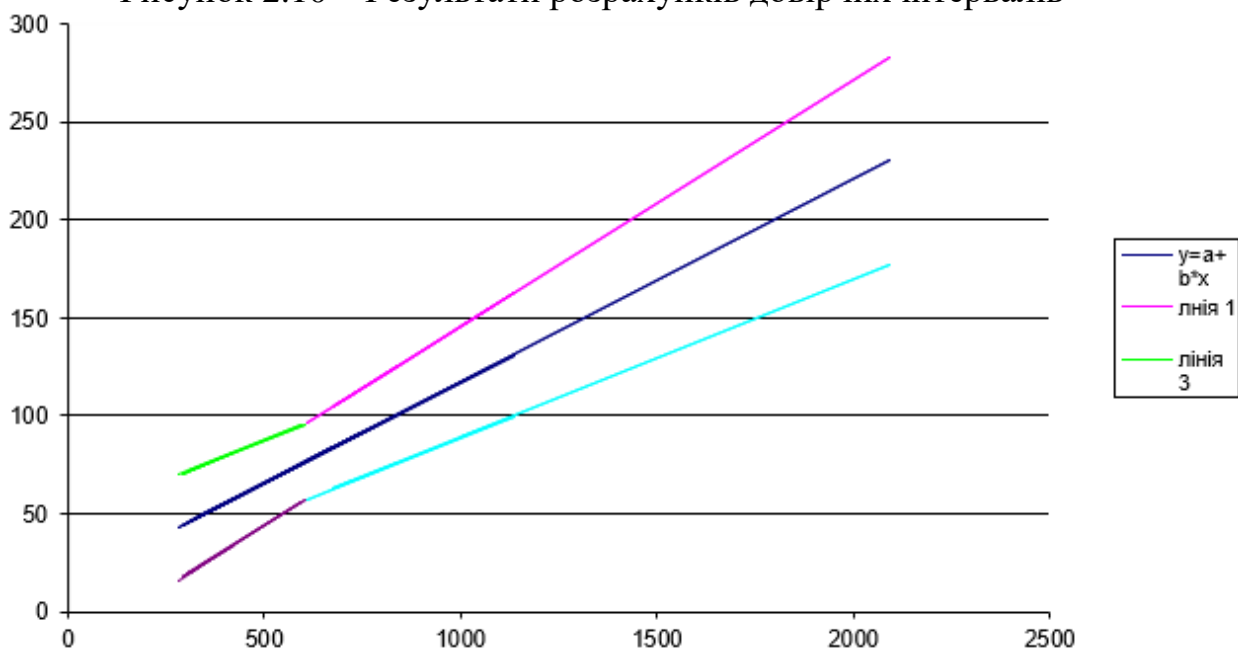


Рисунок 2.11 – Довірчі інтервали регресії

Кумулятивна сума представляє собою суму всіх значень, які були накопичені або зібрані до певного моменту часу. Це означає, що на кожному етапі до попередньої кумулятивної суми додається нове значення, яке слід

накопичувати. Кумулятивна сума для даних значень енергоспоживання показана на рис.2.12.

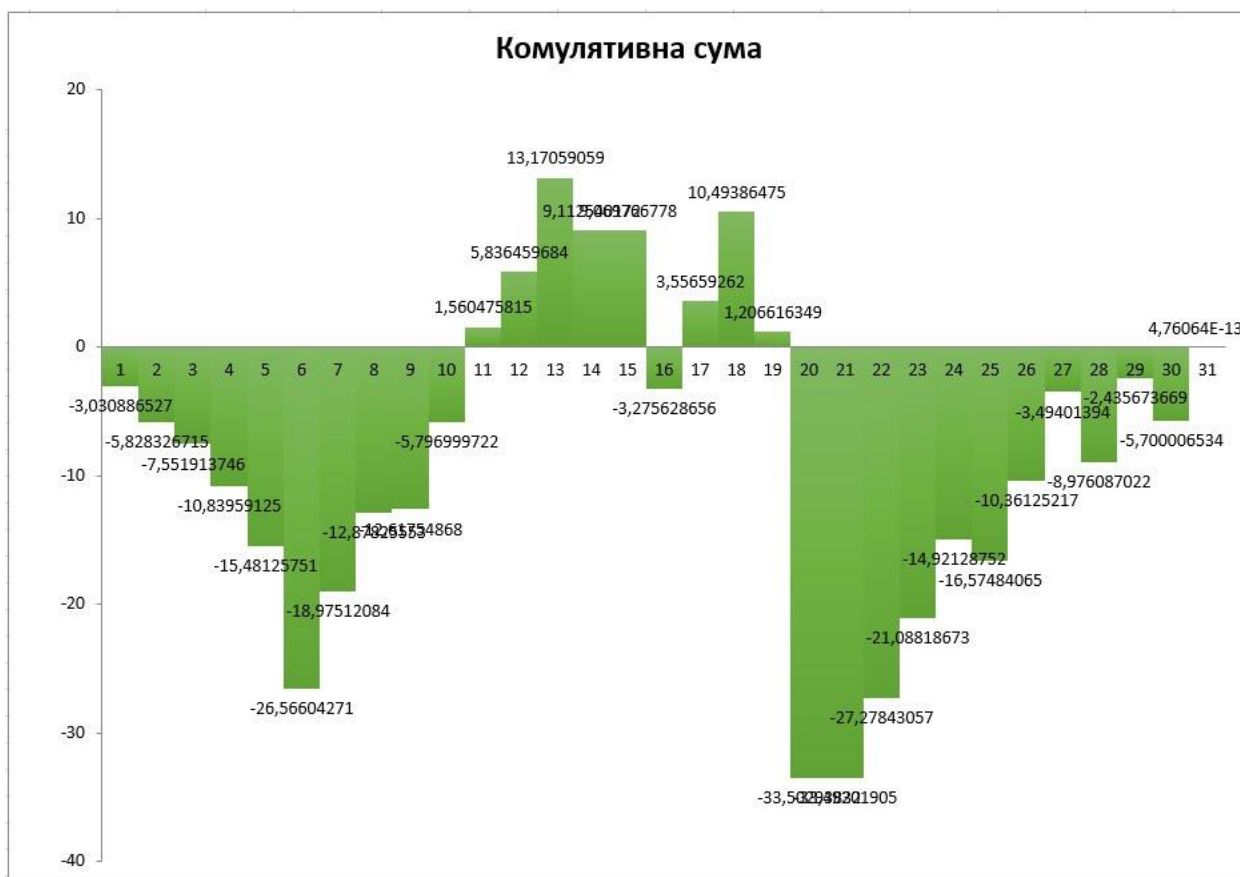


Рисунок 2.12 – Кумулятивна сума

Таким чином, ми визначили регресійні залежності щодо споживання електричної енергії, такі як довірчий інтервал регресії і кумулятивна сума. Аналіз показує, що в розглянутому місяці робота була, взагалі, ефективною, оскільки споживання енергії не перевищувало норми.

2.4 Контроль на основі трендових моделей

2.4.1 Розрахунок максимуму активного навантаження підприємства ТОВ НВП “ПРОМПРИЛАД” із використанням характеристик нормального розподілу для максимальних навантажень

Методологія статистичного розрахунку величини P_{30} ґрунтується на використанні параметрів нормального розподілу вибірок $\{P_{60}\}$, і $\{P'_{60}\}$.

Як ми знаємо величини максимальних навантажень не мають бути менше середньої, розрахунок виконується по усіченій вибірці $\{P'_{60}\}$, в яких усі параметри менші m_x ($P_{60i} < m_x$) виключаються. В нашому випадку усічена вибірка виконується тільки з певних показників P_{60i} і розрахункової вихідної однорідної вибірки $\{P_{60}\}$, які відповідають співвідношенню ($P_{60} < m_x$). Очевидно, як $\{P_{60}\} \in \{P'_{60}\}$ і об'єм для усіченої вибірки N_1 (а число значень P_{60i} в усіченій вибірці) трохи менше об'єму для вихідної вибірки ($N_1 \leq N$). При цьому випадку може бути так звана анаморфоза складова нормального розподілу, і їхня функція, до прикладу, логарифмічна, набуває розподіл, наближений до нормального. І вже завдяки логарифмуванню розрахунку права частина розподілу дуже розтягується, і в результаті весь розподіл в позитивній частині наближується до нормального.

Особлива специфіка нормального розподілу для правої частини вихідної вибірки $\{P_{60}\}$ та наявність (m_x, P_{60max}) дає змогу розробити певну методику визначення P_{30} за характеристиками для розрахунку P_{60} , після по них виконується розрахунок значення P_{30} . Розрахунок проводиться в такій послідовності:

- 1.Формуємо погодинну вибірку показників споживання електроенергії підприємством. яке працює у дві зміни за сім днів P_{60} , кВт.

Таблиця 2.1 – Погодинна вибірка показників споживання електроенергії.

| Погодинна вибірка показників споживання електроенергії | | | | | | | |
|---|-----------|----------|--------|---------|----------|--------|--------|
| | понеділок | вівторок | середа | четверг | п'ятниця | субота | неділя |
| 0 | 41 | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 42 |
| 1 | 41 | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 42 |
| 2 | 41 | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 42 |
| 3 | 41 | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 42 |
| 4 | 43 | 43 | 42 | 43 | 43 | 42 | 42 |
| 5 | 81 | 82 | 81 | 81 | 83 | 79 | 42 |
| 6 | 113 | 115 | 113 | 113 | 116 | 111 | 42 |
| 7 | 229 | 232 | 228 | 229 | 234 | 224 | 44 |
| 8 | 705 | 713 | 702 | 705 | 721 | 691 | 104 |
| 9 | 1076 | 1088 | 1071 | 1076 | 1100 | 1055 | 127 |
| 10 | 1295 | 1309 | 1289 | 1295 | 1323 | 1269 | 121 |
| 11 | 1621 | 1639 | 1613 | 1621 | 1657 | 1589 | 133 |

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|-----|
| 12 | 1945 | 1967 | 1936 | 1945 | 1988 | 1907 | 142 |
| 13 | 2267 | 2293 | 2257 | 2267 | 2317 | 2223 | 150 |
| 14 | 1959 | 1981 | 1950 | 1959 | 2002 | 1921 | 158 |
| 15 | 1473 | 1490 | 1466 | 1473 | 1505 | 1444 | 167 |
| 16 | 1548 | 1565 | 1541 | 1548 | 1582 | 1517 | 175 |
| 17 | 583 | 590 | 581 | 583 | 596 | 572 | 183 |
| 18 | 91 | 92 | 91 | 91 | 93 | 89 | 158 |
| 19 | 73 | 74 | 73 | 73 | 75 | 72 | 110 |
| 20 | 41 | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 42 |
| 21 | 43 | 43 | 42 | 43 | 43 | 42 | 42 |
| 22 | 41 | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 42 |
| 23 | 41 | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 42 |

2. Визначаємо математичне очікування середнього навантаження за формулою (4.1)

$$m_x = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N P_i \quad (2.23)$$

3. Оскільки P_{60} заздалегідь знаходиться справа відносно m_x , то для визначення P_{60} значення вибірки $\{P_{60}\}$, які не менше m_x , із неї виключаються. Формується усічена вибірка $\{P'_{60}\}$:

Таблиця 2.2 – Погодинна усічена вибірка показників споживання електроенергії.

| Погодинна усічена вибірка показників споживання електроенергії | | | | | | | |
|---|-----------|----------|--------|---------|----------|--------|--------|
| | понеділок | вівторок | серeda | четверг | п'ятниця | субота | неділя |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 705 | 713 | 702 | 705 | 721 | 691 | 0 |
| 9 | 1076 | 1088 | 1071 | 1076 | 1100 | 1055 | 0 |
| 10 | 1295 | 1309 | 1289 | 1295 | 1323 | 1269 | 0 |
| 11 | 1621 | 1639 | 1613 | 1621 | 1657 | 1589 | 0 |
| 12 | 1945 | 1967 | 1936 | 1945 | 1988 | 1907 | 0 |

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|---|
| 13 | 2267 | 2293 | 2257 | 2267 | 2317 | 2223 | 0 |
| 14 | 1959 | 1981 | 1950 | 1959 | 2002 | 1921 | 0 |
| 15 | 1473 | 1490 | 1466 | 1473 | 1505 | 1444 | 0 |
| 16 | 1548 | 1565 | 1541 | 1548 | 1582 | 1517 | 0 |
| 17 | 583 | 590 | 581 | 583 | 596 | 572 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4. Проводимо визначення нового значення математичного очікування для середнього навантаження за формулою (4.2):

$$m'_x = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N P_i \quad (2.24)$$

$$m_{x'} = 1473,94279$$

5. До усіченої вибірки розраховуємо середньоквадратичне відхилення (S_{x60}) за формулою (4.3):

$$S'_{x60} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (P_i - m'_x)^2} \quad (2.25)$$

$$S_{x60} = 523,922839$$

6. Знаходиться величина t_{opt} :

$$t_{ir0} = \frac{(\bar{m}'_x - \bar{m}_x)}{\bar{S}'_{x60}} \quad (2.26)$$

$$t_{opt} = 1,72820826$$

7. Обчислюємо похибки за формулами (4.5) і (4.6):

$$\bar{S}_{m'_x} = \frac{\bar{S}'_{x60}}{\sqrt{N}} \quad (2.27)$$

$$\bar{S}_{S'_{x60}} = \frac{\bar{S}'_{x60}}{\sqrt{2 \cdot N}} \quad (2.28)$$

$$S_{mx} = 67,6381477$$

$$S_{Sx60} = 47,8273929$$

8. Визначаємо числові значення за формулами (4.7) і (4.8):

$$[DI]P_{60}^{min} = \bar{m}'_x - t_{opt} \cdot \bar{S}'_{\bar{m}'_x} - t_{onn} \cdot (\bar{S}'_{x60} + t_{opt} \cdot \bar{S}'_{\bar{S}'_{x60}}) \quad (2.29)$$

$$[DI]P_{60}^{max} = (\bar{m}'_x + t_{onn} \cdot \bar{S}'_{\bar{m}'_x}) + t_{onn} \cdot (\bar{S}'_{x60} + t_{onn} \cdot \bar{S}'_{\bar{S}'_{x60}}) \quad (2.30)$$

$$[DI]P_{60min} = 308,755948$$

$$[DI]P_{60max} = 2639,12964$$

9. Розраховуємо оптимальне значення за формулою (4.9):

$$P_{60opt} = \bar{m}'_x + t_{onn} \cdot \bar{S}'_{x60} \quad (2.31)$$

$$P_{60opt} = 2379,39057$$

10. Проводимо розрахунок $[DI]P_{30min}$, $[DI]P_{30max}$ по вибірці $\{P_{60}\}$, для цього визначається стандарт S'_{x30} , пов'язаний із стандартом S'_{x60} , виразом:

$$\bar{S}'_{x30} = \sqrt{2} \cdot \bar{S}'_{x60} \quad (2.32)$$

$$[DI]_{P_{30}}^{max} = \bar{m}'_x + \Delta \bar{m}'_x \cdot (\sqrt{2} + 2 \cdot \sqrt{2} / \sqrt{N}) \quad (2.33)$$

$$[DI]_{P_{30}}^{min} = \bar{m}'_x - \Delta \bar{m}'_x \cdot (\sqrt{2} + 2 \cdot \sqrt{2} / \sqrt{N}) \quad (2.34)$$

$$S'_{x30} = 740,938785$$

$$[DI]P_{30max} = 2797,12254$$

$$[DI]P_{30min} = 150,763041$$

11. За такою формулою визначимо прогнозований півгодинний максимум навантаження для погодинної вибірки (2.35):

$$P_{30opt} = \bar{m}'_x + t_{onn} \cdot \bar{S}'_{x30} \quad (2.35)$$

$$P_{30opt} = 2754,43932$$

Перевіряємо виконання обмежень $[DI]P_{60}^{min} \leq P_{60opt} \leq [DI]P_{60}^{max}$ та

$$[DI]P_{30}^{min} \leq P_{30opt} \leq [DI]P_{30}^{max} :$$

| |
|---|
| $[DI]P_{60min} \leq P_{60opt} \leq [DI]P_{60max}$ прогноз погодинного навантаження вірний |
| $[DI]P_{30min} \leq P_{30opt} \leq [DI]P_{30max}$ прогноз півгодинного навантаження вірний |

Бачимо, що обидві умови виконуються, це в свою чергу говорить про вірність нашого розрахунку прогнозованого максимуму навантаження з погодинної та півгодинної вибірки даних.

Похибка розрахунку :

$$\frac{m_x - P60_{\text{опт}}}{m_x} \cdot 100 \quad (2.36)$$

Похибка розрахунку: -61,430321

Критерій мінімуму стандартного відхилення:

$$\sigma_{y_t} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - y_t^{np})^2}{n-1}} \Rightarrow \min \quad (2.37)$$

Таблиця 2.3 – результат розрахунку критерія мінімуму стандартного відхилення

| Результат розрахунку критерія мінімуму стандартного відхилення | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|----------|---------|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| 1674,34 | 1666,34 | 1677,63 | 1674,34 | -1658,76 | 1688,19 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| 1303,58 | 1291,38 | -1308,6 | 1303,58 | -1279,81 | 1324,71 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| 1084,78 | 1070,09 | 1090,82 | 1084,78 | -1056,16 | -1110,2 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| -758,59 | 740,205 | 766,154 | -758,59 | -722,765 | 790,421 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| 434,429 | 412,368 | 443,506 | 434,429 | -391,44 | 472,628 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| 112,295 | 86,5794 | 122,875 | 112,295 | -62,1862 | -156,82 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| 420,247 | 398,025 | -429,39 | 420,247 | -376,945 | 458,724 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| 906,488 | -889,78 | 913,361 | 906,488 | -873,933 | 935,415 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| 831,526 | 813,968 | 838,749 | 831,526 | -797,314 | 861,925 | 0 |
| - | - | - | - | - | - | 0 |
| -1795,9 | 1789,28 | 1798,63 | -1795,9 | -1783,01 | 1807,36 | 0 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|--------------------|---|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | сумма квадратів | | 68054510,91 |
| | | | | | | |
| | | | | | | 1153466,287 |
| | | | | корінь | | 1073,995478 |

Розроблений метод прогнозування максимального навантаження на основі нормального розподілу може бути використаний для однорідних вибірок, які слідує за нормальним розподілом навантажень. Для впровадження цього методу формується усічена вибірка даних, яка відповідає обмеженню $P_{60i} \geq m_x$. Це дозволяє отримати прогнозоване максимальне значення, а не середнє.

2.4.2 Метод коефіцієнтів темпів росту (МКТР)

Наступне прогнозування має широке практичне застосування як найпростіший метод. З МТКР визначають середньорічні коефіцієнти темпів росту до середнього K_{Tm} і стандарту K_{Ts} :

$$K_{Tm} = \sqrt{m_x(N) / \overline{m_x(1)}}, \quad (2.38)$$

$$K_{Ts} = \sqrt{S_x(N) / \overline{S_x(1)}}, \quad (2.39)$$

де $\overline{m_x}$ і m_x - середні значення P_{30} відповідно за перший (1) і (N) останній роки часового ряду, що розглядається; $\overline{S_x}$ і S_x - те ж для стандарту.

$$K_{tm} = 0,969272$$

$$K_{ts} = 1,001753$$

На 4 день : $K_{tm} = 1,00223455$;

На 6 день : $K_{tm} = 0,987249871$;

На 4 день : $K_{ts} = 1,024754441$;

На 6 день : $K_{ts} = 0,985780793$.

Розрахункове значення $P_{пр}$, яке прогнозується, визначається за правилом "трьох сігм":

$$P_{пр} = K_{TM} \cdot \overline{m_x}(N) + 3K_{Ts} \cdot \overline{S_{x30}}(N). \quad (2.40)$$

| | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| $P_{пр}$ | 608,9985 | 615,9064 | 606,1564 | 608,9985 | 622,459 | 597,038 |
|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|

До цього було підмічено, що даний розрахунок $P_{пр}$, як і P_{30} дає декілька завищені значення. $P_{пр}$, тому, пропонується визначати за формулою:

$$P_{пр} = K_{mp} \cdot P_{30}(N), \quad (2.41)$$

де K_{mp} - коефіцієнт темпів росту.

| | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| $P_{пр}$ | 609,4494 | 616,3624 | 606,6052 | 609,4494 | 622,9198 | 597,48 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|

На 4 день : $P_{пр} = 609,4494$;

На 6 день : $P_{пр} = 597,48$;

$$K_{mp} = \sqrt{P_{30}(N)/P_{30}(1)}, \quad (2.42)$$

$P_{30}(N)$ і $P_{30}(1)$ - значення P_{30} за перший (1) і останній (N) роки ряду, що розглядається.

| | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|
| K_{mp} | 1,009967 | 1,015679 | 1,007607 | 1,009967 | 1,021067 | 1 | 1,010715 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|

Середнє значення $K_{mp} = 1,010715$

Похибка розрахунку :

$$\frac{P_{пр} - P_n}{P_{пр}} \cdot 100 \quad (2.43)$$

Похибка розрахунку: 0,978251

2.4.3 Прогнозування на основі регресійних моделей за методом найменших квадратів.

Результативність прогнозування, що ґрунтується на регресійних моделях, порівнюється з МТКР за допомогою величини відносної похибки розрахунку прогнозованого значення P_60 .

Аналіз порівняння значень вибірок, сформованих за показниками Р60 протягом кварталу, дозволяє прийти до висновку, що зміни цих значень взаємодіють з часом. З цієї причини можна здійснити прогноз на один крок вперед, використовуючи регресійну модель за методом мінімуму квадратів.

Практично для прогнозування наступної величини Р30 за МНК достатньо використати певне рівняння регресії першого або другого порядку, яке можна представити так:

Лінійною функцією часу t :

$$\hat{y} = a + b \cdot t, \quad (2.44)$$

Параболічною функцією часу:

$$\hat{y} = a + b \cdot t + c \cdot t^2. \quad (2.45)$$

Тому, прогнозування з використанням наступної лінійної функції $\hat{y} = a + b \cdot t$ має на увазі побудову лінії регресії з умовою мінімуму дисперсії. Тому для цього ми і обчислюємо a і b системи нормальних рівнянь:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N y_i &= a \cdot M + b \cdot \sum_{i=1}^N X_i, \\ \sum_{i=1}^N y_i \cdot x_i &= a \cdot \sum_{i=1}^N x_i + b \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2 \end{aligned} \quad (2.46)$$

Проведемо розрахунок потужності, що прогнозується, на основі наступного методу коефіцієнтів темпів зростання:

Таблиця 2.4 – Вихідні дані

| | | | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| середнє | 602,99 | 609,83 | 600,17 | 602,99 | 616,32 | 591,15 |
| стандарт | 143,93 | 145,56 | 143,26 | 143,93 | 147,11 | 141,10 |
| Р30 | 1,00997 | 1,01568 | 1,00761 | 1,00997 | 1,02107 | 1,00000 |

Складемо рівняння для Сер.знач.:

$$\begin{cases} 1200,125 = 4 \cdot a_1 + 10 \cdot b_1 \\ 2997,75 = 10 \cdot a_1 + 30 \cdot b_1 \end{cases}$$

Як відомо, прогнозування Р₃₀ за МНК проводиться по середньому значенню \bar{m}_x . Будуються лінії регресії:

$$\hat{y}_m(N+1) = \hat{m}_x(N+1) = a_1 + b_1(N+1), \quad (2.47)$$

$$m_x = 464,8283$$

Складемо рівняння для стандарт.:

$$\begin{cases} 296,109 = 4 \cdot a_1 + 10 \cdot b_1 \\ 749,5722 = 10 \cdot a_1 + 30 \cdot b_1 \end{cases}$$

Також, прогнозування P_{30} за МНК виконуємо по середньому значенню стандарту \bar{S}_{x30} . Будуються лінії регресії:

$$\hat{y}_s(N+1) = \bar{S}_{x30}(N+1) = a_2 + b_2(N+1), \quad (2.48)$$

$$S = 91,9406$$

Для випадку нормального розподілення вибірки значення $\{P_{30}\}$ розрахункове прогнозне значення визначається за формулою:

$$\hat{P}_{np} = \hat{m}_x(N+1) + 3\hat{S}_{x30}(N+1). \quad (2.49)$$

$$P_{np} = 746,5301$$

Похибка розрахунку :

$$\frac{P_{np} - P_{\text{сер.зн.}}}{P_{np}} \cdot 100 \quad (2.50)$$

$$\text{Похибка розрахунку } -21,12776$$

2.5 Висновки

Після проведених розрахунків ми можемо порівняти отримані похибки: методики розрахунку максимуму активного навантаження підприємства з використанням параметрів нормального розподілу максимальних навантажень (-61,430321); метод коефіцієнтів темпів росту (МКТР) 0,978251); прогнозування на основі регресійних моделей за методом найменших квадратів (-21,12776). По результатам розрахунку можна побачити що найкраща похибка у методі з використання параметрів нормального розподілу максимальних навантажень.

РОЗДІЛ 3

ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКОГО АНАЛІЗУ

3.1 Аналіз попередньо отриманої інформації про об'єкт ЕА

Проведемо аналіз корисності інформації для роботи з енергетичного аудиту .

1. На даному підприємстві виготовляється 2 основних види вагів. Ще існує 3 вид виробів, (Під замовлення) , це дозволяє, знаючи їх кількість, порахувати норми використання ПЕР та порівняти з аналогічними нормами на інших підприємствах, а також визначити можливість покращення норм після реалізації енергоощадних заходів.

2. На цьому підприємстві діє одноставковий тариф оплати за електроенергію. Отримана мною інформація дозволяє визначити ефективність для добового графіка навантаження підприємства, і в свою чергу визначити ефективність переходу на інші види тарифів.

3. Системи обліку та контролю споживання електроенергії на підприємстві в даний момент використовують лише лічильники для активної та реактивної енергії на вході до централізованого розподільчого пункту. Технічні лічильники не встановлені. Таким чином, виникає можливість розгляду необхідності впровадження додаткових засобів обліку та контролю енергетичних ресурсів для визначення відповідності нормам споживання електроенергії та виявлення неефективного використання енергії на окремих об'єктах. Запровадження таких засобів може вплинути на обґрунтування необхідності встановлення системи енергетичного менеджменту на підприємстві, яка на даний момент не існує. Недостатній контроль ефективності використання встановлених потужностей обладнання свідчить про необхідність розгляду доцільності впровадження приладового контролю для досягнення економії електроенергії на підприємстві.

4. Аналіз систем з використанням ПЕР.

На підприємстві виділяється основна система (розташовуючи в напрямку від більш до найменш енергоємних в такому порядку): електропостачання, опалення, освітлення.

Проходить поділ систем на декілька підсистеми (з зазначенням результатів аналізу).

Система електропостачання підприємства

- Це підсистема вироблення енергії: для трансформаторів (зниження втрат електроенергії при умові використання КРП).
- Також підсистема для розподілу, перетворення і передачі електроенергії: для лінії електропередач (зниження втрат в лініях після КРП).
- Сюди входить підсистема навантаження: це електроприводи виробничих машин (особливо зниження споживання реактивної енергії внаслідок її компенсації, та визначення коефіцієнтів завантаження до оптимізації завантаження електроприводів).

Система опалення

- Підсистема для вироблення теплової енергії: котел (утилізація тепла димових газів та використання частотних перетворювачів з метою живлення циркуляційних насосів).
- Підсистема розподілу, для перетворення і передачі енергії: трубопроводи (термоізоляція трубопроводів).
- Підсистема під навантаження: радіатори (регулярна перевірка ефективності заміни водяної системи для опалення приміщень, особливо з великими площами, та інші системи, напр. інфрачервоні обігрівачі).

Система освітлення

- Підсистема для вироблення енергії: трансформатор (зниження втрат електроенергії за умов використання КРП).
- Підсистема для розподілу, перетворення і передачі енергії: лінії електропередач (рівномірне розподілення світильників між фазами).
- Підсистема для навантаження: світильники з зістарілими лампами розжарювання, дуговими і ртутними або люмінесцентними лампами (для

складського приміщення, в системі зовнішнього та внутрішнього освітлення) (перевірка ефективності реалізації систем освітлення з іншими типами ламп).

Можливі заходи з енергозбереження

На основі оцінки попередніх даних, підприємству рекомендовано перевірити результативність впровадження зазначених заходів з енергозбереження.

1. Перевірка ефективності впровадження установок КРП.

2. Оцінка ефективності з заміни ртутних ламп на світлодіодні наприклад в системі зовнішнього освітлення підприємства, а також ламп розжарювання на сучасні люмінесцентні в адміністративному корпусі та на сходових клітинах житлових будинків.

3. Аналіз ефективності переходу від системи водяного опалення, яка використовується в цехах з великими площами та обмеженою кількістю виробничого персоналу, до системи інфрачервоного опалення.

Оцінка результативності впровадження частотних перетворювачів напруги для живлення електродвигунів циркуляційних насосів котельні. Зауважимо, що на момент оцінки функціонування насосів здійснюється через регулювання засувками.

Проведемо попередній аналіз запропонованих заходів для енергозбереження.

1. Підприємство має споживання реактивної енергії обсягом $W_p = 2449180$ квар·год., за яку сплачує близько $C = 1224590$ грн.

Враховуючи, що експериментально визначена максимальна півгодинна реактивна потужність підприємства становить 1600 квар, у випадку потреби у максимальній компенсації реактивної потужності розумно встановити компенсаційний пристрій з аналогічною потужністю. Орієнтовна вартість установки КРП, потужністю 1400 квар, враховуючи витрати на введення в експлуатацію, складає $B_{KV} = 1300$ тис. грн. В такому випадку, простий термін окупності компенсаційної установки складе:

$$T = \frac{B_{KV}}{C} = \frac{1300000}{1224590} = 1,062 \text{ року.}$$

Оскільки облік електроенергії проводиться з боку високої напруги на ЦРП, а використання компенсаційної установки (КРП) призводить не лише до зменшення витрат за спожиту реактивну енергію, але також зменшує витрати на втрати активної енергії в лініях та трансформаторах, тому термін окупності встановлення КРП повинен бути ще менший.

Отже, компенсація реактивної потужності на підприємстві є важливою, і виконання більш детального техніко-економічного обґрунтування є раціональним.

2. Результати опитування експертів і численні техніко-економічні розрахунки свідчать про переваги використання люмінесцентних ламп над лампами розжарювання. Отже, рекомендується провести техніко-економічне обґрунтування системи освітлення, зокрема перевірити ефективність заміни ламп розжарювання на люмінесцентні в адміністративному корпусі. Також слід розглянути можливість заміни ламп ДРЛ на світлодіодні, оскільки це може бути економічно вигідним.

У цехах з великими площами та невеликою кількістю виробничого персоналу система водяного опалення неефективно обігріває значну площу. За рекомендаціями експертів, в подібних випадках є цілеспрямованість встановлення локальних систем обігріву, наприклад, інфрачервоних обігрівачів.

За статистичними даними, регулювання швидкості електроприводів насосів систем опалення за допомогою частотних перетворювачів, порівняно з використанням засувки, призводить до значної економії електроенергії у розмірі 10-30%. Попередній звіт:

Під час попередньої аудиторської перевірки ТОВ "НВП «ПРОМПРИЛАД» було виявлено, що підприємство ефективно функціонує і має стабільні ринки збуту для своєї продукції. Виробничі потужності використовують електричну енергію, газ та воду. Серед великих споживачів є виробничі механізми з асинхронними двигунами, котельня, верстати, станки та освітлювальні установки.

Оскільки асинхронні двигуни є постійними споживачами значної кількості активної і реактивної потужності. І знаючи, що вартість 1 кВт·год. активної енергії становить 4 грн., а підприємство споживає близько 2544 тис. кВт·год. активної та 2449 тис. квар·год. реактивної електроенергії за рік, витрачаючи на це десятки мілн. грн., то доцільним буде перевірка ефективності встановлення таких засобів компенсації реактивної потужності. А результати попередніх розрахунків нам показали, що за впровадження системи КРП підприємством, після його терміну окупності щороку буде економити близько 1224590 грн., причому компенсаційні установки окупляться досить швидко: через 1,062 року.

Система освітлення є значним споживачем потужності на підприємстві. У багатьох виробничих приміщеннях використовуються лампи розжарювання, але сучасні тенденції в енергозбереженні свідчать про вигоду для підприємства при заміні цих ламп на газорозрядні. Економічна вигода включає як значний зменшений розхід електроенергії для освітлення, так і підвищення продуктивності працівників, які працюють у приміщеннях з газорозрядними лампами. Це пояснюється покращеною кольоропередачею газорозрядних ламп і зменшенням втоми зору працівників. Також важливим завданням є оцінка ефективності заміни ртутних ламп, які використовуються у складських приміщеннях та системі зовнішнього освітлення, на світлодіодні, які відрізняються більшою світловіддачею, тобто економічнішими.

Важливою рекомендацією з енергозбереження є модернізація системи водяного опалення цехів підприємства з великими площами та обмеженою кількістю виробничого персоналу. Це обумовлено відсутністю утеплення стін приміщень на даний момент, що призводить до витрат теплової енергії на непотрібний обігрів зовнішнього простору підприємства через низьку теплоізоляцію. Крім того, в цехах є значні площі, де відсутня людська активність, що свідчить про неефективне використання теплової енергії. Пропонується впровадити більш ефективні для таких випадків системи інфрачервоного опалення, які ефективно обігрівають конкретні зони, де працює персонал.

Система теплопостачання включає в себе електроприводи насосів, регулювання яких відбувається шляхом використання засувки. Сучасний світовий досвід демонструє ефективність використання частотних перетворювачів у таких випадках, оскільки вони забезпечують плавне та економне регулювання швидкості двигунів – приводів насосів. Розрахунки статистики показують, що цей підхід може призвести до зменшення споживання електроенергії до 30%. Отже, рекомендується провести енергоаудит на підприємстві для оцінки ефективності впровадження зазначених заходів з енергозбереження. Під час аудиту можуть бути запропоновані додаткові заходи, які можна впровадити в найближчий час або розглянути для планування в майбутньому.

Представимо план проведення енергетичного аудиту ТОВ НВП «ПРОМПРИЛАД» і розглянемо напрямки подальшого енергетичного аудиту:

Оплачуваний обсяг робіт, за домовленістю з підприємством-замовником аудиторських послуг, – до 70 люд·год.

За типом енергетичний аудит, який буде проводитись, – це просте поєднання простого і попереднього.

Прийнято, що досліджуватись буде наступне:

- система електропостачання
 - показник використання активної та реактивної потужностей нашими об'єктами підприємства;
- розглянемо системи водопостачання та опалення приміщень
 - його використання теплової енергії та газу (для опалення),
 - залучення ресурсів води (у виробництві),
 - та використання електроенергії (при живленні циркуляційних насосів, та живлення електричних опалювальних систем);
- система освітлення
 - її використання електроенергії (для живлення певних освітлювальних установок для виробничих приміщень та зовнішнього освітлення підприємства).

Методика проведення дослідження

1. Отримання додаткової інформації, що необхідна для визначення ефективності компенсації реактивної потужності.
2. Отримання додаткової інформації, що необхідна для визначення ефективності встановлення інфрачервоних обігрівачів.
3. Отримання додаткової інформації, що необхідна для визначення ефективності заміни ламп розжарювання та розрядних ламп на більш енергоощадні.
4. Вимірювання споживання ПЕР кожним з цехів для побудови балансів і визначення норм споживання ПЕР.
5. Вирішення задачі вибору оптимальних потужностей конденсаторних установок.
6. Вирішення задачі перевірки ефективності функціонування модернізованої системи опалення.
7. Вирішення задачі перевірки ефективності функціонування модернізованої системи освітлення.

3.2 Отримання додаткової інформації про використання ПЕР на підприємстві

1. Інформація, необхідна для перевірки ефективності вибору системи компенсації реактивної потужності на підприємстві:

Реальні середні потужності цехів (табл. 3.1), що отримані на основі аналізу їх роботи:

Таблиця 3.1 – Середні потужності та річний обсяг спожитих активної та реактивної енергій цехами підприємства

| № | Найменування об'єкта | P_c , кВт | W_a , тис. кВт·год. | Q_c , квар | W_p , тис. квар·год. |
|---|----------------------|----------------|--------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | Механічний цех №1 | 224,9 | 616205 | 239,0 | 279920 |
| 2 | Механічний цех №2 | 208,2 | 292725 | 200,4 | 234734 |

| | | | | | |
|---|------------------------|-------|--------|-------|--------|
| 3 | Оброблювальний цех | 215,1 | 302412 | 309,6 | 362631 |
| 4 | Складальний цех | 201,6 | 283446 | 306,1 | 358461 |
| 5 | Лабораторне приміщення | 225,4 | 316936 | 307,6 | 360253 |
| 6 | Адмінкорпус | 398,2 | 259917 | 299,5 | 350825 |
| 7 | Склад матеріалі | 119,6 | 168155 | 189,9 | 222413 |
| 8 | Склад виробів | 101,8 | 143157 | 127,8 | 149669 |
| 9 | Транспортний цех | 115,3 | 162067 | 110,5 | 129442 |

В табл. 3.1 вказано такі величини:

W_a , W_p – обсяг спожитих за рік відповідно активної та реактивної електроенергії
(для кожного об'єкта енерговикористання);

P_c , Q_c – середні, відповідно, активна та реактивна потужності об'єктів
підприємства за рік, що визначаються за виразами:

$$P_c = \frac{W_a}{T_p}, \text{ кВт}; \quad Q_c = \frac{W_p}{T_p}, \text{ квар},$$

де T_p – час роботи підприємства за рік (2580 год.).

- Середній тариф за електроенергію – 4 грн./кВт·год.);
- Параметри трансформаторів для аналізу – на даний момент на підприємстві встановлено 3 цехові ТМ потужністю 1000/10 кВА (двотрансформаторні), що живляться кабельними лініями від ЦРП 10 кВ;

Параметри існуючих ліній електропередачі в (табл. 3.2);

Таблиця 3.2 – Існуючі лінії електропередачі на підприємстві

| Лінія | Провідник | Довжина, м |
|---------|----------------|------------|
| ПСТ-ЦРП | АПвЭБВ-35 3x35 | 1000 |
| ПСТ-ЦРП | АПвЭБВ-35 3x35 | 1000 |
| ЦРП-ТП1 | АПвЭБВ-10 3x10 | 100 |
| ЦРП-ТП2 | АПвЭБВ-10 3x10 | 100 |
| ЦРП-ТП3 | АПвЭБВ-10 3x10 | 100 |

Інформація, що необхідна для перевірки ефективності вибору системи опалення та водопостачання на підприємстві

- Дані про обсяги річного споживання теплової енергії та води структурними підрозділами підприємства, що отримані на основі показів відповідних лічильників на кожному об'єкті підприємства, наведено в табл. 3.3.

З таблиці 3.3 випливає, що сума показів лічильників води (25 тис. м³) не дорівнює показу лічильника води на вході підприємства (27,3 тис. м³). Тому необхідним є здійснити перевірку точності роботи лічильників води підприємства, а також оглянути водопровідні мережі на предмет наявності неефективних витрат води.

Таблиця 3.3 – Відомості про річне споживання теплової енергії та води підприємством

| № | Найменування цеху | Теплова енергія, Гкал | Вода, м ³ |
|---|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | Механічний цех №1 | 12506 | 3247 |
| 2 | Механічний цех №2 | 10871 | 2823 |
| 3 | Оброблювальний цех | 11544 | 2998 |
| 4 | Складальний цех | 11063 | 2873 |
| 5 | Лабораторне приміщення | 11255 | 2923 |
| 6 | Адмінкорпус | 13468 | 3497 |
| 7 | Склад матеріалі | 9139 | 2373 |
| 8 | Склад виробів | 8581 | 2228 |
| 9 | Транспортний цех | 7908 | 2053 |
| | Всього | 96335 | 24980 |

Інформація, яка нам необхідна для перевірки ефективності при виборі системи освітлення на підприємстві

Це система зовнішнього освітлення для підприємства, яка складається з 30 ртутних ламп потужністю 250 Вт кожна. Має середній річний час роботи системи освітлення, він складає $T_p = 2500$ год. Тариф на активну електроенергію $B_w = 4$ грн./(кВт·год.).

В Механічному цеху №1 площею 768 м², використовується 10 компактних люмінесцентних ламп MAXUS потужністю 27 Вт на кожну, 1 типова ртутна газорозрядна лампа потужністю в 250 Вт, 8 люмінесцентних ламп ТЛД на потужності 36 Вт кожна та 6 ламп розжарювання ЛОН потужністю в 100 Вт кожна. Середній час роботи в рік системами освітлення приблизно складає $T_p = 2000$ год.

3.3 Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР

Значне використання газу на підприємстві свідчить про необхідність ретельного аналізу параметрів споживання цього енергоресурсу. На рисунку 3.1 наведено графік споживання газу протягом року. Проведений аналіз показує, що обсяг споживання газу у зимовий та літній періоди майже однаковий. Вартість газу за місяць при ціні 7,96 грн./м³ перевищує 6000000 грн. З цього приводу, враховуючи характеристичну діаграму щорічного споживання газу на підприємстві, виникає потреба в оцінці ефективності системи опалення, що використовує газ.

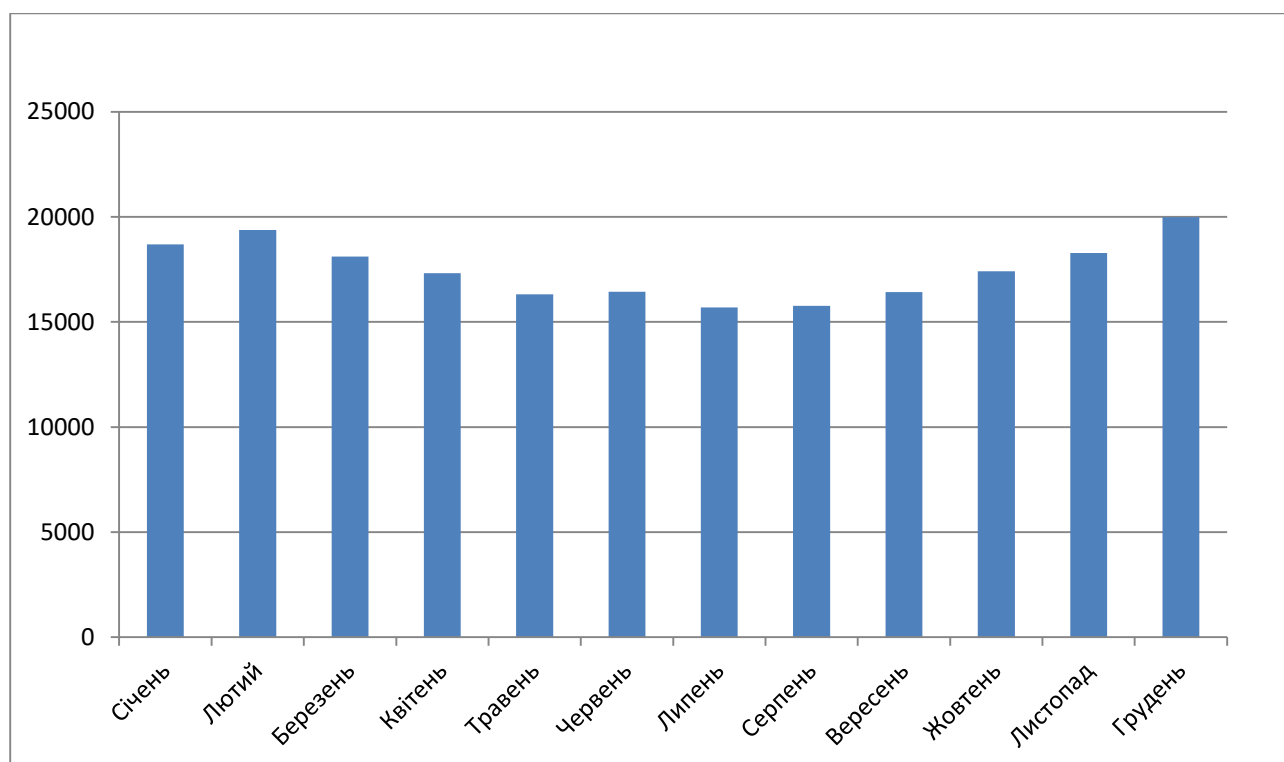


Рисунок 3.1 – Річне споживання газу підприємством за 2021 рік

3.4 Складання та аналіз ПЕБ підприємства

З використанням інформації про споживання енергоресурсів на підприємстві за 2021 рік (див. таблиці 3.1, 3.3), були розроблені паливно-енергетичні баланси. Ці баланси ілюструють розподіл енергоресурсів між цехами та вказують на розмір втрат.

Із зображення балансу електроенергії на підприємстві (рис. 3.2) можна визначити, що найбільш потужність виявляють 1-й цех. Рекомендується провести більш детальне дослідження цього цеху для виявлення можливостей з енергозбереження.

Також потрібно докладніше розглянути систему водокористування в цехах №1 та №6, де рекомендується впроваджувати економний підхід до використання води, використовуючи такий інструмент енергозбереження, як норми використання енергетичних ресурсів. Також потрібно докладніше розглянути систему водокористування в цехах №1 та №6, де рекомендується впроваджувати економний підхід до використання води, використовуючи такий інструмент енергозбереження, як норми використання енергетичних ресурсів.

Отже, виявлено, що необхідно провести перевірку правильності визначення обсягів використання води кожним об'єктом підприємства, а також оцінити

ефективність водопровідних мереж для виявлення непотрібних витрат води.



Рисунок 3.2 – Баланс використання електроенергії на підприємстві

З аналізу балансу використання теплової енергії випливає, що найбільше тепла споживається у виробничому корпусі, Механічному цеху №1 та Адмінкорпусі №6. Запропоновано провести оцінку ефективності використання системи інфрачервоного опалення в цехах №1 та №6.

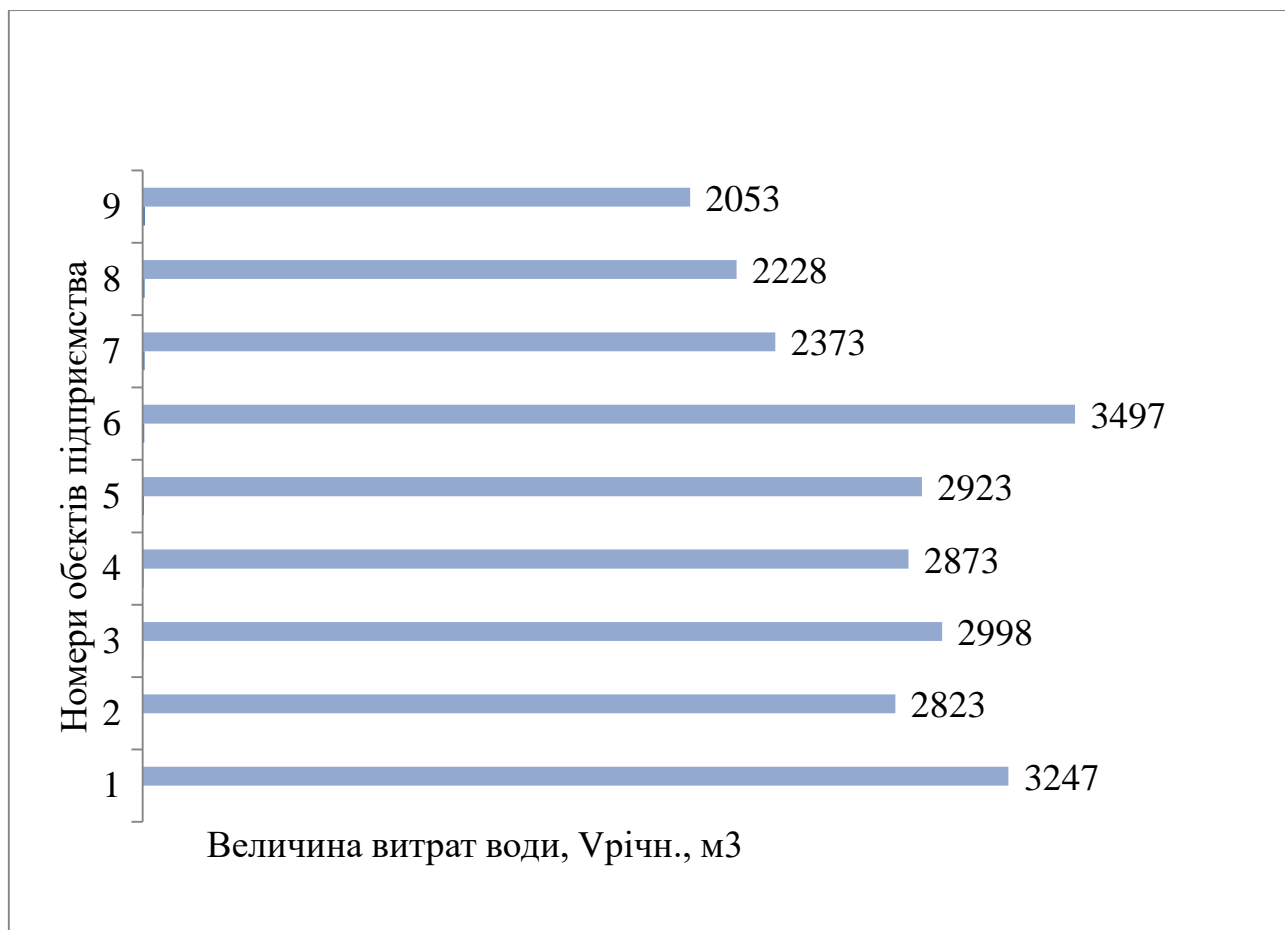


Рисунок 3.3 – Баланс використання води на підприємстві

На рис. 3.4 показаний баланс використання теплової енергії на підприємстві.

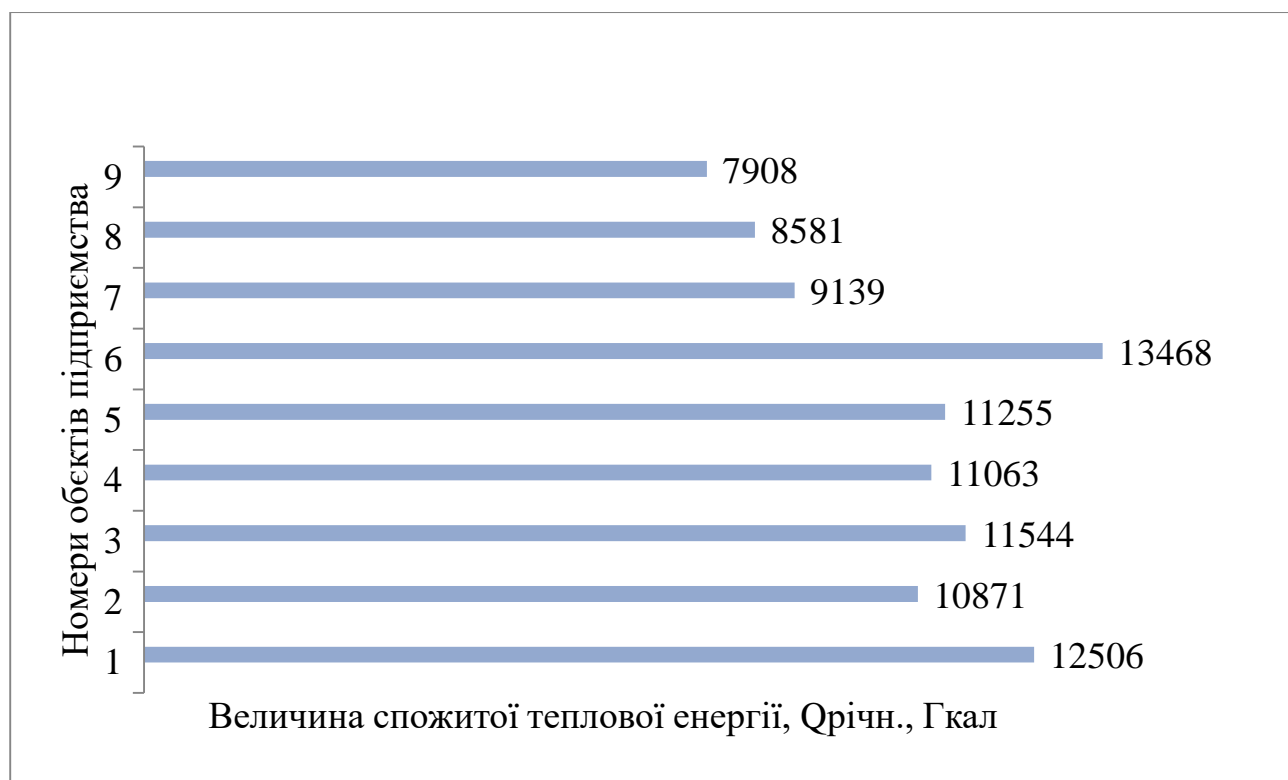


Рисунок 3.4 – Баланс використання теплової енергії на підприємстві

3.5 Визначення питомих норм споживання ПЕР

Енергоаудитор зібрав дані про обсяги виробництва продукції та використання первинної енергії для виробництва цих товарів. Основні види виробленої на підприємстві продукції включають: Ваги торгові, промислові та інші типи під замовлення. Зважаючи на те, що на підприємстві виробляється різноманітна продукція, розрахунок загальновиробничих норм використання електроенергії, газу та води на одиницю вартості продукції стає доцільним. Сумарна вартість за 2021 р. випущеної продукції склала $B_{\Sigma} = 577$ млн. грн. (див. табл. 1.3) Обсяги річного використання ПЕР (див. табл. 1.4):

електроенергія: $w = 2544185$ кВт·год.;

газ: $V = 209808$ м³;

вода: $V = 24980$ м³.

Загальновиробничі норми використання ПЕР розраховуються за формулою:

$$H = \frac{ПЕР}{B_{\Sigma}}, \text{ од. ПЕР/грн.прод.}$$

де $ПЕР$ – обсяг спожитих паливно-енергетичних ресурсів;

B_{Σ} – вартість спожитих паливно-енергетичних ресурсів.

Загальновиробнича заводська норма використання електроенергії за 2021 р.:

$$H = \frac{2544185}{577000000} = 0,0044 \text{ (кВт·год./грр. прод.)}$$

Загальновиробнича заводська норма використання газу за 2021 р.:

$$H = \frac{209808}{577000000} = 0,00036 \text{ (м}^3\text{/грр. прод.)}$$

Загальновиробнича заводська норма використання води за 2021 р.:

$$H = \frac{24980}{577000000} = 0,000043 \text{ (м}^3\text{/грр. прод.)}$$

3.6 Компенсація реактивної потужності на підприємстві

Перевірка ефективності впровадження засобів компенсації реактивної потужності (КРП) широко застосовується і стає досить загальною задачею, оскільки багато підприємств мають значну частку реактивних навантажень, таких як електроприводи та системи освітлення.

Для проведення аналізу необхідно побудувати електричну схему заміщення системи електропостачання підприємства відповідно до однолінійної схеми.

В додатку Г показано однолінійну схему системи електропостачання ТОВ НВП «ПРОМПРИЛАД», яка містить в собі: точку приєднання підприємства до підстанції енергосистеми напругою 10 кВ, ЦРП, також дві двотрансформаторні цехові підстанції, і має середньорічні активні ($P_{нс1} - P_{нс4}$) і реактивні навантаження цехів ($Q_{нс1} - Q_{нс4}$), які приєднані до даних трансформаторів. На запропонованій схемі також показано місця для встановлення конденсаторних батарей ($Q_{к1} - Q_{к4}$).

Алгоритм аудиторської перевірки наведений нижче.

1. Розрахуємо критерій ефективності використання для компенсації реактивної потужності на підприємстві:

$$T = \frac{K}{E}, [\text{роки}] \quad (3.1)$$

де T – це термін окупності системи КРП, років;

K – це капіталовкладення в систему КРП, грн.;

E – це наша економія коштів внаслідок встановлення установок КРП, грн.

2. Проведемо визначення економії коштів після встановлення системи КРП. Економія коштів являє собою різницею між витратами, які пов'язані з протіканням реактивної потужності по мережі підприємства до встановлення нами установок КРП ($V^{до}$) і після їх встановлення ($V^{після}$):

$$E = V^{до} - V^{після}, [\text{грн}]. \quad (3.2)$$

Підкреслимо, що витрати до та після застосування конденсаторних установок містять наступні складові:

$$V^{до} = V_{втр}^{до} + V_{Wp}^{до}, [\text{грн}] \quad (3.3)$$

$$V^{після} = V_{втр}^{після} + V_{Wp}^{після} + V_{втр}^{БК}, [\text{грн}] \quad (3.4)$$

де $V_{втр}^{до} = \sum_{i=1}^n \Delta W_i^{до} \cdot C_{Wa}$, $V_{втр}^{після} = \sum_{i=1}^n \Delta W_i^{після} \cdot C_{Wa}$ – це вартість втрат активної енергії

в n частинах системи електропостачання (СЕП) та (лініях і трансформаторах);

$\Delta W_i^{до}$, $\Delta W_i^{після}$ – наші втрати активної енергії на i -му елементі СЕП;

C_{Wa} – являє тариф на електроенергію, грн./кВт·год.);

$V_{втр}^{БК} = \sum_{j=1}^m \Delta W_j^{БК} \cdot C_{Wa}$ – розмір втрат активної енергії на батареях статичних

конденсаторів з компенсаційних установок;

$V_{Wp}^{до}$, $V_{Wp}^{після}$ – представляє вартість перетоків реактивної електроенергії між певною енергопостачальною організацією і споживачем, який, згідно з [12], визначається за наступним виразом:

$$V_{Wp} = V_1 + V_2 - V_3, [\text{грн}] \quad (3.5)$$

Складові виразу (5) мають визначаються таким чином:

$$V_1 = (W_p^{сп} + K \cdot W_p^{ген}) \cdot D \cdot C_{Wa}, [\text{грн}] \quad (3.6)$$

де $W_p^{сп}$ – це споживана реактивна енергія за точкою обліку, квар·год.;

$W_p^{ген}$ – це генерована реактивна енергія за точці обліку, квар·год.;

$K = 3$ – являє собою нормативний коефіцієнт під врахування збитків енергопостачальної організації до генерації реактивної електроенергії;

D - це числовий показник економічної еквівалентності реактивної потужності, який визначає вплив реактивного потоку в точці обліку на втрати активної потужності в розрахунковому режимі і вимірюється у кількості кіловат-кільовар.

$$V_2 = V_1 \cdot C_{БАЗ} \cdot (K_j - 1), [\text{грн}] \quad (3.7)$$

Де B_2 - це додатковий збір за недостатнє обладнання електричної мережі споживача засобами компенсації реактивної потужності, який стягується, якщо середній коефіцієнт реактивної потужності споживача за розрахунковий період є меншим.

$\text{tg}\phi > 0,25$ – коефіцієнт для промислових споживачів і $\text{tg}\phi > 0,75$ – для непромислових споживачів;

$C_{\text{БАЗ}} = 1,3$ – являє нормативне базове значення коефіцієнта для стимулювання вкладень коштів в засоби КРП в електричних мережах споживача;

K_ϕ – коефіцієнт, що визначається за виразами:

– для промислових споживачів:

$$K_\phi = (\text{tg}\phi - 0,25)^2 + 1 \quad (3.8)$$

– для непромислових споживачів:

$$K_\phi = (\text{tg}\phi - 0,75)^2 + 1 \quad (3.9)$$

Коефіцієнт реактивної потужності споживача визначається середнім значенням відношення споживаної активної електроенергії до реактивної електроенергії протягом розрахункового періоду.

$$\text{tg}\phi = W_p^{\text{сп}} / W_a^{\text{сп}} \quad (3.10)$$

Наступна складова B_3 передбачає зменшення витрат за споживання та вироблення реактивної електроенергії за умови належного обладнання електричної мережі споживача компенсаційними пристроями та узгодженням з енергопостачальною організацією.

Для визначення компонентів виразу (3.4) необхідно провести розрахунки втрат енергії в різних елементах системи електропередачі. Згідно з [9], втрати електроенергії в електричній мережі визначаються з використанням коефіцієнта форми графіка навантаження за струмом, який, в значній мірі, враховує нерівномірність графіка навантаження.

$$\Delta W = 3k_{\text{фг}}^2 I_c^2 RT \cdot 10^{-3}, [\text{кВт/Год}] \quad (3.11)$$

де $k_{\text{фл}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n I_i^2 \cdot t_i / \sum_{i=1}^n t_i}}{\sum_{i=1}^n I_i \cdot t_i / \sum_{i=1}^n t_i}$ – це коефіцієнт форми графіка навантаження за струмом,

тут I_i – являє середній струм навантаження в певному i -му періоді вимірювання, який має вимірюватись або розраховується за наступним виразом:

$$I_c = \frac{\sqrt{P_c^2 + Q_c^2}}{\sqrt{3} \cdot U}, \text{ [A]} \quad (3.12)$$

тут P_c , Q_c – це відповідно, наші середні активна та реактивна потужності під навантаження, що постачається через елемент системи електропередачі (лінію або трансформатор) за розрахунковий період T ;

U – це напруга елемента лінії електропередачі, кВ.

I_c – представляє середній струм, який може визначатись за виразом (3.12)

або

$$I_c = \frac{\sqrt{W_a^2 + W_p^2}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot T}, \text{ [A]} \quad (3.13)$$

Наші річні втрати електроенергії підприємства в трансформаторах визначаються за наступним виразом [8–10]

$$\Delta W_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{хх}} T_{\text{тр}} + \beta^2 \Delta P_{\text{кз}} T_{\text{н}}, \quad (3.14)$$

де $\Delta P_{\text{хх}}$ – являє собою втрати холостого ходу трансформатора, кВт;

$\Delta P_{\text{кз}}$ – представляє короткого замикання трансформатора, кВт;

$T_{\text{тр}}$ – це час, протягом якого трансформатор приєднано до мережі, год.;

$T_{\text{н}}$ – це час, протягом якого трансформатор працює під навантаженням, год.;

β – коефіцієнт завантаження трансформатора, квадрат якого за умов змінного навантаження визначається за виразом:

$$\beta^2 = \frac{k_{\text{фа}}^2 P_c^2 + k_{\text{фр}}^2 Q_c^2}{S_{\text{н}}^2}, \quad (3.15)$$

де $k_{\text{фа}}$ – коефіцієнт форми графіка активної потужності;

$k_{\text{фр}}$ – коефіцієнт форми графіка реактивної потужності;

P_c – середнє значення активної потужності за розрахунковий період;

Q_c – середнє значення реактивної потужності.

Величини P_c та Q_c визначаються для кожної лінії як суми середніх потужностей цехів (табл. 3.4), що живляться від конкретного трансформатора.

Таблиця 3.4 – Визначення середніх потужностей P_c і Q_c

| Номер трансформатора | Номери цехів | P_c | Q_c |
|----------------------|--------------|-------|-------|
| 1 | 1-3 | 648,2 | 749 |
| 2 | 5,6 | 623,6 | 607,1 |
| 3 | 4, 7-9 | 538,3 | 734 |

Розрахунок реалізовано з використанням електронних таблиць Excel (рис. 3.5 – 3.7).

Під час розрахунку прийняті коефіцієнти форми графіків струму, активної та реактивної потужності, розраховані на основі зібраних статистичних даних.

Для більш точного розрахунку необхідно вибирати такі інтервали вимірювання, під час яких значення середніх потужностей наближаються до діючих.

Під час інтервалу вимірювання в 1 год. ці потужності дорівнюють значенню спожитої електроенергії. Тому їх можна легко отримати з використанням лічильників активної та реактивної енергії.

Значення I_i , як було вказано раніше, може визначатись на основі відомостей про значення величин P_{ci} , Q_{ci} на i -му інтервалі за формулами (3.12) або (3.13).

На зображенні 3.5 представлено обчислення зменшення вартості втрат електроенергії в трансформаторах при повній компенсації реактивної потужності за допомогою електронних таблиць Excel, а також подані використані формули.

На зображенні 3.5 представлено розрахунок скорочення вартості втрат електроенергії в кабельних лініях при повній компенсації реактивної потужності, а також подані використані формули.

| Визначення вартості зниження втрат електроенергії в трансформаторах підприємства | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------|------|------|-----------------|--------------|-----------------|---------------|
| | dP _{xx} , кВт | dP _{кз} , кВт | S _n , кВА | P _c , кВт | Q _c , квар | T, год | кфа | кфр | C, грн/кВт*год. | Ввтр.до, грн | Ввтр.після, грн | Економія, грн |
| Тр-р №1 | 1,9 | 10,5 | 1000 | 648,2 | 749 | 8760 | 1,3 | 1,28 | 4 | 616 066,6 | 277 895,1 | 338 171,5 |
| Тр-р №2 | 1,9 | 10,5 | 1000 | 623,6 | 607,1 | 8760 | 1,31 | 1,29 | 4 | 487 835,4 | 262 176,1 | 225 659,3 |
| Тр-р №3 | 1,9 | 10,5 | 1000 | 538,3 | 734 | 8760 | 1,28 | 1,27 | 4 | 511 023,1 | 191 315,5 | 319 707,6 |
| Всього по трансформаторах | | | | | | | | | | | | 883538,4 |
| Ввтр.до, грн = $C3 \cdot N3 + D3 \cdot N3 \cdot (I3^2 \cdot F3^2 + J3^2 \cdot G3^2) / E3^2 \cdot K3$ | | | | | | | | | | | | |
| Ввтр.після, грн = $C3 \cdot N3 + D3 \cdot N3 \cdot (I3^2 \cdot F3^2) / E3^2 \cdot K3$ | | | | | | | | | | | | |
| Економія, грн = $L3 - M3$ | | | | | | | | | | | | |
| Всього по трансформаторах = СУММ(N3:N5) | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 3.5 – Визначення вартості зниження втрат електроенергії в трансформаторах підприємства

| Визначення вартості зниження втрат електроенергії в кабельних лініях підприємства | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|----------------------|-----------------------|--------|-------|-------|-----------|-----------------|--------------|-----------------|---------------|
| | кфІдо | кфІпісля | P _c , кВт | Q _c , квар | T, год | U, кВ | l, км | R0, Ом/км | C, грн/кВт*год. | Ввтр.до, грн | Ввтр.після, грн | Економія, грн |
| КЛ1 | 1,29 | 1,28 | 648,2 | 749 | 8760 | 10 | 0,2 | 1,1 | 4 | 125865,8 | 53067,0 | 72798,8 |
| КЛ2 | 1,28 | 1,27 | 623,6 | 607,1 | 8760 | 10 | 0,2 | 1,1 | 4 | 95666,3 | 48351,1 | 47315,2 |
| КЛ3 | 1,28 | 1,27 | 538,3 | 734 | 8760 | 10 | 0,3 | 1,1 | 4 | 156964,9 | 54042,4 | 102922,5 |
| Всього по КЛ | | | | | | | | | | | | 223036,6 |
| Ввтр.до, грн = $3 \cdot C3^2 \cdot (\text{КОРЕНЬ}(E3^2 + F3^2) / (3^0,5 \cdot N3))^2 \cdot J3 \cdot I3 \cdot G3 \cdot 10^{-3} \cdot K3$ | | | | | | | | | | | | |
| Ввтр.після, грн = $3 \cdot D3^2 \cdot (\text{КОРЕНЬ}(E3^2) / (3^0,5 \cdot N3))^2 \cdot J3 \cdot I3 \cdot G3 \cdot 10^{-3} \cdot K3$ | | | | | | | | | | | | |
| Економія, грн = $L3 - M3$ | | | | | | | | | | | | |
| Всього по КЛ = СУММ(N3:N5) | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 3.6 – Визначення вартості зниження втрат електроенергії в кабельних лініях підприємства

При проведенні розрахунків щодо зменшення втрат електроенергії в кабельних лініях слід враховувати, що коефіцієнт , який визначається на основі даних про , , може виявитися трохи різним до і після компенсації. Це пояснюється тим, що після компенсації реактивної потужності величини будуть меншими, ніж до компенсації.

На рисунку 3.7 представлено розрахунок суми, яку підприємство сплачує за спожиту реактивну енергію. При повній компенсації ця величина буде дорівнювати економії підприємства, яка пов'язана із зменшенням споживання

реактивної енергії.

| Визначення величини зниження оплати за електроенергію підприємством внаслідок КРП | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-------|-------------|-----------------|------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| W _{асп} , кВт*год | W _{рсп} , квар*год | tgφ | D, кВт/квар | C, грн/кВт*год. | C _{баз} | B ₁ , грн | B ₂ , грн | B _{Wp} , грн |
| 2449180 | 2143032 | 0,875 | 0,02 | 4 | 1,3 | 171443 | 87061 | 258503 |
| B ₁ , грн = C ₃ *E ₃ *F ₃ | | | | | | | | |
| B ₂ , грн = H ₃ *G ₃ *(D ₃ -0,25) ² | | | | | | | | |
| B _{Wp} , грн = H ₃ +I ₃ | | | | | | | | |
| Повна економія внаслідок КРП = | | | | | | | 1365078 | |

Рисунок 3.7 – Визначення величини зниження оплати за електроенергію підприємством внаслідок КРП

Зведення результатів розрахунків, які подані на рисунках 1.6–1.7, дозволяє отримати передбачувану суму загальної економії підприємства через компенсацію реактивної потужності, яка становить 1,365,078 грн.

З урахуванням висновків попереднього аналізу заходів з енергозбереження очікується, що термін окупності компенсаційних пристроїв буде наступним:

$$T = \frac{B_{KV}}{C} = \frac{1300000}{1365078} = 0,95 \text{ (року)},$$

І це є прийнятним. По закінченні терміну окупності і за такою ж енергоспоживаючою моделлю підприємство, завдяки компенсації реактивної потужності, очікується економія понад 1365078 грн. на рік.

3.7 Перевірка ефективності системи інфрачервоного опалення приміщень підприємства.

На підприємстві в цехах функціонує система водяного опалення. За умов неповного завантаження виробничих приміщень, частина тепла витрачається неефективно, оскільки здійснюється обігрів всього корпусу, а не лише робочих зон. Запропоновано встановити в цехах системи інфрачервоного опалення над робочими місцями замість існуючої системи опалення. Ці системи повинні

відповідати вимогам, викладеним у [13]. Запропоновані системи мають кілька переваг у порівнянні з традиційними [13, 14]:

- повинні забезпечувати корисні та екологічно чистий економічний обігрів;
- Насамперед обігрівають людей і верстати;
- Нагрівають необхідні ділянки в цехах;
- Чудово підходять для використання на робочих місцях, де необхідний тимчасовий обігрів зони роботи;
- зігрівають людину навіть у відкритих (великих) приміщеннях та у холодну погоду;
- обігрівають важкодоступні зони та забезпечують швидке передачу тепла (протягом до 30 секунд);
- не піддаються впливу вітру та протягів;
- можливість направленої подачі тепла;
- легкі у використанні;
- відсутність неприємних та шкідливих запахів;
- безшумна робота;
- не спричиняють висихання повітря;
- декларують відсутність головного болю;
- не зменшують рівень кисню в приміщенні;
- в порівнянні з іншими системами обігріву більш безпечні відносно можливості отруєння та загоряння;
- запобігають появі мікроорганізмів і бактерій;
- забезпечують економію паливно-енергетичних ресурсів;
- дозволяють організацію чергового опалення в неробочий час і вихідні дні.

За даними нашого підприємства, потреби на опалення та вентиляції в цехах протягом 2021 р. було витрачено близько $V_g = 209,808$ тис. м³ природного газу. Тому пропонується над робочими зонами цеху встановити 5 побутово-

промислових інфрачервоних обігрівачів моделі PRO4000 фірми EKOSTAR потужністю 4 кВт та вартістю $B_n = 12000$ грн. кожний. В перемінному режимі даний обігрівач може мати мінімальну потужність близько 1 кВт.

З урахуванням чергового режиму, який вимагає 30% витрат електроенергії в порівнянні з основним режимом, споживання електроенергії в період опалювання становитиме:

$$W = n \cdot (P_1 \cdot t_1 \cdot 100 + P_2 \cdot t_2 \cdot 100 + P_2 \cdot 24 \cdot 50), [\text{кВт/год}] \quad (3.16)$$

де n – це кількість обігрівачів;

P_1, P_2 – являє собою потужності нагрівача на основному та черговому режимах;

$t_1, t_2, 24$ – це час роботи нашої опалювальної системи відповідно;

100, 0 – кількісна характеристика робочих і вихідних днів в опалювальному періоді на підприємстві;

$$W = 15 \cdot (4 \cdot 20 \cdot 150 + 1 \cdot 4 \cdot 150 + 1 \cdot 24 \cdot 0) = 180000, (\text{кВт} \cdot \text{год}).$$

Так розраховується річна економія витрат, грн.

$$E = V_g \cdot \Pi_g - W \cdot \Pi_w, [\text{грн}] \quad (3.17)$$

де Π_g, Π_w – поточні тарифи на газ та електроенергію, грн./тис. м³ та грн./(кВт·год.).

$$E = 209,808 \cdot 7960 - 180000 \cdot 4 = 950100 (\text{грн}).$$

Розрахована вартість устаткування:

$$B_y = n \cdot B_n = 15 \cdot 12000 = 180000 (\text{грн}). \quad (3.18)$$

Поточні витрати на введення в експлуатацію обладнання (вартість проекту, транспортування, монтажу) величину приймаємо в розмірі $B_{пр.м.} = 200000$ грн. Загальні витрати:

$$K = B_y + B_{пр.м.} = 180000 + 200000 = 380000 (\text{грн}).$$

Оцінка простої окупності:

$$T = \frac{K}{E_{суп}} = \frac{380000}{950100} = 0,39 (\text{року}).$$

Отже, зважаючи на короткий термін окупності, застосування інфрачервоних обігрівачів може бути результативним, призводячи до економії 950,100 тис. гривень на рік уже через 5 місяців.

3.8 Модернізація системи освітлення

Освітлювальні системи - це системи, що використовують електроенергію. Забезпечення енергозбереження можливе за допомогою оптимізації розрахунків систем освітлення, використання більш продуктивних джерел світла, застосування систем управління освітленням, впровадження організаційних заходів і т.д.

Необхідність проведення аудиту обумовлена значним внеском, який система освітлення вносить у загальне навантаження на досліджуваному підприємстві. Нижче подано етапи конструювання математичної моделі для оцінки ефективності енергозберігаючих заходів. Запропонований показник ефективності представлено у вигляді значення приведеної річної економії коштів і розраховується за наступним виразом:

$$E_p = \frac{B^{Л1} - B^{Л2}}{T_{роз}} \rightarrow \max, \quad (3.19)$$

де $B^{Л1}$, $B^{Л2}$ – це певні витрати, які пов'язані з використанням відповідної працюючої та альтернативної ламп за розрахунковий період, грн.;

$T_{роз}$ – являє собою розрахунковий період, протягом якого розраховуються витрати в системі освітлення, років:

$$T_{роз} = \frac{T_{\max}}{T_p}, [\text{років}], \quad (3.20)$$

де T_{\max} – це найбільший термін служби порівнюваних ламп, год.;

T_p – являє собою річний час роботи системи освітлення, год./рік.

Можна розрахувати витрати на діючу систему освітлення за розрахунковий період:

$$B^{Л1} = \left(\text{Окр} > \left\{ \frac{T_{\text{макс}} - T_{\text{зал}}}{T_{\text{Л}}} \right\} K_{\text{Л}} + P_{\text{Лн}} \cdot T_{\text{макс}} \cdot B_{\text{W}} \right) \cdot n, [\text{грн}] \quad (3.21)$$

де $\text{Окр} >$ – це символ, яки означає округлення діючого результату у фігурних дужках до більшого цілого;

$T_{\text{Л}}$ – це номінальний термін служби встановлених ламп, система освітлення з використанням яких аналізується, год.;

$T_{\text{зал}}$ – являє собою залишковий термін роботи діючої лампи до її заміни, год;

$K_{\text{Л}}$ – це вартість лампи, грн.;

$P_{\text{Лн}}$ – це номінальна потужність лампи, кВт.;

B_{W} – це тариф на електроенергію, грн./кВт·год.;

n – це кількість ламп даного типу в системі освітлення.

Рахуємо витрати на альтернативну систему освітлення протягом розрахункового періоду:

$$B^{Л2} = \left(\frac{T_{\text{макс}}}{T_{\text{Л}}} K_{\text{Л}} + P_{\text{Лн}} \cdot T_{\text{макс}} \cdot B_{\text{W}} \right) \cdot n - K_{\text{ЛКВ}}, [\text{грн}] \quad (3.22)$$

де $K_{\text{ЛКВ}}$ – представляє ліквідну вартість ламп діючої системи освітлення.

Отже, система зовнішнього освітлення на ТОВ НВП «ПРОМПРИЛАД» складається з 30 ртутних ламп потужністю на 250 Вт кожна. А середній річний час роботи системи освітлення наближений до $T_p = 2500$ год. Діючий тариф на активну електроенергію $B_{\text{W}} = 4$ грн./(кВт·год.).

Запропоновано перейти від використання ртутних ламп на світлодіодні. Світловий вихід останніх майже вдвічі більший, ніж у ртутних ламп. Для заміни ртутних ламп потужністю 250 Вт рекомендується встановити світлодіодні лампи потужністю 150 Вт. Характеристики обох типів ламп наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Порівняльні характеристики дугових ртутних ламп (ДРЛ) і світлодіодні ламп

| Лампа | Потужність, | Світловий | Термін | Цоколь | Ціна, |
|-------|-------------|-----------|--------|--------|-------|
|-------|-------------|-----------|--------|--------|-------|

| | Вт | потік, лм | служби, год. | | грн. |
|----------|-----|-----------|-----------------|-----|------|
| ДРЛ | 250 | 13000 | 6000 | E40 | 960 |
| Натрієва | 150 | 15000 | 12000 | E40 | 1200 |

При двох типах ламп, які нами досліджуються, найбільший строк служби має світлодіодна лампа. Тому $T_{\text{макс}} = 12000$ год.

А лампи ДРЛ вже працювали 4000 год., і тому залишковий термін роботи до їх заміни встановлюємо таким: $T_{\text{зал}} = 6000 - 4000 = 2000$ (год).

Рахуємо витрати на систему освітлення з лампами ДРЛ за розрахунковий період відповідно, згідно з (20),

$$V_{\text{ДРЛ}} = \left(\text{Окр} > \left\{ \frac{12000 - 2000}{6000} \right\} \cdot 960 + 250 \cdot 10^{-3} \cdot 12000 \cdot 4 \right) \cdot 30 = 860040 \text{ (грн.)},$$

за світлодіодними лампами, опираючись на (21) :

$$V_{\text{НЛ}} = \left(\frac{12000}{12000} \cdot 1200 + 100 \cdot 10^{-3} \cdot 12000 \cdot 4 \right) \cdot 30 = 363000 \text{ (грн.)}.$$

Розрахунковий період визначення витрат в системі освітлення дорівнює:

$$T_{\text{роз}} = \frac{12000}{2500} = 4,8 \text{ (року)}.$$

Таким чином, розрахунки витрат за формулами (20) і (21) проведені на основі десятирічного періоду. Це ґрунтується припущенням, що всі лампи працюють протягом точно визначеного терміну служби. Варто зауважити, що реальна експлуатація може призвести до відхилень, тому такі розрахунки є лише наближеними. За допомогою формули (18) буде визначено приведену до одного року економію коштів внаслідок переходу від ламп ДРЛ до світлодіодних у системі освітлення.

$$E_p = \frac{860400 - 363000}{10} = 104000 \text{ (грн.)}.$$

Порахуємо термін окупності для модернізованої системи освітлення

$$T = \frac{K_{\text{НЛ}} \cdot n}{E_p} = \frac{1200 \cdot 30}{104000} = 0,34 \text{ (року)}.$$

Отже, оскільки щорічна економія вартості понад 104000 тис. грн., а термін окупності капітальних витрат становить 0,34 року, можна визначити, що модернізація системи освітлення через заміну ламп ДРЛ на світлодіодні є ефективною. Такий же аналіз був проведений для заміни ламп розжарення на люмінесцентні.

Освітлювальна система компресорної станції включає в себе 14 люмінесцентних ламп потужністю 36 Вт кожна. Середня щорічна тривалість роботи системи освітлення становить $T_p = 2000$ годин. Тариф на активну електроенергію складає $B_w = 4$ грн./кВт·год. Пропонується замінити ртутні лампи на натрієві, а характеристики обох видів ламп представлені у таблиці Таблиця 3.6 – Порівняльні характеристики дугових ртутних ламп (ЛЛ) і ЛЕД ламп

| Лампа | Потужність, Вт | Світловий потік, лм | Термін служби, год. | Цоколь | Ціна, грн. |
|-------|----------------|---------------------|---------------------|--------|------------|
| ЛЛ | 36 | 2000 | 20000 | G13 | 200 |
| ЛЕД | 18 | 1800 | 30000 | G13 | 500 |

Бачимо, що серед двох наданих типів ламп, які досліджуються, більший строк служби у ЛЕД лампи. Тому $T_{\max} = 30000$ (год).

А лампи ДРЛ вже відпрацювали 2 000 год., і тому залишковий термін роботи до їх заміни дорівнює $T_{\text{зал}} = 20000 - 2000 = 18000$ (год).

Отримаємо витрати на освітлення з застосуванням ламп ЛЛ за розрахунковий період:

$$B_{\text{ЛЛ}} := \left[\left(\frac{30000 - 13000}{20000} \right) \cdot 200 + 36 \cdot 10^{-3} \cdot 30000 \cdot 4 \right] \cdot 14 = 62860 \text{ (грн)},$$

Отримуємо витрати на альтернативні системи освітлення за розрахунковий період:

та з ЛЕД, згідно з (1.5),

$$B_{\text{ЛЛ}} := \left[\left(\frac{30000}{30000} \right) \cdot 500 + 18 \cdot 10^{-3} \cdot 30000 \cdot 4 \right] \cdot 14 = 37240 \text{ (грн)},$$

Розрахунковий період витрат в нашій новій системі освітлення:

$$T_{роз} = \frac{30000}{20000} = 15 \text{ (року)}.$$

Отже, витрати, розраховані за виразами (1.4), (1.5), визначені за період в 15 року. Це стосується умови, коли всі лампи працюють з точністю до визначеного терміну служби. Реальна ефективність може варіюватись, тому розрахунки за таким підходом є приблизними.

За виразом (1.6) визначимо приведену до одного року економію коштів в наслідок заміни в системі освітлення ламп ЛЛ на ЛЕД

$$E_p := \frac{62860 - 37240}{15} = 1708 \text{ (грн)},$$

Простий термін окупності модернізованої системи освітлення

$$T = \frac{K_{НЛ} \cdot n}{E_p} = \frac{500 \cdot 14}{1708} = 4.098 \text{ (року)},$$

Таким чином, Заміна є ефективною оскільки один рік – це невеликий термін, хіба що 1708 грн. в рік – для підприємства невеликі гроші і йому лінь витратити сили на модернізацію.

Енергоаудиторський висновок

Під час аудиту в ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" було виявлено, що підприємство спеціалізується на виробництві ваг для продажу як на території України, так і за її межами. Виробничі процеси включають в себе використання електроенергії, газу та води. Серед основних споживачів енергоресурсів є виробничі механізми з асинхронними двигунами, котельня та освітлювальне обладнання.

Після докладного аналізу використання природного енергетичного ресурсу (ПЕР) на підприємстві, були сформульовані наступні рекомендації щодо енергозбереження:

- встановлення засобів компенсації реактивної потужності стає необхідним через присутність асинхронних двигунів, які споживають значні обсяги активної та реактивної потужностей на підприємстві, при цьому активна потужність має високу вартість.

- заміна ртутних ламп світлодіодними та ламп розжарення більш економічними визначається великою питомою потужністю системи освітлення та тривалістю її роботи.

- перетворення водяної системи опалення цехів підприємства, які відрізняються значними площами та обмеженою кількістю виробничого персоналу, у систему опалення із застосуванням інфрачервоних обігрівачів.

Після поглибленого аналізу запропонованих заходів з енергозбереження було встановлено:

1. Застосування КУ на підприємстві є ефективним заходом з економії електроенергії, що окупиться менше ніж за 0,95 року і приведе до щорічної економії коштів підприємства більше 1,36 млн. грн.

2. Використання інфрачервоних обігрівачів може бути ефективним і приводити до економії коштів підприємства більше, ніж 950,1 тис. гривень щороку.

3. Заміна ламп ДРЛ зовнішнього освітлення на світлодіодні приведе до річної економії коштів понад 104 тис. грн. при терміні окупності капіталовкладень 0,34 року.

4. Заміна ламп ЛЛ з освітлення на світлодіодні приведе до річної економії коштів понад 1,7 тис. грн. при терміні окупності капіталовкладень 4,098 року.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Суть техніко-економічного обґрунтування роботи полягає у проведенні попередніх техніко економічних розрахунків, які підтверджуються доцільність капіталовкладень в даний енергетичний об'єкт [22].

Доцільність реалізації проекту обґрунтовується:

- задоволення потреб суспільства продукцією підприємства;
- створення нових робочих місць та працевлаштуванням населення;
- надання необхідних послуг;
- прибутковістю;
- окупністю капіталовкладень, і т.д.

Вихідні дані для розрахунку:

- виручка від реалізації продукції $V = 22,5$ (млн. грн./рік);
- середньооблікова чисельність персоналу $Ч = 20$;
- середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби $З_{ПІ}$, грн./рік;
- питома заробітна плата в собівартості продукції $d = 12\%$;
- первісна або балансова вартість основних фондів $\Phi = 8,5$ млн грн;
- нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень: $E_H = 0,1$;
- нормований термін окупності, років: $T_{ок} = 10$.
- середньомісячна зарплата одного працівника $З = 6700$ грн./міс.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$З_{ПІ} = 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 6700 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0.18 \quad (\text{млн грн/рік}), \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1.38 \cdot Ч \cdot З_{ПІ}}{d} = \frac{1.38 \cdot 20 \cdot 0.18}{0.12} = 18.5 \quad (\text{млн грн/рік}), \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi = B - C = 22,5 - 18,5 = 4 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{\text{ор}} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{8,5}{4} = 2,1 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{\text{ор}} = 2,1 < T_{\text{ок}} = 10 \text{ (років)}.$$

Даний термін не перевищує нормативний, отже розрахунок системи електропостачання є прибутковим.

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства, показаної на рис. 4.1 та вихідних даних у табл. 4.1, 4.2, необхідно виконати такі розрахунки:

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

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

| Підстанція | Тип трансформатора | Кількість трансформаторів | Факт. потужність підстанції, кВА |
|------------|--------------------|---------------------------|----------------------------------|
| ТП | ТМ-1000 | 3 | 879,66 |

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

| Найменування ліній | Довжина лінії від ТП до ГПП, м | Марка кабелю | К-сть |
|--------------------|--------------------------------|--------------|-------|
| ТЕЦ-ГПП | 132 | АПвЭБВ-35 | 2 |
| ГПП-ТП | 67 | АПвЭБВ-10 | 3 |

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифам:
4,7 грн/кВт·год
2. Прийняти норму амортизації – 6%,
3. Нарахування:
 - в пенсійний фонд – 33,3%,
 - у фонд зайнятості – 1,5%,
 - на соціальне страхування – 1,5%.

Розрахунки виконують на основі однолінійної схеми електропостачання підприємства, див. додаток Г.

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та вартістю їх прокладання.

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{\text{л}} = (K_{\text{пит}} \cdot n + K_{\text{прок}}) \cdot L, \quad (4.5)$$

де $K_{\text{пит}}$ – питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км;

$K_{\text{прок}}$ – питома вартість прокладання, тис. грн./км;

L – довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

| Назва лінії | Марка кабелю | Кількість | Довжина, км | $K_{\text{пит}}$, тис.грн | $K_{\text{прок}}$, тис.грн | $K_{\text{л}}$, тис.грн |
|-------------|--------------|-----------|-------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| ГПП-ТП1 | АПвЭБВ-35 | 2 | 0,132 | 113,63 | 15 | 9,2476 |
| ПС-ГПП | АПвЭБВ-10 | 3 | 0,067 | 186,35 | 15 | 103,279 |
| Разом | | | | | | 112,53 |

Капітальні вкладення для електричних підстанцій [22]:

$$K_{\text{пс}} = \sum_{i=1}^1 K_{\text{псі}} + K_{\text{пост}}, \quad (4.6)$$

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

$K_{\text{пост}}$ – 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.

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

| № | Тип т-ра | Кількість | Код, тис.грн | $K_{\text{пост}}$, тис.грн | $K_{\text{пс}}$, тис.грн |
|---|----------------------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------------|
| ТП-1 | ТМ-1000 | 1 | 230,15 | 127 | 357,15 |
| Трансформатори струму на напругу 10 кВ | ТПЛ-10 150/5 0,5S | 6 | 7,5 | 1,5 | 54 |
| Трансформатори струму нульової понеобхідноовності | ТЗЛУ-125- 30/1 | 2 | 3 | 0,6 | 7,2 |
| Разом: | | | | | 418,35 |

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів та роз'єднувачів. Відповідно до схеми, зображеної на рис. 4.1, кількість вимикачів 10 кВ – 2 шт., кількість роз'єднувачів 10 кВ – 7 шт. Вартість вимикача 10 кВ рівною 50 тис. грн. Вартість роз'єднувачів 10 кВ рівною 5 тис. грн.

Сумарна вартість вимикачів та роз'єднувачів:

$$K_{\text{в}} = 2 \cdot 60 + 3 \cdot 7 + 6 \cdot 3,5 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 11 = 175 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.7)$$

Вартість підстанцій з вимикачами та роз'єднувачами:

$$K_{\text{пс}} = 418,35 + 135 = 553,35 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.8)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 112,53 + 553,35 = 665,88 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.9)$$

4.3 Розрахунок поточних витрат

Для початку розрахуємо потреби в робочій силі на підприємстві.

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

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.10)$$

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

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. [22];

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

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

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

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (4.11)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год [22];

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

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл.4.5.

Таблиця 4.5 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

| Обладнання | К-ть | Поточний ремонт | | | Огляд | | |
|-------------------|-----------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | | К-сть на одиницю облад. рем/рік | Норма трудомісткості люд.год. | Заг. трудмісткість люд.год. | К-сть на одиницю облад. огл/рік | Норма трудомісткості люд.год. | Заг. трудмісткість люд.год. |
| Роз'єднувач 10 кВ | 7 | 1 | 18 | 18 | 12 | 2 | 24 |
| Вимикач 10 кВ | 2 | 1 | 16 | 32 | 12 | 2 | 48 |
| ТМ-1000 | 3 | 0,33 | 300 | 297 | 12 | 20 | 432 |
| ТПЛ-10 150/5 0,5S | 6 | 1 | 16 | 96 | 12 | 1 | 72 |
| ТЗЛУ-125-30/1 | 2 | 1 | 16 | 32 | 12 | 1 | 24 |
| АПвЭБВ-35, км | 0,13 2 | 1 | 14,4 | 1,9 | 1 | 3,6 | 0,216 |
| АПвЭБВ-10,км | 0,06 7 | 1 | 156,6 | 10,4922 | 1 | 37,8 | 20,412 |
| Разом | | | | 547,1 | | | 620,6 |

Таблиця 4.6 – 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. | |
| Роз'єднувач 10 кВ | 1 | 2 | 0,1 | 12 | 43,2 | 67,2 |
| Вимикач 10 кВ | 12 | 2 | 0,1 | 12 | 591,2 | 979,2 |
| ТМ-1000 | 3 | 2 | 0,1 | 12 | 240 | 357,3 |
| ТПЛ-10 150/5 0,5S | 6 | 2 | 0,1 | 12 | 30,4 | 45,6 |
| ТЗЛУ-125-30/1 | 2 | 2 | 0,1 | 12 | 38,8 | 58,2 |
| Кабельна лінія АПвЭБВ-35, км | 0,132 | 2 | 0,1 | 12 | 2,025 | 3,04 |
| Кабельна лінія АПвЭБВ-10,км | 0,067 | 2 | 0,1 | 12 | 44,68 | 67,02 |

| | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|---------|---------|
| Разом | | | | | 1069,88 | 1532,23 |
|-------|--|--|--|--|---------|---------|

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$N_{\text{обс}} = \frac{1532.23}{1900 \cdot 1.05} = 0.768 \quad (4.12)$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$N_{\text{тр}} = \frac{1069.88}{1900 \cdot 1.1} = 0.512 \quad (4.13)$$

Приймаємо за нормами ПУЕ [1] $N_{\text{тр}} = 2$ чол., $N_{\text{обс}} = 2$ чол

Виконаємо оозрахунок 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:

$$\Phi_e = N_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d, \quad (4.14)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4) / 2) \cdot C_1, \quad (4.15)$$

де $K3$, $K4$ – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, [22];

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

$$C_i = \frac{3_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_n}, \quad (4.16)$$

$$C_1 = 6700 \cdot 1 / 176 = 38,07 \text{ (грн./год.)}.$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 38,07 = 46,63 \text{ (грн./год.)}, \quad (4.17)$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 46,63 \cdot 1900 = 159486,65 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.18)$$

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

$$\Phi_p = T_{пр} \cdot t_{гр}, \quad (4.19)$$

$$t_{гр} = ((K4+K5)/2) \cdot C_1, \quad (4.20)$$

де K4, K5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [22].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27+1,36)/2) \cdot 38,07 = 50,06 \text{ (грн./год.)},$$

$$\Phi_p = 547,1 \cdot 50,06 = 27387,8 \text{ (грн./рік)}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0,05+0,01+\alpha), \text{ (грн./рік)}, \quad (4.21)$$

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

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

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

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{оe} = 159486,65 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 200953,17 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.22)$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{ор} = 27387,8 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 35878,02 \text{ (грн./рік)}. \quad (4.23)$$

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

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15, \quad (4.24)$$

$$\Phi_{оed} = 200953,17 \cdot 1,15 = 231096,15 \text{ (грн./рік)},$$

$$\Phi_{орд} = 35878,02 \cdot 1,15 = 41259,7 \text{ (грн./рік)}.$$

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

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

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100} \right), \quad (4.25)$$

де $\beta_{п}$ - нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{п} = 33\%$;

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

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

Розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зпк} = 231096,15 \cdot \left(1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100} \right) = 311979,81 \text{ (грн./рік)},$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 41259,7 \cdot \left(1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100} \right) = 56110 \text{ (грн./рік)},$$

Проведемо планування вартості матеріалів, що витрачаються.

Необхідні для розрахунку дані заносимо до табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

| Вартість матеріалу | Грн |
|------------------------------------|-------|
| Трансформатор ТМ-100 | 45000 |
| Трансформатор струму Т-0,66 1000/5 | 1000 |
| КЛ | 2900 |

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_M = 0,01 \cdot \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{ЛО} \right), \quad (4.26)$$

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

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

$C_{ЛО}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів на ремонт: $C_{мпр} = 11927,58$ (грн/рік);

і вартість матеріалів на технічне обслуговування: $C_{мто} = 116179,47$ (грн / рік).

Отже, можна розрахувати:

витрати на обслуговування електроустановок і мереж, грн/рік:

$$C_{обс} = C_{зпе} + C_{мто}, \quad (4.27)$$

$$C_{обс} = 311979,806 + 116179,47 = 428159,27 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{пр} = C_{зпр} + C_{мпр}, \quad (4.28)$$

$$C_{пр} = 56110 + 11927,58 = 68037,58 \text{ (грн/рік).}$$

Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.29)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 665880 = 39952,8 \text{ (грн/рік).}$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат є інші витрати:

$$C_{ip} = \beta_{ip}(C_{обс} + C_{пр} + C_a); \quad (4.30)$$

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

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (428159,27 + 68037,58 + 39952,8) = 134037,4 \text{ (грн/рік)}.$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 4.8.

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

| Стаття витрат | Величина витрат, грн | Структура, % до підсумку |
|---|----------------------|--------------------------|
| Витрати по експлуатації енергоустановки і мереж | 428159,27 | 67,97 |
| Витрати на поточний ремонт | 68037,58 | 9,98 |
| Витрати на амортизацію | 39952,8 | 2,04 |
| Інші витрати | 134037,4 | 19,99 |
| Разом | 670187,97 | 100 |

4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

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

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi} = K_p \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.31)$$

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

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

K_p – коефіцієнт попиту.

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для механічного цеху №1:

$$E_{a1} = 224,9 \cdot 2740 = 616226 \text{ кВт год./ рік .}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

| Назва цеху | К-сть змін | T _м , год. | cos φ | P _p , кВт | E _a , кВт·год./рік |
|------------------------|------------|-----------------------|-------|----------------------|-------------------------------|
| Механічний цех №1 | 1 | 2740 | 0,6 | 224,9 | 616205 |
| Механічний цех №2 | 1 | 1406 | 0,8 | 208,2 | 292725 |
| Оброблювальний цех | 1 | 1406 | 0,8 | 215,1 | 302412 |
| Складальний цех | 1 | 1406 | 0,75 | 201,6 | 283446 |
| Лабораторне приміщення | 1 | 1406 | 0,8 | 225,4 | 316936 |
| Адмінкорпус | 1 | 653 | 0,8 | 398,2 | 259917 |
| Склад матеріалів | 1 | 1406 | 0,8 | 119,6 | 168155 |
| Склад виробів | 1 | 1406 | 0,8 | 101,8 | 143157 |
| Транспортний цех | 1 | 1406 | 0,75 | 115,3 | 162067 |
| Всього | | | | | 2545020 |

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_{\text{м}}^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.32)$$

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

τ – час максимальних втрат, год./рік.

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

$$R = r_0 \cdot L ; \quad (4.33)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км [22].

Для лінії ЦРП –ТП1. Струм лінії живлення, А:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3}U_{\text{н}}}. \quad (4.34)$$

Розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і їх результати дивимось в табл. 3.6

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.35)$$

де n - кількість трансформаторів;

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

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

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

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Розрахунок витрати енергії в трансформаторах був проведений у 3 розділі і заведений у табл. 3.5

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

$$E = E_a + \Delta E_{л} + \Delta E_T; \quad (4.36)$$

$$E = 2545020 + 220884,6 + 55759,15 = 2821663,75 \text{ (кВт·год./рік)}.$$

Величина оплати за спожиту електроенергію:

$$\Pi = 5,5 \cdot 2821663,75 = 14672651,5 \text{ (грн.)}; \quad (4.37)$$

4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Це показник собівартості корисної, тобто споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВтг:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.38)$$

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

E_a – це річна кількість корисної споживаної електроенергії, тобто не включаючи втрати у лініях і трансформаторах, кВт·год./рік.

Як бачимо, загальні (сумарні) витрати на електроенергію за рік будуть становити, тис. грн./рік:

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\Pi}, \quad (4.39)$$

де Π – це оплата за спожиту електроенергію підприємством;

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

Витрати на протязі року промисловим підприємством, повзв'язані з передаванням та розподілом електричної енергії, беруть за основу такі складові, тис.грн/рік:

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{а}} + C_{\text{ір}}, \quad (4.40)$$

де $C_{\text{обс}}$ – це сума витрат підприємства на потрібні матеріали та зарплатню персоналу при роботі з електромережами і устаткування, грн/рік.;

$C_{\text{пр}}$ – це парметр річних витрат на поточний ремонт устаткування підприємства і мереж, грн/рік;

$C_{\text{а}}$ – це наші амортизаційні відрахування на експлуатацію електроустановок нашого підприємства, грн/рік;

$$C_{\Pi} = 428159,27 + 68037,58 + 39952,8 + 134037,4 = 670187,97 \text{ (грн/рік).}$$

Розраховуємо, сумарні витрати:

$$C_{\text{сум}} = 14672651,5 + 670187,97 = 15342839,47 \text{ (грн/рік).}$$

Тоді, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{15342839,47 \cdot 100}{2545020} = 597,2 \text{ (коп./кВт * год),}$$

Для спрощення розуміння результати розрахунків зводимо в табл. 4.12.

Таблиця 4.10 –Результати розрахунків

| Показники | Позначення | Величина показників | Одиниця вимірювання |
|---|------------------|---------------------|---------------------|
| Кількість корисно спожитої електроенергії | E_a | 2545020 | кВт·год |
| Річне споживання електроенергії із втратами | E | 2821663,75 | кВт·год |
| Плата за електроенергію | Π | 14672651,5 | грн |
| Витрати на передачу і розподіл електроенергії | C_{Π} | 670187,97 | грн |
| Сумарні витрати підприємства | $C_{\text{сум}}$ | 15342839,47 | грн |

| | | | |
|-----------------------------|---|-------|-------------|
| Собівартість електроенергії | S | 597,2 | коп/кВт·год |
|-----------------------------|---|-------|-------------|

4.5 Висновки до четверого розділу

В економічній частині магістерської кваліфікаційної роботи були проведені розрахунки основних техніко-економічних:

Кількість корисно спожитої електроенергії = 2545020 кВт·год

Річне споживання електроенергії із втратами = 2821663,75 кВт·год

Плата за електроенергію = 14672651,5 грн

Витрати на передачу і розподіл електроенергії = 670187,97 грн

Сумарні витрати підприємства = 15342839,47 грн

Собівартість електроенергії = 597,2 коп/кВт·год

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Розділ магістерської дипломної роботи присвячений дотримання вимог охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час впровадження заходів із реалізації системи енергетичного менеджменту Товариства з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Промприлад», місто Вінниця.

Отже, під час обслуговування діючих електроустановок (вимірювальних приладів, пристроїв релейного захисту, автоматики, телемеханіки та зв'язку, пристроїв обліку електричної енергії та інших) на працівників впливають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори [24, 25].

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо).

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, в основному аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної організації робіт

5.1.1 Електробезпека

Живлення силового обладнання підприємства та систем освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга

(фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В), з'єднаної з силовим трансформатором. Категорія умов за небезпекою електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю на об'єктах, що будуються та реконструюються, струмопровідної підлоги.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [27,28]: для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

- при живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

- електрозахисні засоби захисту. Електротехнічний персонал 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. Забороняється користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.1.2 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць під час виконання робіт з вимірювальними приладами, пристроями релейного захисту, автоматики, телемеханіки і зв'язку, з електролічильниками

Для забезпечення робіт, що їх провадять в колах вимірювальних приладів і пристроїв релейного захисту, всі вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму і напруги слід постійно заземлювати. За необхідності розриву кола струму вимірювальних приладів і реле кола вторинної обмотки трансформатора струму попередньо закорочується на спеціально призначених для цього затискачах.

Розривати кола, підключені до вторинної обмотки трансформатора струму, забороняється. За необхідності розриву цих кіл вони мають бути попередньо замкнуті перемичкою, встановленою до передбачуваного місця розриву (рахуючи від трансформатора струму). Під час встановлення перемички слід застосовувати інструмент з ізолювальними рукоятками.

Під час роботи на трансформаторах струму або в колах, підключених до їх вторинних обмоток, слід виконувати такі заходи безпеки: зажими вторинних обмоток до закінчення монтажу кіл, що до них підключаються, мають бути замкнені накоротко. Після приєднання змонтованих кіл до трансформатора струму закоротку слід переносити на найближчу збірку затискачів і знімати тільки після повного закінчення монтажу та перевірки правильності приєднання змонтованих кіл; під час перевірки полярності до подавання імпульсів струму в первинну обмотку прилади слід приєднувати до затискачів вторинної обмотки. Забороняється використовувати шини первинних обмоток як струмопровідні під час монтажних та зварювальних робіт.

Робота в колах пристроїв релейного захисту, електроавтоматики і телемеханіки (РЗАіТ) проводиться за виконавчими схемами. Під час робіт в пристроях РЗАіТ слід користуватися слюсарно-монтажним інструментом з ізолювальними рукоятками.

Під час перевірки кіл вимірювання, сигналізації, керування і захисту за необхідності в приміщенні електроустановок напругою понад 1000 В дозволяється залишатися одному члену бригади за умовами роботи (наприклад, регулювання вимикачів, перевірка ізоляції); працівник, який перебуває окремо від керівника робіт, повинен мати групу III. Під час робіт в колах трансформаторів напруги з подачею напруги від стороннього джерела знімаються запобіжники з боку вищої і нижчої напруги, а також відключаються автомати від вторинних обмоток.

За необхідності проведення будь-яких робіт в колах чи на апаратурі РЗАіТ за умови ввімкненого основного обладнання слід вжити додаткових заходів щодо запобігання його випадковому відключенню. Забороняється на панелях або поблизу місця розміщення релейної апаратури провадити роботи, які викликають сильний струс релейної апаратури, що може спричинити до помилкових дій реле.

Перемикання, вмикання і вимикання вимикачів, роз'єднувачів та іншої комутаційної апаратури, пускання і зупинення агрегатів, регулювання режиму їх роботи, необхідні під час налагодження або перевірки пристроїв РЗАіТ, провадять тільки оперативні працівники.

Записувати покази електрорічильників та інших вимірювальних приладів, встановлених на щитах керування і в РУ, дозволяється:

- одноособово працівникам з групою II за наявності місцевих оперативних працівників (з чергуванням двох осіб) і з групою III — без місцевих оперативних працівників;

- працівникам інших організацій з групою III у супроводі місцевого оперативного працівника.

Встановлення і зняття електрорічильників та інших вимірювальних приладів, підключених до вимірювальних трансформаторів, повинні провадити за нарядом

зі зняттям напруги два працівники, один з яких повинен мати групу IV, а другий — групу III. За наявності в колах електролічильників контактів (блоків), що дозволяють працювати без розмикання кіл, підключених до вторинних обмоток трансформатора струму, ці роботи можна виконувати за розпорядженням, не знімаючи напруги зі схеми електролічильника. За відсутності вказаних контактів напругу і струм в колах електролічильника слід відключити.

Приєднання вимірювальних приладів, встановлення і зняття електролічильників, підключених до вимірювальних трансформаторів, за наявності випробувальних блоків або спеціальних затискачів, що дають змогу безпечно закорочувати кола струму, виконуються без зняття навантаження і напруги. Встановлення і зняття електролічильників безпосереднього ввімкнення допускається провадити за розпорядженням одному працівнику з групою III. Встановлення і зняття електролічильників, а також приєднання вимірювальних приладів виконуються зі зняттям напруги.

Роботи з електролічильниками на різних приєднаннях, розміщених в одному приміщенні, можна виконувати за одним нарядом (розпорядженням). Оформлення в наряді переходу з одного робочого місця на інше не вимагається.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт) [29]. Параметри мікроклімату в приміщенні наведено в таблиці 5.1.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці оператора крану передбачається [30]:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву,
- провітрювання приміщень.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

| Період року | Категорія робіт | Температура, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху, м/с |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Теплий | Пб | 15-29 | 70 при 25°С | 0,2-0,5 |
| Холодний | Пб | 13-23 | не більш 75 | не більш 0,4 |

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК [29] наведено в таблиці 5.2.

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [30]: провітрювання приміщень; встановлення пиловловлюючих засобів.

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

| Назва речовини | ГДК, мг/м ³ | | Клас небезпечності |
|--------------------|------------------------|-----------------|--------------------|
| | Максимально разова | Середньо добова | |
| Вуглецю оксид (СО) | 3 | 1 | 4 |
| Пил нетоксичний | 0,5 | 0,15 | 4 |

5.2.3 Виробниче освітлення

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення на робочому місці працівника. Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [31] розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Норми при штучному, природньому та суміщеному освітленні наведено в таблиці 5.3.

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.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення виробничих приміщень

| 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 0,5 до 1,0 включно | IV | в | малий середній великий | світлий середній темний | 400 | 200 | 4 | 2,4 |

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

Для забезпечення нормативних значень освітлення передбачено:

- використання додаткового штучного освітлення, а саме світлодіодних ламп;
- необхідна кількість природного світла (великі вікна);
- для підтримки постійної освітленості повинно бути організовано систематичне, не рідше двох разів на місяць, очищення арматури світильників і ламп від пилу та бруду, а в приміщеннях із значним виділенням пилу, диму та кіптяви - не рідше чотирьох разів на місяць згідно з графіком.

5.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні

шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [32].

Норми звукового тиску на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

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

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 (ширми, екрани тощо); для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.5 Виробничі вібрації

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в роботі, є робота пристроїв під час електромонтажних робіт. Для умов, що розглядаються в роботі параметри вібрацій не повинні перевищувати наведені в таблиці 5.5 середньоквадратичні значення, $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$ та логарифмічні рівні, дБ.

Таблиця 5.5 Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

| Вид вібрації | Октавні полоси з середньогеометричними частотами, Гц | | | | | | | | | |
|--------------|--|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----|-----|-----|------|
| | 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 |
| Загальна | $\frac{1,3}{108}$ | $\frac{0,45}{99}$ | $\frac{0,22}{93}$ | $\frac{0,2}{92}$ | $\frac{0,2}{92}$ | $\frac{0,2}{92}$ | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| вібрація: на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях | | | | | | | | | | |
| Локальна вібрація | - | - | $\frac{2,8}{115}$ | $\frac{1,4}{109}$ | $\frac{1,4}{109}$ | $\frac{1,4}{109}$ | $\frac{1,4}{109}$ | $\frac{1,4}{109}$ | $\frac{1,4}{109}$ | $\frac{1,4}{109}$ |

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Фактори трудового процесу вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [24].

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

По вертикалі: до 8

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 номінальними 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

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.)

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), 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.) 8

Змінність роботи Однозмінна робота

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані тривалості 1 год.

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи конденсаторних установок в умовах впливу загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Система керування КУ може використовуватися в будь-який час, як у мирний, так і в особливий період. На її роботу можуть негативно впливати надзвичайні ситуації (НС) різного типу. До таких НС відносяться стихійні лиха (повені, шторми, блискавки, урагани, зливи, ожеледиця), іонізуюче випромінювання, електромагнітне випромінювання (ЕМІ) та інші. Тому для забезпечення надійної роботи системи КУ необхідно забезпечити її захист від усіх можливих НС.

Радіація може викликати в апаратурі системи КУ як зворотні, так і незворотні процеси. Зворотні процеси можуть призвести до порушення роботи елементів схеми, а незворотні - до пошкодження вузлів. Іонізуюче випромінювання може змінити всі електричні та експлуатаційні характеристики елементної бази системи.

Вплив ЕМІ на обладнання залежить від амплітуди наведеного імпульсу напруги чи струму та електричної міцності обладнання. ЕМІ може викликати пробиття ізоляції, випалення елементів електросхем, коротке замикання в пристроях. Найчастіше пошкоджуються вхідні кола електронних блоків. Ці пошкодження можуть призвести до виходу з ладу вузлів і елементів системи КУ. Крім того, потік електронів, проходячи через елементи, створює вільні носії електричних зарядів. Переміщення цих носіїв може призвести до виникнення помилкового імпульсу, який спричинить помилкове спрацювання системи.

Отже, у цій частині розділу необхідно провести аналіз безпеки роботи системи КУ в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу, а також розробити заходи щодо підвищення цієї безпеки.

Електронна апаратура містить елементи, виготовлені з таких матеріалів: метали, неорганічні діелектрики, провідники та різноманітні сполуки (діелектрики, смоли тощо). Серед цих матеріалів метали найбільш чутливі до впливу іонізуючих випромінювань, оскільки в них уже є вільні носії заряду.

Експлуатація системи КУ в умовах іонізуючого випромінювання може призвести до її пошкодження або навіть виходу з ладу. Автоматизована система КУ складається з багатьох компонентів, основними з яких є транзистори,

резистори, конденсатори та мікросхеми. Зважаючи на характеристики цих компонентів, розроблено таблицю 5.6 максимально допустимих потужностей доз гамма-випромінювання, які не спричинять пошкодження системи.

5.3.1 Дослідження безпеки роботи системи конденсаторних установок в умовах впливу іонізуючого випромінювання

Проведемо аналіз нашої системи, та результати занесемо в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 – Максимально допустимі потужні дози гамма випромінювання для елементів системи КУ

| № | Блоки системи КУ | Елементи блоків системи керування | $P_{зв, i}, P/год$ | $P_{зв, P/год}$ |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------|
| 1 | Блок регулятора реактивної потужності | Мікросхема АВВ-CapControl | 10^5 | 105 |
| | | Транзистор IRF540 | 10^6 | |
| | | Резистор M100R-2W | 10^7 | |
| 2 | Блок конденсаторний контактор | Транзистор IRF520 | 10^6 | |
| | | Тиристор IRG4PH40 | 10^5 | |
| 3 | Блок конденсатора | Конденсатор МКК400-D-50-21 | 10^8 | |

Вивчаючи дані таблиці 5.6, ми можемо визначити, які елементи системи керування є найбільш вразливими до впливу іонізуючого випромінювання. Такі елементи починають проявляти ознаки пошкодження при інтенсивності випромінювання 10^5 Р/год.

Граничне значення рівня радіації, при якому система керування барабанної сушарки буде працювати, визначається по формулі:

$$P_{гр} = K \cdot P_{зв} \cdot K_{посл}, \quad (5.1)$$

де $P_{зв}$ – рівень радіації, що відповідає початку зворотних змін у найуразливішому елементі схеми;

K – коефіцієнт надійності ($K=0,94$);

$K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення виробничого приміщення ($K_{посл} = 1$).

$$P_{гр} = 0,94 * 5,26 * 1 = 4,94 \text{ (Р/год)}$$

Отже, система керування, що розробляється, буде безпечно працювати при рівні радіації, який не перевищує 4,94 Р/год.

Визначимо допустимий час роботи блоки системи КУ td в заданих умовах за формулою

$$td = \left(\frac{D_{сп} \cdot k_{осл} + 2 \cdot P_{lmax} \cdot \sqrt{t_n}}{2 \cdot P_{lmax}} \right)^2,$$

$$td = \left(\frac{10^5 * 1 + 2 * 4,94 * \sqrt{1}}{2 * 4,94} \right)^2 = 1.021 * 10^8 \text{ (год)}.$$

Отже, блок системи КУ тривалий час буде безпечно працювати за дій іонізуючого випромінювання.

5.3.2 Дослідження безпеки роботи системи конденсаторних установок в умовах дії електромагнітного імпульсу

1. Горизонтальна складова напруженості електромагнітного поля:

$$E_{Г} = 10^{-3} E_{В}, \quad E_{Г} = 10^{-3} \cdot 11,12 \text{ кВ} = 11,12 \text{ (В)}.$$

2. Максимальні довжини струмопровідних частин радіоелектронної апаратури :

$$l_{Г} = 0,20 \text{ м}; \quad l_{В} = 0,16 \text{ (м)}.$$

3. Напруги, наведені в вертикальних та горизонтальних струмопровідних частинах КУ:

$$U_B = E_\Gamma \cdot l_B, U_\Gamma = E_B \cdot l_\Gamma.$$

$$U_B = E_\Gamma \cdot l_B = 11,12 \cdot 0,16 = 1,77\text{В}, U_\Gamma = E_B \cdot l_\Gamma = 11120 \cdot 0,20 = 2224 \text{ (В)}.$$

4. Допустиму напругу живлення генератора електричних коливань визначимо за формулою:

$$U_d = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}} N}{100} = 12 + \frac{12 * 32}{100} = 15,84 \text{ (В)}$$

де $U_{\text{ж}} = 12$ – напруга живлення РЕА, (В); $N = 32$ – допустиме відхилення у відсотках.

5. Визначаємо коефіцієнти безпеки:

$$K_{\text{БВ}} = 20 \lg \frac{U_d}{U_B} = 20 \lg \frac{15,84}{1,77} = 17,66 \text{ (дБ)},$$

$$K_{\text{БГ}} = 20 \lg \frac{U_d}{U_\Gamma} = 20 \lg \frac{15,84}{2224} = -46,38 \text{ (дБ)}.$$

6. Оскільки коефіцієнти безпеки $K_{БВІ} < 40\text{дБ}$ і $K_{БГІ} < 40\text{дБ}$, то КУ будуть нестійким в роботі в умовах дії ЕМІ. Результати розрахунку заносимо до таблиці.

Таблиця 5.7 – Результати дослідження стійкості роботи КУ в умовах дії електромагнітного імпульсу

| Блоки | $U_{д}, (\text{В})$ | $E_{в}, (\text{В/м})$ | $E_{г}, (\text{В/м})$ | $U_{в}, (\text{В})$ | $U_{г}, (\text{В})$ | $K_{БВ.і}, (\text{дБ})$ | $K_{БГ.і}, (\text{дБ})$ |
|-------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| КУ | 15,84 | 11120 | 11,12 | 1,77 | 2224 | 17,66 | -46,38 |

7. Розробка заходів захисту конденсаторних установок від небезпечних чинників надзвичайних ситуацій

8. Розрахунок необхідної товщини захисного екрана зі сталі:

$$A = 5,2 * t_{min} * \sqrt{f} \text{ (дБ)},$$

Де t – товщина стінки екрана, см $f = 15 \text{ кГц}$.

$$A_{min} = 40 - K_{б.min} = 40 - (-46,38) = 86,38 \text{ (дБ)}, \text{ тоді}$$

$$t_{min} = \frac{A_{min}}{\sqrt{f} * 5.2} = \frac{86.38}{\sqrt{15000} * 5.2} = 0,129 \text{ (см)},$$

Окрім того, для захисту конденсаторних установок від радіоактивного та електромагнітного випромінювань та інших чинників можна вжити таких заходів:

- використання в апаратурі радіаційно-стійких елементів і матеріалів;
- застосування для приміщень різних загальних екранів або активного захисту від дії радіації;
- використання схем, малочутливих до зміни електричних параметрів;
- зменшення чутливості перемикальних схем до зміни вхідних сигналів і напруг джерел живлення;
- зниження напруги живлення на аноді і збільшення негативного зміщення сіток газорозрядних приладів;
- застосування пристроїв, що вимикають радіотехнічні схеми на час дії радіації;
- збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням та ін.

5.3.3 Розробка заходів по підвищенню безпеки роботи системи конденсаторних установок в умовах надзвичайних ситуацій

Система КУ може бути пошкоджена внаслідок надзвичайних ситуацій. Для запобігання цьому необхідно регулярно проводити профілактичні ремонтні роботи, щоб підвищити надійність електронних блоків і сенсорів. Крім того, слід дотримуватися правил техніки безпеки та використовувати програмну та апаратну надлишковість, щоб зменшити ймовірність збоїв.

Для боротьби з впливом іонізуючого опромінення використовують алюмінієві сплави, леговані елементами з високим атомним номером (лантаноїдами і рідкоземельними елементами), сплави на основі тугоплавких і рідкоземельних елементів і багат шарові матеріали. Також для боротьби з впливом іонізуючого випромінювання можна використати метод, що полягає в захисному покритті радіоелектронної апаратури, які піддаються впливу іонізуючого випромінювання захисне покриття виконане у вигляді наноструктури, яка включає сукупність атомів рідкоземельних елементів, введених в структуру армованої атомно-молекулярної металічної матриці, або утворює її захисний шар.

За попередніми розрахунками, система КУ може бути нестійкою до впливу електромагнітних перешкод або іонізуючого випромінювання. У цьому випадку необхідно вжити заходів для підвищення безпеки її роботи, зокрема екранувати всю систему або окремі її блоки, які найбільш чутливі до впливу ЕМІ.

Було встановлено, що система КУ в умовах дії іонізуючих випромінювань буде безпечно працювати при рівні радіації, який не перевищує 4,94 Р/год. А в умовах дії електромагнітного імпульсу система КУ буде надійно працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не буде перевищувати його граничне значення $E_{\text{вер}}=11120$ (В/м).

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено системи енергетичного менеджменту товариства з обмеженою відповідальністю «науково-виробниче підприємство «промприлад»

В першому розділі було проаналізовано структуру енерговикористання об'єкта, а саме: вказані загальні відомості про об'єкт дослідження, проведений короткий опис технологічних процесів, наведені характеристики системи енерговикористання зі схемою підприємства та цехів вказано їх електричні навантаження. Склали та проаналізували паливно енергетичний баланс ТОВ НВП «ПРОМПРИЛАД» для подальшого проектування та розрахунків.

В другому розділі виконувалось створення системи енергоменджменту на підприємстві, були виведені загальні положення та створено організаційну і виробничу структуру підприємства. Був задіяний математичний аналіз контролю параметрів енергоефективності та проведений контроль на основі трендових моделей. Після проведених розрахунків ми можемо порівняти отримані похибки: методика розрахунку максимуму активного навантаження підприємства з використанням параметрів нормального розподілу максимальних навантажень (-61,430321); метод коефіцієнтів темпів росту (МКТР) 0,978251); прогнозування на основі регресійних моделей за методом найменших квадратів (-21,12776). По результатам розрахунку можна побачити що найкраща похибка у методі з використання параметрів нормального розподілу максимальних навантажень.

В третьому розділі було обґрунтовано оптимальні рішення з використанням методів енергоаудиторського аналізу, попередньо проаналізувавши отриману інформацію про об'єкт ЕА, після чого Побудували та проаналізували характеристик и режимів споживання ПЕР ,побудували на основі цього графіки та таблиці ,для того щоп провисти економічно вигідну модернізацію обладнання на підприємстві і в четвертому розділі прорахувати їх ефективність та рентабельність, зрозуміли як підприємство використовує свої ресурси і як це можна покращити. Представлено декілька рішень для зменшення втрат електроенергії на підприємстві, а саме: зниження оплати за електроенергію підприємством внаслідок компенсації реактивної потужності ,в

наслідок чого нам вдалось встановити компенсаційні установки ,які компенсують реактивну потужність і зменшують втрати в лініях, трансформаторах і на усьому підприємстві в цілому, термін окупності склав 0,95 року. Також було проведено модернізацію системи опалення та освітлення, що дало не тільки зменшення витрат коштів на енергетичні ресурси а також покращило якість даних систем.

В економічній частині магістерської кваліфікаційної роботи були проведені розрахунки основних техніко-економічних показники підприємства і розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 597,2 коп/кВт·год.

В розділі №5 було проведено заходи з охорони праці. Проведене дослідження стійкості роботи КУ в умовах дії електромагнітного імпульсу.

Було встановлено, що система КУ в умовах дії іонізуючих випромінювань буде безпечно працювати при рівні радіації, який не перевищує 4,94 Р/год. А в умовах дії електромагнітного імпульсу система КУ буде надійно працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не буде перевищувати його граничне значення $E_{вср}=11120$ (В/м).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зниження втрат електроенергії за рахунок встановлення компенсаційних установок в мережах промислових підприємств 10 кВ [Електронний ресурс] / О.В. Бабенко, В.О. Піддубний. // LI Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2023) Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2023/paper/view/18675/15499>
2. Бондарчук А.С., Гоголюк О.П., Шулле Ю.А. Порівняльний аналіз реальної динаміки електричного навантаження житлового мікрорайону міста з визначеної за моделюванням та нормативами / А. С. Бондарчук, О. П. Гоголюк, Ю. А. Шулле // The scientific method (Warszawa, Poland), 2018.
3. Шулле Ю. А. Аналіз графіків електричних навантажень промислових підприємств методом нормованого розмаху (r/s-аналіз) / Ю. А. Шулле // Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2015.
4. Шулле Ю. А. Використання АСКОЕ для підвищення ефективності енерговикористання на промислових підприємствах / Ю. А. Шулле , І. С. Рогозянський // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, 2016.
5. Лежнюк П. Д., Шулле Ю. А. Оперативне прогнозування електричних навантажень систем електроспоживання з використанням їх фрактальних властивостей: монографія / П. Д. Лежнюк, Ю. А. Шулле. Вінниця: ВНТУ, 2015.
6. Лежнюк П.Д., Бондарчук А.С., Шулле Ю.А. Фрактальний аналіз динаміки електричного навантаження цивільних об'єктів / П. Д. Лежнюк, А. С. Бондарчук, Ю. А. Шулле // Sciences of Europe (Praha, Czech Republic), 2018.
7. ДСТУ ISO 50001:2014 Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://see.org.ua/files/books/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3%20ISO%2050001%202015.pdf>.
8. Планування та контроль ефективності енерговикористання : конспект лекцій для студ. спец.141 «Електроенергетика, електротехніка та

- електромеханіка» денної і заоч. форм навч. / уклад. І.О. Бандура. Луцьк : Луцький НТУ, 2018.
- 12.Енергетичний аудит : Навчальний посібник / [Соловей О. І., Розен В. П., Лега Ю. Г. та ін.]. – Черкаси : ЧДТУ, 2005. – 299 с.
- 13.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.
- 14.Демов О. Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах : навчальний посібник / О. Д. Демов. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 95 с.
- 15.Енергоаудит у житлово-комунальному господарстві / [Лебедєв М. М., Розен В. П., Соловей О. І., Третьяков І. М. та ін.] ; Під заг. ред. І. М. Третьякова. – К. : Автограф, 2006. – 60 с.
- 16.Лисенко Г. Л. Методичні вказівки до оформлення курсових проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. Г. Л. Лисенко, А. Г. Буда, Р. Р. Обертах. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 60 с.
- 17.Програма курсу: блок "Енергозбереження в промисловості" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.is.svitonline.com/sukhodolya/students/galyz1.htm> (дата звернення 12.12.2012). — Назва з екрана.
- 18.Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. Й. Бурбело. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 148 с.
- 19.Гольстрем В. А., Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов / В. А. Гольстрем, Ю. Л. Кузнецов. – К. : Техніка, 1985. – 383 с.
- 20.Справочник по проектированию электроснабжения ; под ред. Ю. Г. Барыбина и др. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
- 21.Методика розрахунків плати за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією та її споживачами [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0619-97> (дата звернення 12.12.2012). — Назва з екрана.
- 22.Методичні рекомендації «Санітарно-гігієнічні вимоги щодо використання систем променевого опалення в виробничих приміщеннях» [Електронний

ресурс]. – Режим доступу : <http://document.ua/pro-zatverdzhennja-metodichnih-rekomendacii-sanitarno-gigien-doc17891.html> (дата звернення 12.12.2012). —

Назва з екрана.

23. Інфрарчервоні обігрівачі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.desa.net.ua/infrachervoni-obigrivachi.html> (дата звернення 12.12.2012). — Назва з екрана.
24. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.
25. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.
26. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
27. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
28. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
29. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
30. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
31. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

- 32.ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
- 33.ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

ДОДАТКИ

Додаток А – Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

_____ 2023 р.
“ ___ ” _____

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й. _____
“ ___ ” _____ 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТОВАРИСТВА
З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «НАУКОВО-ВИРОБОНИЧЕ
ПІДПРИЄМСТВО «ПРОМПРИЛАД», місто ВІННИЦЯ

08-22.МКР.247.02.100 ТЗ

Науковий керівник:

проф. Бабенко О.В. _____
(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕМ - 22м

Піддубний В.О. _____
(підпис)

Вінниця 2023 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № 247 від 18 вересня 2023 р.

Дата початку роботи 1 жовтня 2023 р.

Дата закінчення роботи 5 грудня 2023 р.

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

а) Мета – Метою роботи є розробка системи енергетичного менеджменту товариства з обмеженою відповідальністю «науково-виробниче підприємство «ПРОМПРИЛАД», місто Вінниця

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР: генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього та зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; графіки електричних навантажень (для діючого підприємства, енергетичного району); результати експериментальних досліджень; основні техніко-економічні показники.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

3.1 Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентами спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Уклад. Л. Б. Терешкевич, О. Д. Демов, Ю. А. Шуллє. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 28 с.

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

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

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

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

| № з/п | Назва етапів дипломного роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Структура енерговикористання об'єкта | 10.10.2023 | |
| 2 | Створення системи енергоменджменту на підприємстві | 25.10.2023 | |
| 3 | Обґрунтування оптимальних рішень з використанням методів енергоаудиторського аналізу | 15.11.2023 | |
| 4 | Економічна частина магістерської кваліфікаційної роботи | 20.11.2023 | |
| 5 | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 30.11.2023 | |
| 6 | Написання пояснювальної записки | 05.12.2023 | |

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

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

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

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

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Додаток Б - Вихідні дані

Розробка заходів зі зниження втрат електроенергії в системі електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю «ПРОМПРИЛАД», місто Вінниця

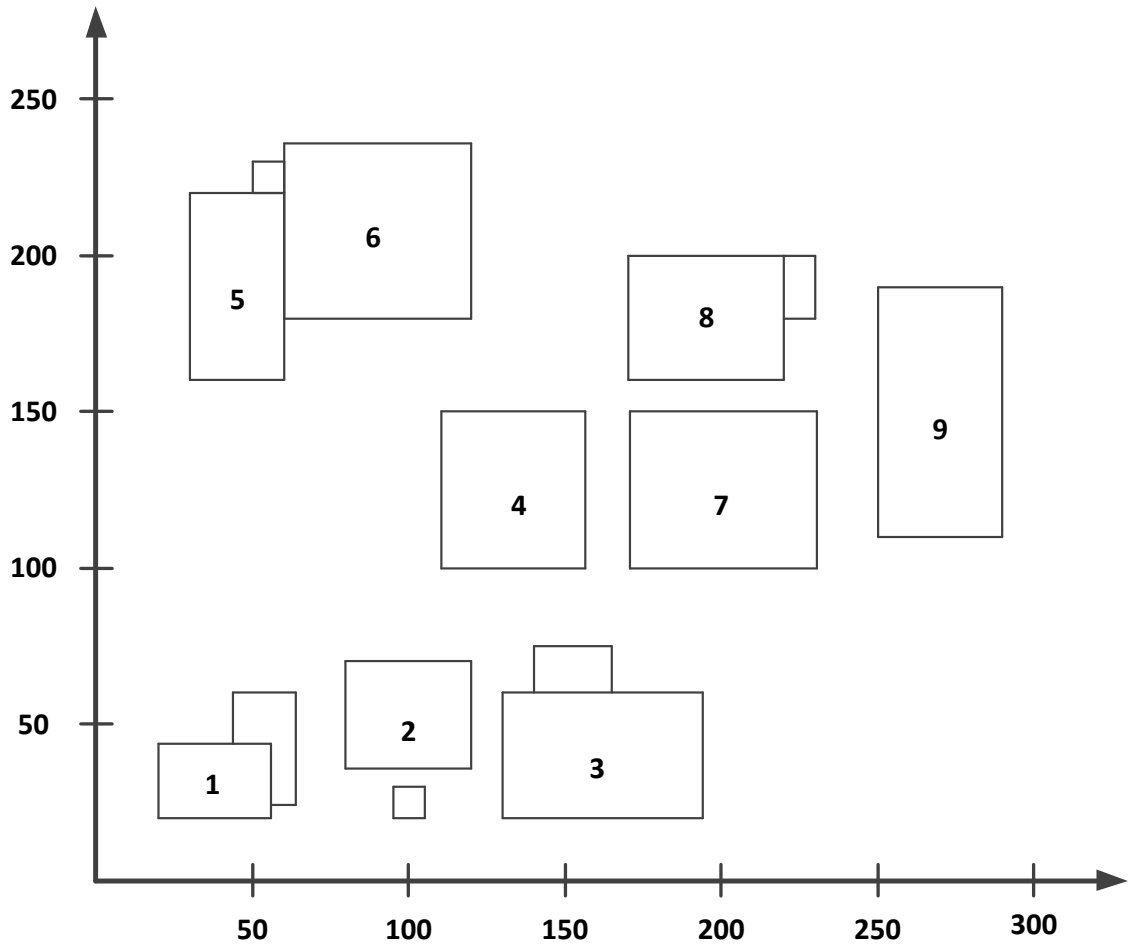


Рисунок Б.1 - Генплан підприємства ТОВ НВП «ПРОМПРИЛАД»

Таблиця Б.2 – Відомості про навантаження підприємства

| № | Найменування цеху | Потужність кВт |
|---|---------------------------|-------------------|
| 1 | Механічний цех №1 | 350 |
| 2 | Механічний цех №2 | 300 |
| 3 | Оброблювальний цех | 250 |
| 4 | Складальний цех | 150 |
| 5 | Лабораторне приміщення | 130 |
| 6 | Адмінкорпус | 65 |
| 7 | Склад матеріалі | 90 |
| 8 | Склад виробів | 100 |
| 9 | Транспортний цех | 50 |

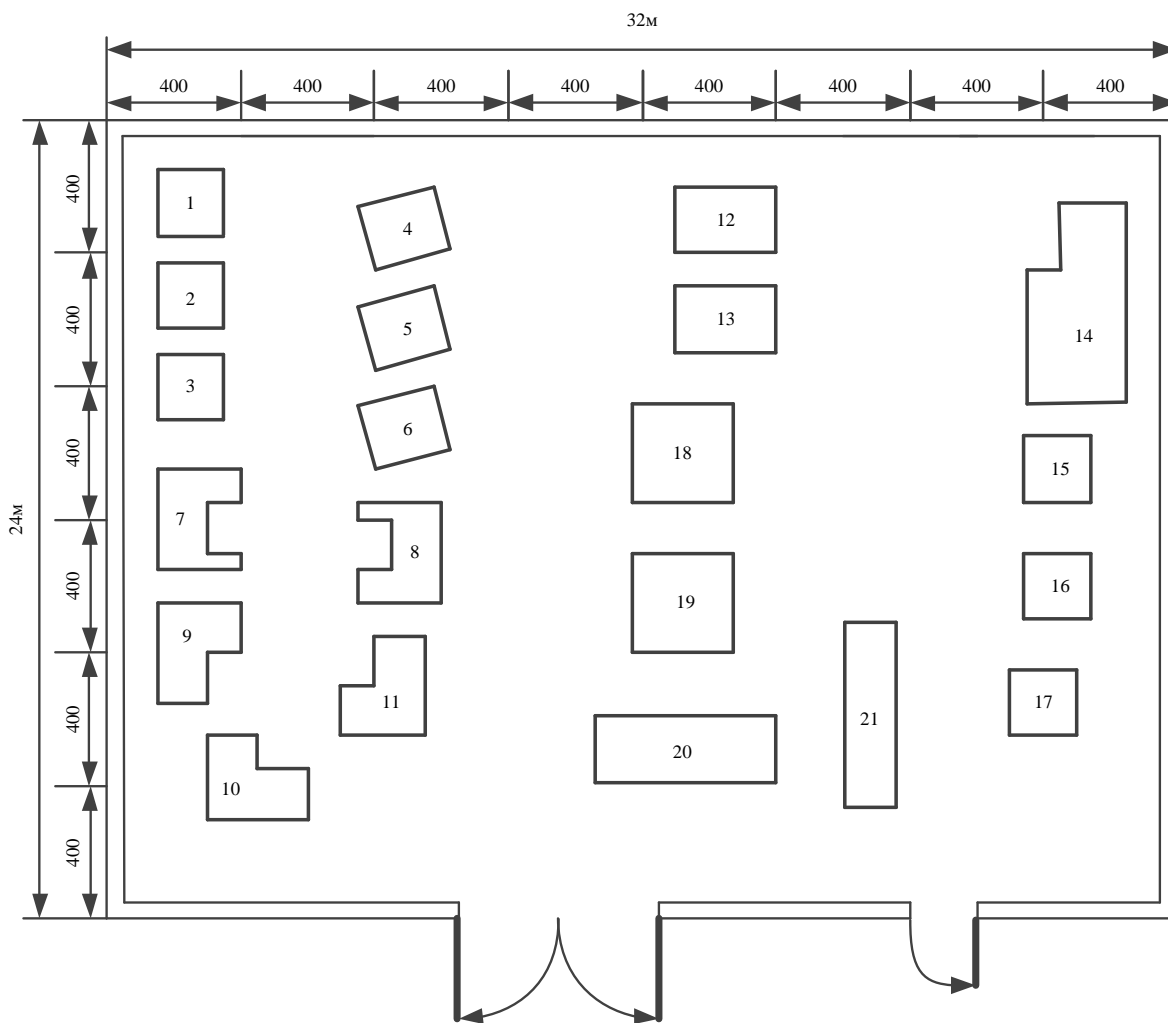


Рисунок Б.1 – План електропостачання механічно цеху №1

Таблиця Б.4 – Відомості про електричні навантаження механічного цеху

№1.

| Відомості про електричні навантаження механічно цеху №1 | | | | |
|---|-------------------------|---------------------|-------|---------|
| № на плані | Найменування | P _н ,кВт | % | Загалом |
| 1,2,3 | Сверлильний станок | 6,3 | 6,06 | 18,9 |
| 4,5,6 | Фрезерний верстат | 8 | 7,69 | 24 |
| 7,8 | Прес гідравлічний | 8 | 5,13 | 16 |
| 9,10,11 | Зварювальний верстат | 25 | 24,05 | 75 |
| 12,13 | Термопластавтомат (125) | 20 | 12,82 | 40 |
| 14 | Термопластавтомат (250) | 45 | 14,43 | 45 |
| 15,16,17 | Шліфувальний верстат | 10 | 9,62 | 30 |
| 18,19 | Листозгинальний верстат | 12 | 7,69 | 24 |
| 20 | Гільйотинні ножиці | 24 | 7,69 | 24 |
| 21 | Кран балка | 15 | 4,81 | 15 |
| 1-21 | Всього | | | 311,9 |

Додаток В – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи
на наявність текстових запозичень

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка заходів зі зниження втрат електроенергії в системі електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю «ПРОМПРИЛАД», місто Вінниця

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

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

Показники звіту подібності Unichек

Оригінальність 80,9% Схожість 19,1%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

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

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

Автор роботи _____ Піддубний В.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Бабенко О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Презентація до магістерської кваліфікаційної роботи

Презентація до магістерської кваліфікаційної роботи на тему:

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО
МЕНЕДЖМЕНТУ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «НАУКОВО-ВИРОБОНИЧЕ
ПІДПРИЄМСТВО «ПРОМПРИЛАД», місто ВІННИЦЯ**

**Виконав: студент 2-го курсу,
групи ЕМ-22М Піддубний В.О.
Керівник: к.т.н., доц. каф.
ЕСЕЕМ Бабенко О.В.**

Вступ

Енергетичний менеджмент, як галузь, набуває все більшої вагомості в контексті сталого розвитку та раціонального використання енергетичних ресурсів. З урахуванням постійного зростання світового попиту на енергію та зростаючого усвідомлення про енергоефективність, ефективне управління енергетичними ресурсами стає стратегічно важливим завданням для підприємств та організацій у всіх сферах діяльності.

Енергетичний менеджмент передбачає системний підхід до планування, впровадження та контролю заходів, спрямованих на оптимізацію споживання енергії, зменшення витрат та підвищення загальної енергоефективності. Це охоплює не лише виробничі процеси, але й аспекти освітлення, опалення, систем вентиляції та кондиціювання повітря, що сприяє створенню комплексної стратегії зниження впливу на навколишнє середовище.

У контексті постійного зростання цін на енергію та зобов'язань виконання екологічних стандартів, енергетичний менеджмент стає ключовим інструментом для підприємств, спрямованим на досягнення економічної вигоди та екологічної відповідальності. У цьому контексті, наша дослідницька робота присвячена розробці та впровадженню системи енергетичного менеджменту на підприємстві, спрямованої на підвищення його конкурентоспроможності та створення сталого, енергоефективного середовища.

Об'єкт дослідження – процес використання енергетичних ресурсів на підприємстві «Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Промприлад».

Предмет дослідження: система енергетичного менеджменту на підприємстві.

Методи розрахунку: аналітичні методи розрахунку. Статистичні методи оброблення інформації. Метод найменших квадратів.

Практична цінність: результати дослідження можуть бути використані на ТОВ НВП «Промприлад» для поліпшення системи енергоспоживання підприємства, оптимізації всіх процесів які стосуються енерговикористання.

Наукова новизна: розроблено систему енергетичного менеджменту на підприємстві, що дозволяє підвищити енергоефективність виробництва.

Структура роботи

Магістерська кваліфікаційна робота складається з п'яти розділів:

РОЗДІЛ 1 - СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТА

РОЗДІЛ 2 - СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

РОЗДІЛ 3 - ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКОГО АНАЛІЗУ

РОЗДІЛ - 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

РОЗДІЛ 5 - ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

РОЗДІЛ 1 СТРУКТУРА ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТА

Цей розділ призначений для ознайомлення з підприємством ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД". Дана частина роботи не менш важлива ніж інші оскільки на її основі ґрунтуються всі наші розрахунки та рішення.

В цьому розділі ми дізнаємось про:

Історію підприємства та його засновників.

Чим займається ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД", якими розробками та на основі яких технологічних процесів виконується виробництво.

Систему енерговикористання підприємства

Розглянемо паливно-енергетичний баланс підприємства та проведемо його аналіз.

ІСТОРІЯ ПІДПРИЄМСТВА

ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" було засноване 26 років тому як товариство з обмеженою відповідальністю 25 листопада 1997 р у м. Вінніпег, Канада. Засновниками цього підприємства є два брати Рубей Олег Павлович та Рубей Євгеній Павлович. На початку своєї історії підприємство не мало власного виробничого простору, з цими компаніями і т.п., тому вони обслуговували промислові підприємства, як правило знаходилися біля і тому не потребували спеціальної системи енергозабезпечення підприємства, використовували енергопостачальну мережу.

Почали великий проект підприємства це створення житла, то на початку своєї історії вони мали житловий комплекс який складався з двох будинків, один з них це підприємство почало розробляти та будувати його райони, і ще через 5 років збудували велику територію з будинками, вулицями, парками, це великий офіс та заводський комплекс який збудували з нуля: розробку, проектування, енергопостачальну мережу та будівництво.

З початку часу підприємство створило для Вінніпега, як розробку та проектування. Почали будувати нові будинки та великі підприємства, збудували нові філіали.

Продукція-технічне підприємство активно розвивалося і збудувало великий комплекс який має свою свою історію, в її середньому, великий заводський комплекс підприємства. Одним із основних заводів підприємства є завод який збудували, він збудував свій завод у м. Вінніпег Канада як перший завод і збудував його підприємство в провінції Вінніпег, Канада, вул. Сент-Міхаїла, будинок 19.



КОРОТКИЙ ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Основною продукцією підприємства є залізобетонні арматурні залізобетонні з'єднання (з'єднання) для залізобетонних конструкцій. Крім того, підприємство здійснює виробництво залізобетонних плит, що використовуються для заповнення проемів в стінах і перегородках.

Виробництво процесів здійснюється за такими технологічними процесами:

1. Залізобетонні частини та матеріали

Основною вимірюваною властивістю залізобетонних частин є міцність. Для визначення міцності залізобетонних частин використовують спеціальні машини для випробування на розрив.

Для залізобетонних частин ми здійснюємо випробування на розрив матеріалів як в Україні, так і за її межами. Серед них: бетон, арматурні сталі, арматура, ступінь та різноманітні матеріали.

2. Розробка, проектування та тестування спеціалізованих частин

У процесі розробки проекту та формування розробки ми використовуємо спеціальні машини для випробування на розрив, арматурні сталі, арматуру, ступінь та різноманітні матеріали. У процесі розробки ми використовуємо спеціальні машини для випробування на розрив, арматурні сталі, арматуру, ступінь та різноманітні матеріали.

3. Випробування на розрив спеціалізованих частин

Продукція підприємства випробується на розрив спеціальними машинами для випробування на розрив.

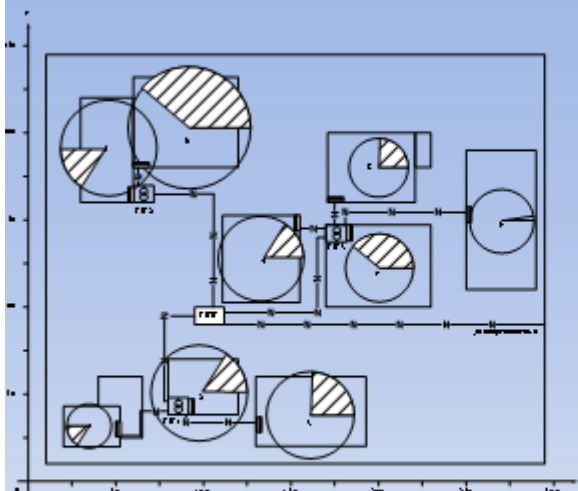
Матеріали випробування, випробування арматурних сталей, арматури, ступеня, різноманітні матеріали та обладнання. Крім того, підприємство здійснює випробування на розрив арматурних сталей, арматури, ступеня, різноманітні матеріали та обладнання.

4. Збір та тестування з'єднань

Спеціалізовані машини використовують у процесі збору та тестування з'єднань. Крім того, підприємство здійснює випробування на розрив спеціальними машинами для випробування на розрив.



Система енерговикористання підприємства

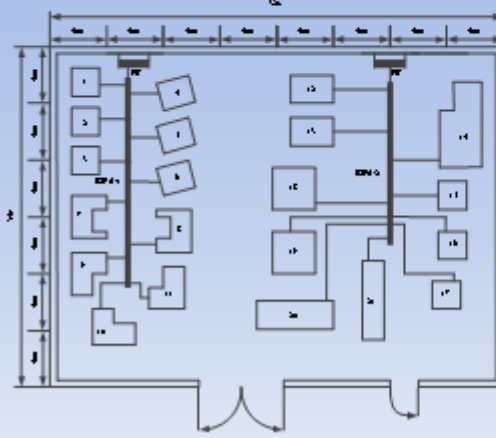


| № | Найменування цеху | Потужність кВт |
|---|-------------------------|----------------|
| 1 | Механічний цех №1 | 350 |
| 2 | Механічний цех №2 | 300 |
| 3 | Обробляльний цех | 250 |
| 4 | Складальний цех | 150 |
| 5 | Лабораторне призначення | 130 |
| 6 | Адміністративний | 65 |
| 7 | Склад матеріалів | 90 |
| 8 | Склад виробів | 100 |
| 9 | Транспортерний цех | 50 |

Підприємство ТОВ НВП "Промприлад" має 9 цехів. Схема розташування цих цехів на території підприємства показана на слайді. До неї додається таблиця з відомостями про електричні навантаження підприємства.

| Найменування ПЕР | Кількість | Потужність кВт | об'єм кВт |
|--------------------------------|-----------|----------------|--------------|
| Сварочний апарат - 2,23 | 3 | 6,3 | 18,9 |
| Фрезерний верстат - 4,56 | 3 | 8 | 24 |
| Центр обробки - 7,8 | 1 | 8 | 16 |
| Зварювальний апарат - 8,222 | 3 | 15 | 45 |
| Горючкотопивний (ГТ) - 2,23 | 1 | 10 | 10 |
| Горючкотопивний (ГТ) - 2,4 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| ІІІ верстатний апарат - 2,2627 | 3 | 10 | 30 |
| Балювальний верстат 1429 | 1 | 11 | 11 |
| Гальванопластичний - 2 | 1 | 10 | 10 |
| Кран Баланс - 2 | 1 | 15 | 15 |
| Всього | | | 311,9 |

Також для детального проектування був обраний механічний цех №1, інформація про який показана на слайді. До цього додатка додається таблиця з електричними навантаженнями механічного цеху та основні електроприймачі всього підприємства.



| № | Найменування об'єкта | Найменування електроприймачів |
|------|---------------------------------|--|
| 2, 2 | Механічний цех | Остаткова, металовий установка, зруч-балка, стани, верстати |
| 3 | Обробковий цех | Електроприводи, опалювач, стани, верстати |
| 4 | Станочний цех | Електроприводи, опалювач, стани, верстати |
| 5 | Лабораторія приладів | Остаткова, сільськогосподарська машина, офісна машина |
| 6 | Інженерний корпус | Лабораторна машина, офісна машина, опалювач, вентиляція, печі-каптери, опалювач, масти, установка, масти, печі-каптери, вентиляція |
| 7, 8 | Стані металургії, Стані кування | Лабораторна машина, офісна машина, опалювач, печі-каптери, опалювач, зруч-балка, вентиляція, масти, установка, масти, печі-каптери |
| 9 | Транспортовий цех | Остаткова, масти |

СКЛАДАННЯ ТА АНАЛІЗ ПЕБ ПІДПРИЄМСТВА

Беручи за основу даних про споживання ПЕР на підприємстві за 2021 рік побудовано паливно-енергетичні баланси, що демонструють розподіл ПЕР по цехах і показують величину витрат на протязі одного року. З нього видно, що найпотужнішим є 1-й виробничий корпус (механічний цех №1), який варто дослідити більш детально на предмет виявлення можливостей енергозбереження. Можливо також дослідити 8-й цех.



РОЗДІЛ 2 СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Енергетичний менеджмент є ключовою складовою сучасних стратегій підприємств і організацій, спрямованих на оптимізацію використання енергоресурсів, зменшення енерговитрат та покращення енергоефективності. У цьому розділі розглянемо основні аспекти енергетичного менеджменту, його важливість та основні стратегії реалізації. У цьому розділі було проведено роботу над:

- Розроблення методів спрямування на раціональне використання енергії та оптимізацію енергетичних процесів.
- Побудовано організаційну та виробничу структуру підприємства
- Створено і реалізовано схему функціонування системи енергоменеджменту. З процесом розробки можна детально ознайомитись у самій роботі.
- Формування центрів обліку електроенергії на підприємстві
- Математичний аналіз контролю параметрів енергоефективності на основі яких отримано результати у виді створення графіку довірчих інтервалів регресії, кумулятивна сума енергоспоживання
- Проведений контроль на основі трендових моделей.

Створення структури енергоменеджменту



Розробка організаційної та виробничої структури підприємства є важливим етапом у процесі управління бізнесом. Ця робота створює основу функціонування системи управління компанією на підприємстві. Ця структура дозволяє організувати ефективне функціонування і керувати досягненням стратегічних цілей. Також цим розробкам організаційної та виробничої структури відповідають:

1. Розподіл обов'язків і відповідальності: Організаційна структура визначає, як різні відділення і особи виконують свої обов'язки. Це допомагає уникнути подвійної роботи, зменшити обов'язки і покращити взаємодію між відділами та організацією.
2. Підвищення ефективності: Чітка виробнича організаційна структура дозволяє оптимізувати роботу підприємства. Кожен зрозуміє свою відповідальність за свої функції, що призводить до покращеної продуктивності та швидкої реакції на зміни.
3. Кар'єра і звітність: Чітка організаційна структура допомагає визначити шляхи кар'єри та відповідальності. Також це допомагає зібрати необхідну інформацію для прийняття управлінських рішень.

| | | |
|--|---|--|
| <i>Інформація про внутрішній процес</i> | Об'єкт керування | Зовнішні впливи |
| Виробництво: стан устаткування; продуктивність; обсяги виробництва; рівень втрат; якість продукції. Соціально-економічні: рівень трудової та технологічної дисципліни; економічна стратегія підприємства; рівень інформаційного забезпечення. | ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" | Економічні: ціни на енергоресурси, сировину та послуги; рівень інфляції; вартість кредитів. Політико-правові: діюче економічне законодавство та оподаткування; політична ситуація; валютний режим та режим зовнішньої торгівлі. |
| Збирання інформації | | |
| Парозілля бухгалтерів, відділ кадрів, ІТ | Служба комерційної директор, головний енергетик | Співробітничі служби енергоменеджменту |
| ПЕРЕДАЧА ІНФОРМАЦІЇ | | |
| Служба енергоменеджменту | | |
| ОБРОБЛЕННЯ (АНАЛІЗ) ІНФОРМАЦІЇ | | |
| Служба енергоменеджменту | | |
| ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ | | |
| Директор | | |
| ЗДІЙСНЕННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ДІЙ | | |
| Парозілля бухгалтерів, відділ кадрів, ІТ | Служба комерційної директор, головний енергетик | Співробітничі служби енергоменеджменту |

Служба функціонування системи енергоменеджменту (ЕМС - Energy Management System) виконає процес та виконає всі необхідні у збалансовану та ефективну управлінську систему енергії організації. Система жита ЕМС - забезпечить можливість контролювати енергій, зменшити витрати підприємства на енергію та допомогти досягти енергетичної стійкості. Система жита ЕМС - забезпечить можливість контролювати енергій, зменшити витрати підприємства на енергію та допомогти досягти енергетичної стійкості.

Інформаційні ресурси: Система ЕМС дозволяє організації ефективно контролювати витрати, зменшити витрати на енергію та отримувати повний контроль над енергій та енергоменеджменту.

Забезпечення енергії: Система жита ЕМС дозволяє організації ефективно контролювати витрати, зменшити витрати на енергію та отримувати повний контроль над енергій та енергоменеджменту.

Стойкість енергопостачання: ЕМС може забезпечити себе повною автономією, автономією та автономією енергетичної стійкості. Це дозволяє уникнути перерв у постачанні енергії та мінімізувати витрати на ремонт та відновлення.

Безпека енергетичних систем: У багатьох країнах і регіонах існують стандарти та норми з безпеки енергооборони та збереження енергії. ЕМС дозволяє підприємствам відповісти на ці стандарти та норми.

Моніторинг і контроль витрат: ЕМС надає засоби для моніторингу енергозатрат та інших параметрів, а також для контролю витрат на енергію та інших параметрів у управлінській системі.

Формування центрів обліку електроенергії на підприємстві

| № | ЦКЖ | МІСЦЬ ІНСТАЛЮВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА | Рядки | АДРЕСАЦІЙНИЙ ЗА ПЕРИОДОМ | Р/Н | Адресні | Ц/Н | С |
|---------|-----------------------|---------------------------------|-------|--------------------------|-----|---------|---------|----------|
| 1.2.3 | Середній станок | РПДЗКЖ | 4.3 | Підприємство | 3 | 4.00 | 3000 | 307.92 |
| 4.5.4 | Фрезерний верстат | РПДЗКЖ | 3 | Підприємство | 3 | 4.00 | 1927.2 | 231.204 |
| 7.8 | Прес пружинний | РПДЗКЖ | 2 | Підприємство | 3 | 4.00 | 1241.2 | 303.044 |
| 8.15.11 | Термоаналізатор | РПДЗКЖ | 25 | Підприємство | 3 | 4.00 | 3083.52 | 378.0224 |
| 12.3 | Термоаналізатор (120) | РПДЗКЖ | 20 | Підприємство | 3 | 4.00 | 1489.2 | 178.704 |
| 14 | Термоаналізатор (200) | РПДЗКЖ | 45 | Підприємство | 3 | 4.00 | 2540.4 | 304.848 |
| 15.15.1 | Центральний верстат | РПДЗКЖ | 10 | Підприємство | 3 | 4.00 | 1274.72 | 301.044 |
| 16.19 | Листоковий верстат | РПДЗКЖ | 12 | Підприємство | 3 | 4.00 | 2759.4 | 331.128 |
| 20 | Гайковий станок | РПДЗКЖ | 24 | Підприємство | 3 | 4.00 | 2091.62 | 251.024 |
| 31 | Кран башки | РПДЗКЖ | 15 | Підприємство | 3 | 4.00 | 2479.20 | 307.408 |
| 41.2.31 | | | | Всього | | | 26483.7 | 3228.372 |

Створено центри обліку енергії по підприємствах ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД" та визначено загальну кількість спожитих енергії підприємства загальною кількістю спожитих енергії: 3228,06 тВт

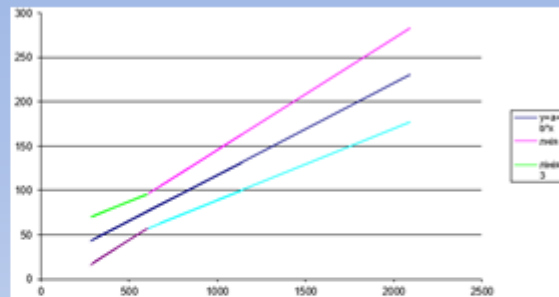
Ця розподілена створити таблицю розподілу енергії по місяцях підприємства по місяцях розподілу енергії по місяцях. Для того, щоб отримати бачити спожиті енергії по місяцях, і отримати розподіл енергії по місяцях.

| Місяць | Дні у місяці | Спожито енергії, кВт*год за місяць | Спожито енергії, кВт*год за день |
|----------|--------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Січень | 19 | 009333 | 13660 |
| Лютий | 18 | 008096 | 11815 |
| Березень | 12 | 008063 | 10366 |
| Квітень | 11 | 107375 | 18913 |
| Травень | 11 | 011588 | 18708 |
| Червень | 11 | 106010 | 16655 |
| Листопад | 11 | 139161 | 16755 |
| Серепень | 13 | 163911 | 15811 |
| Вересень | 11 | 108888 | 17909 |
| Жовтень | 11 | 120717 | 18318 |
| Листопад | 11 | 017101 | 19018 |
| Грудень | 11 | 007615 | 11315 |
| Всього | 156 | 0871095 | - |

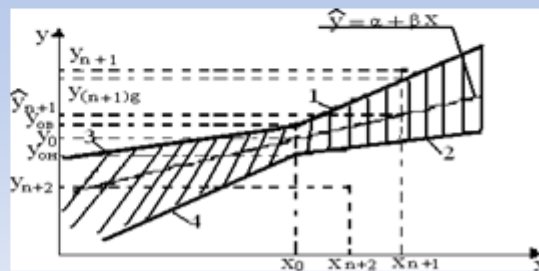


Короткий зміст розрахунків контролю на основі трендових моделей

Виведена погодинна вибірка показників споживання електроенергії та погодинна усереднена вибірка показників споживання електроенергії. На основі цього було проведено вивчення нового значення максимального очікування для середнього навантаження тпх, яке склало 1473,94279. Розраховано середньоквадратичне відхилення, яке становить 523,922. Виведено прогнозовані півгодинний максимум навантаження P30opt і він становить 2754,4 кВт. Сформовано Довірчі інтервали регресії



Висновки: Після проведення розрахунків ми зможемо порівняти отримані помилки: методикою розрахунку максимуму активного навантаження підприємства з використанням параметрів нормального розподілу максимальних навантажень (-61,430321); метод коефіцієнтів темпів росту (МК ТР) 0,978251; прогнозування на основі регресійних моделей за методом найменших квадратів (-21,12776). По результатам розрахунку можна побачити що найкраща помилка у методі з використання параметрів нормального розподілу максимальних навантажень.



РОЗДІЛ 3 ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕНЕРГОАУДИТОРСЬКОГО АНАЛІЗУ

Цей розділ магістерської кваліфікаційної роботи напряму пов'язаний з удосконаленням енергосистеми, зменшенням її втрат електроенергії та модернізацією обладнання.

В третьому розділі проведена така робота:

- Проведення енергетичного аудиту
- Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР
- Компенсація реактивної потужності на підприємстві
- Перевірка ефективності системи інфрачервоного опалення приміщень підприємства.
- Модернізація системного освітлення

Ці розрахунки ґрунтуються на основі даних з першого та другого розділів, саме висновки цього розділу і демонструють нашу роботу з оптимізації, енергоефективності та модернізації обладнання.

Розроблена однолінійна схема електропостачання ТОВ НВП "ПРОМПРИЛАД"

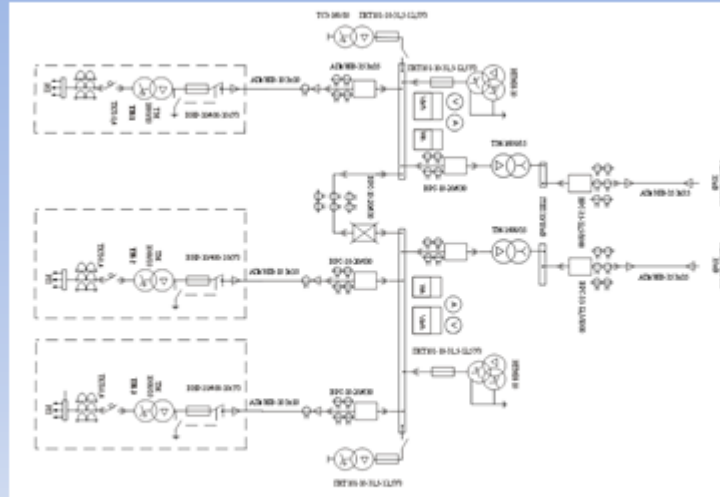
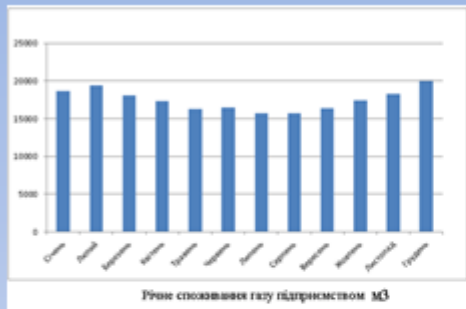


Схема електропостачання складається з ТПЩ з двома трансформаторами потужністю 1000 кВт та трьох ТП з трансформаторами потужності 1000 кВт розподільних щитів та кабелів. Далі лінії проведуть до трансформаторної підстанції та розподільних щитів кабелів з самостійною експлуатацією.

Побудова та аналіз характеристик режимів споживання ПЕР



Розраховано та подано у виді графіків споживання газу та води на підприємстві. Оскільки споживання електроенергії було подане в першому та другому розділах тут ми його не демонструємо. З аналізу балансу використання теплової енергії та води випливає, що найбільше споживання у виробничих корпусах: Механічному цеху №1 та Адмінкорпусі №6. Запропоновано провести оцінку ефективності використання системи інфрачервоного опалення в цехах №1 та №6.

| Визначення вартості зниження витрат електроенергії в трансформаторі підприємства | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|----------------|----------------|----------------|---------------|------------------|---------------|
| | dP ₀ , кВт | dP ₀ , кВт | S _н , кВт | P ₀ , кВт | Q ₀ , кВт | T, год | k _ф | k _р | C, грн/кВт*год | Витр. до, грн | Витр. після, грн | Економія, грн |
| Тр.р.№1 | 1,9 | 30,5 | 1000 | 648,2 | 749 | 8760 | 1,3 | 1,28 | 4 | 616 066,6 | 277 895,1 | 338 171,5 |
| Тр.р.№2 | 1,9 | 30,5 | 1000 | 623,6 | 607,1 | 8760 | 1,31 | 1,29 | 4 | 487 835,4 | 262 176,1 | 225 659,3 |
| Тр.р.№3 | 1,9 | 30,5 | 1000 | 536,3 | 734 | 8760 | 1,28 | 1,27 | 4 | 511 023,1 | 191 385,3 | 319 707,6 |
| Всього по трансформаторам: | | | | | | | | | | | | |
| Витр. до, грн = C*(D ³ *E ³ *F ³ *(E ³ *2+F ³ *(2+(3*0,5*H ³)))/2*J ³ *K ³ *10 ⁻⁶ -3*K ³ | | | | | | | | | | | | |
| Витр. після, грн = C*(D ³ *E ³ *H ³ *(E ³ *2+(3*0,5*H ³)))/2*J ³ *K ³ *10 ⁻⁶ | | | | | | | | | | | | |
| Економія, грн = E3*H3 | | | | | | | | | | | | |
| Всього по трансформаторам = СУММА(3:5:7) | | | | | | | | | | | | |

Зниження витрат електроенергії вказано в таблиці за розглянутої потужності

На заборгованості №1 отримана економія за період роботи з трансформатором при певній кількості розглянутої потужності за періодом експлуатації становить 225 659,3 грн. При певній кількості розглянутої потужності з трансформатора витрати становлять 223 538 грн за рік.

На заборгованості №2 отримана економія за період роботи з трансформатором при певній кількості розглянутої потужності, витрати становлять 223 036 грн за рік.

Зниження витрат електроенергії за період роботи з трансформатором №3 становить 319 707,6 грн з урахуванням витрат на експлуатацію трансформатора становить 191 385,3 грн. З урахуванням витрат на експлуатацію трансформатора становить 138 507,8 грн за рік.

$$r = \frac{E_{\text{еко}}}{C} = \frac{138507,8}{300000} = 0,46$$

0,46 роки це приблизно 160 днів роботи трансформатора за період роботи з трансформатором, за який економія становить 138 507,8 грн за рік.

| Визначення вартості зниження витрат електроенергії в кабельних лініях підприємства | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|-------|-------|------------------------|----------------|---------------|------------------|---------------|
| | k _ф до | k _ф після | P ₀ , кВт | Q ₀ , кВт | T, год | U, кВ | L, км | R ₀ , Ом/км | C, грн/кВт*год | Витр. до, грн | Витр. після, грн | Економія, грн |
| КЛ1 | 1,29 | 1,28 | 648,2 | 749 | 8760 | 10 | 0,2 | 1,1 | 4 | 125865,8 | 53067,0 | 72798,8 |
| КЛ2 | 1,28 | 1,27 | 623,6 | 607,1 | 8760 | 10 | 0,2 | 1,1 | 4 | 95666,3 | 48351,1 | 47315,2 |
| КЛ3 | 1,28 | 1,27 | 538,3 | 734 | 8760 | 10 | 0,3 | 1,1 | 4 | 150964,9 | 54042,4 | 102922,5 |
| Всього по КЛ | | | | | | | | | | | | |
| Витр. до, грн = 3*C*(D ³ *E ³ *K ³ *(E ³ *2+F ³ *(2+(3*0,5*H ³)))/2*J ³ *K ³ *10 ⁻⁶ -3*K ³ | | | | | | | | | | | | |
| Витр. після, грн = 3*D ³ *2*(КОЕФІЦІЄНТ*(E ³ *2+(3*0,5*H ³)))/2*J ³ *K ³ *10 ⁻⁶ -3*K ³ | | | | | | | | | | | | |
| Економія, грн = E3*H3 | | | | | | | | | | | | |
| Всього по КЛ = СУММА(3:5:7) | | | | | | | | | | | | |

| Визначення величини зниження оплати за електроенергію підприємством внаслідок КРП | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|-------|-------------|----------------|------------------|---------|---------|-----------------------|--|
| W _{сп} , кВт*год | W _{рп} , кВт*год | tgφ | D, кВт/квар | C, грн/кВт*год | С _{баз} | B1, грн | B2, грн | B _{Wp} , грн | |
| 2449180 | 2143032 | 0,875 | 0,02 | 4 | 1,3 | 171443 | 87061 | 258503 | |
| B1, грн = C3*E3*F3 | | | | | | | | | |
| B2, грн = H3*G3*(D3-0,25)*2 | | | | | | | | | |
| B _{Wp} , грн = H3+I3 | | | | | | | | | |
| Повна економія внаслідок КРП = | | | | | | | | 1365078 | |

Модернізація системи освітлення

Запропоновано модернізацію системи освітлення підприємства. Станом на сьогодні вказані системи освітлення складаються з 250 ламп ДРЛ та 150 ламп світлодіодних. Вартість модернізації становить 12000 грн.

| Лампа | Потужність, Вт | Світловий потік, лм | Термін служби, год. | Ціна, грн. |
|--------------|----------------|---------------------|---------------------|------------|
| ДРЛ | 250 | 13000 | 6000 | 960 |
| Світлодіодна | 150 | 15000 | 12000 | 1200 |

При певній потужності, яку вони розсіюють, необхідний строк служби ламп становить певна величина $T_{\text{н}} = 12000$ год.

А лампа ДРЛ має вартість 960 грн, і тому необхідний термін роботи на певній потужності становить: $T_{\text{н}} = 6000 - 4000 = 2000$ год.

Розрахунок витрат на систему освітлення з лампами ДРЛ за розглянутий період становить:

$$E_{\text{дрл}} = \left(C_{\text{дрл}} > \left(\frac{12000 - 2000}{6000} \right) \cdot 960 + 250 \cdot 10^{-3} \cdot 12000 \cdot 4 \right) \cdot 30 = 840040 \text{ (грн)}$$

За модернізацією системи:

$$E_{\text{сд}} = \left(\frac{12000}{12000} \cdot 1200 + 150 \cdot 10^{-3} \cdot 12000 \cdot 4 \right) \cdot 30 = 343000 \text{ (грн)}$$

Розглянутий період життєвого циклу системи освітлення становить: $T_{\text{ж}} = \frac{12000}{2500} = 4,8$ (років)

Таким чином, розрахунок витрат за формулами (20) і (21) свідчить про те, що модернізація системи освітлення підприємства є вигідною. Вартість модернізації становить 12000 грн, а витрати на експлуатацію становлять 343000 грн за період роботи з модернізованою системою освітлення. За період роботи з модернізованою системою освітлення витрати становлять 355000 грн за рік.

Енергоаудиторський висновок

Під час аудиту в ТОВ НВП "ПРОМШРИПАД" було виявлено, що підприємство спеціалізується на виробництві вигідних продуктів та на території України та іноземні Виробничі підприємства чинять в себе значні витрати електричної енергії та води. Серед основних споживачів електричної енергії є виробничі лінійні електромашинобудівні цехи та допоміжні виробничі підприємства.

Під час дослідження витрат електричної енергії та водних ресурсів (ВЕР) та підприємстві були сформульовані наступні рекомендації щодо енергозбереження:

- встановити засоби моніторингу реального споживання енергії через продуктивні електроенергетичні лінійні споживачі та застосування систем обліку електроенергії та водних ресурсів на підприємстві; запровадити програму оптимізації споживання енергії та води;
- замінити рухомі електричні двигуни та насосні агрегати білими електричними двигунами з високим коефіцієнтом корисної дії та кращими характеристиками;
- запровадити подальше оптимізацію електричної енергії, які підприємстві застосовують та об'єктами підприємства виробничого та допоміжного характеру, у сфері енергозбереження із застосуванням інфрачервоної обігрівачів.

Під час дослідження витрат електроенергії та водних ресурсів було виявлено:

- Застосування ЕУ та підприємстві електричних двигунів з високим коефіцієнтом корисної дії, що оптимізує витрати на 0,95 року і показує до річної економічної коштів підприємства більше 1,34 млн грн.
- Встановлення інфрачервоної обігрівачів може бути економічною і показує до річної економічної коштів підприємства більше, ніж 950,1 тис. гривень на рік.
- Заміна насосів ДНІ економічною оптимізацією та електричними двигунами до річної економічної коштів понад 104 тис. грн при терміні окупності капіталу складає 0,34 року.
- Заміна насосів ДНІ з економічною оптимізацією та електричними двигунами до річної економічної коштів понад 1,7 тис. грн при терміні окупності капіталу складає 4,098 року.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В даному розділі ми проаналізуємо економічне обґрунтування роботи розрадунок лінійних заводів з системи електропостачання, розрадунок поточних витрат розрадунок собівартості електроенергії. Це потрібно для перевірки та економічного аналізу підприємства, щоб зрозуміти, чи підприємство, яке не працює з прибутком може бути вигідним.

Економічно-економічне обґрунтування роботи Система економічно-економічне обґрунтування роботи підприємств у виробничій та допоміжній частині підприємства розрадунок, які лінійні заводів до підприємств лінійних заводів з метою на рівні заводів. Протягом розрадунок

Середньо-річний фонд заробітної плати підприємства:

$$ЗП = 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 15000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0.18 \text{ (млн грн/рік)},$$

Поточні собівартість продукції:

$$C = \frac{1.38 \cdot Ч \cdot ЗП}{d} = \frac{1.38 \cdot 60 \cdot 0.18}{0.12} = 124.2 \text{ (млн грн/рік)},$$

Баланс основних фондів: $\Pi = B - C = 500 - 124.2 = 375.8$ (млн грн/рік).

Визначимо термін окупності підприємства:

$$T_{op} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{2000}{375.8} = 5.322 \text{ (років)},$$

$$T_{op} = 5.322 < T_{ок} = 10 \text{ (років)},$$

Даний термін окупності за рахунок лінійних заводів з системи електропостачання є вигідним.

Проведений кошторис річних поточних витрат

| Стаття витрат | Відповідні витрати, грн | Структура, % до підсумку |
|---|-------------------------|--------------------------|
| Витрати на експлуатацію електроустаткування і мереж | 428159,77 | 67,97 |
| Витрати на поточний ремонт | 68037,38 | 9,98 |
| Витрати на модернізацію | 39932,8 | 2,04 |
| Інші витрати | 136037,4 | 19,99 |
| Разом: | 670187,97 | 100 |

Розраховано річне споживання і вартість електроенергії. Розраховано оплати за електроенергію. Розраховано обсяги споживаних матеріалів, виходячи з розрахункової потужності яка знаходиться як дебетом установленної (можливої) потужності усіх електроприладів, коефіцієнта потужу і кількості годичного використання відповідних матеріалів, грн. кВт·год/рік:

Розраховуємо, сумарні витрати

$$C_{\text{сум}} = 4237089,72 + 12497484 = 18934574 \text{ (грн/рік)}.$$

Тоді собівартість електроенергії:

$$S = \frac{15342839.47 - 100}{2545020} = 597,2 \text{ (коп./кВт * год)},$$

Для спрощення розуміємо результати електрозрахунків зводимо в таблицю, яка зводиться в наступних.

Економічні висновки

| Показники | Позначення | Результат по показнику | Одиниця вимірювання |
|---|------------------|------------------------|---------------------|
| Кількість юридично спожитої електроенергії | Е _а | 2 545 020 | кВт·год |
| Річне споживання електроенергії із втратами | Е | 2 570 098,9 | кВт·год |
| Плата за електроенергію | П | 14 472 651,5 | грн |
| Витрати на передачу і розподіл електроенергії | С _е | 670187,97 | грн |
| Сумарні витрати підприємства | С _{сум} | 15342839,47 | Грн |
| Собівартість електроенергії | S | 597,2 | коп/кВт·год |

В економічній частині магістерської кваліфікаційної роботи були проведені розрахунки основних техніко-економічних показників підприємства: балансовий прибуток склав: 375,8 млн. грн. на рік, величина капітальних вкладень дорівнює 965,88 тис. грн. Сума коштів на обслуговування електроустановок і мереж, 4239688,28 грн/рік. Розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 739,185 коп/кВт·год. Кількість юридично спожитої електроенергії 2.545.020 кВт·год. Річне споживання електроенергії із втратами 2.570.098,9 кВт·год. Плата за електроенергію 16.083.483,37 грн. Витрати на передачу і розподіл електроенергії 6.237.089,72 грн. Сумарні витрати підприємства 18.934.576 грн.

Додаток Д – Додатки до розділів

Дані розрахунків для створення систем енергоменджменту на підприємстві

ЛИПЕНЬ

| Число | Ваги | Ел. енергія, кВт*год | У*Т |
|-------|------|-------------------------|------------------|
| 1 | 2100 | 16145 | 33904500 |
| 2 | 805 | 6867 | 5527935 |
| 3 | 760 | 6544 | 4973440 |
| 4 | 2000 | 15428 | 30856000 |
| 5 | 2010 | 15603 | 31362030 |
| 6 | 1995 | 15356 | 30635220 |
| 7 | 2000 | 15428 | 30856000 |
| 8 | 2032 | 15769 | 32042608 |
| 9 | 820 | 6790 | 5567800 |
| 10 | 800 | 6689 | 5351200 |
| 11 | 1987 | 15307 | 30415009 |
| 12 | 2000 | 15428 | 30856000 |
| 13 | 2100 | 16145 | 33904500 |
| 14 | 2094 | 16113 | 33740622 |
| 15 | 2060 | 15902 | 32758120 |
| 16 | 834 | 6960 | 5804640 |
| 17 | 820 | 6905 | 5662100 |
| 18 | 2010 | 15603 | 31362030 |
| 19 | 1986 | 15300 | 30385800 |
| 20 | 2112 | 16171 | 34153152 |
| 21 | 2006 | 15550 | 31193300 |
| 22 | 2000 | 15428 | 30856000 |
| 23 | 845 | 7005 | 5919225 |
| 24 | 810 | 6885 | 5576850 |
| 25 | 2000 | 15428 | 30856000 |
| 26 | 2000 | 15430 | 30860000 |
| 27 | 2025 | 15787 | 31968675 |
| 28 | 2034 | 15890 | 32320260 |
| 29 | 2000 | 15429 | 30858000 |
| 30 | 826 | 6843 | 5652318 |
| 31 | 810 | 6885 | 5576850 |
| | | 397013 | 721756184 |

Рисунок Д1 – Дані про виготовлену продукцію та використану електроенергію та їх добуток

| | | |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Нормальний закон розподілу | 0,793474148 | 0,79069215 |
| | 0,072088881 | 0,075043454 |
| | 0,061828958 | 0,06457187 |
| | 0,739743517 | 0,737317372 |
| | 0,745422145 | 0,750955349 |
| | 0,736879922 | 0,731597395 |
| | 0,739743517 | 0,737317372 |
| | 0,75768291 | 0,763535268 |
| | 0,075784456 | 0,072436593 |
| | 0,070888219 | 0,069123093 |
| | 0,732264919 | 0,727669131 |
| | 0,739743517 | 0,737317372 |
| | 0,793474148 | 0,79069215 |
| | 0,790447885 | 0,788454911 |
| | 0,772813051 | 0,773356551 |
| | 0,079362228 | 0,07828668 |
| | 0,075784456 | 0,076356041 |
| | 0,745422145 | 0,750955349 |
| | 0,731685189 | 0,727105628 |
| | 0,799448438 | 0,79249961 |
| | 0,743158509 | 0,746865149 |
| | 0,739743517 | 0,737317372 |
| | 0,082261905 | 0,079893646 |
| | 0,073305071 | 0,075663044 |
| | 0,739743517 | 0,737317372 |
| | 0,739743517 | 0,737475365 |
| | 0,753816808 | 0,76487802 |
| | 0,758781436 | 0,772479979 |
| | 0,739743517 | 0,737396374 |
| | 0,077302449 | 0,074223362 |
| | 0,073305071 | 0,075663044 |

Рисунок Д2 – Результати розрахунку за нормальним законом розподілу

| ЛИПЕНЬ | | |
|---------------|-------------|---------------------------------|
| <i>Число</i> | <i>Ваги</i> | <i>Ел. енергія, кВт*год</i> |
| 1 | 2100 | 16145 |
| 2 | 805 | 6867 |
| 3 | 760 | 6544 |
| 4 | 2000 | 15428 |
| 5 | 2010 | 15603 |
| 6 | 1995 | 15356 |
| 7 | 2000 | 15428 |
| 8 | 2032 | 15769 |
| 9 | 820 | 6790 |
| 10 | 800 | 6689 |
| 11 | 1987 | 15307 |
| 12 | 2000 | 15428 |
| 13 | 2100 | 16145 |
| 14 | 2094 | 16113 |
| 15 | 2060 | 15902 |
| 16 | 834 | 6960 |
| 17 | 820 | 6905 |
| 18 | 2010 | 15603 |
| 19 | 1986 | 15300 |
| 20 | 2112 | 16171 |
| 21 | 2006 | 15550 |
| 22 | 2000 | 15428 |
| 23 | 845 | 7005 |
| 24 | 810 | 6885 |
| 25 | 2000 | 15428 |
| 26 | 2000 | 15430 |
| 27 | 2025 | 15787 |
| 28 | 2034 | 15890 |
| 29 | 2000 | 15429 |
| 30 | 826 | 6843 |
| 31 | 810 | 6885 |
| Сума | 50681 | 397013 |

Рисунок ДЗ – Дані про виготовлену продукцію та використану електроенергію

| | | | | |
|-----|----------|---------|-------|----------|
| r= | 0,8156 | y=a+bx | | |
| x0= | 1634,87 | 15562,1 | | |
| y0= | 12806,87 | 7891,0 | Yон= | 11103,94 |
| Sx= | 577,64 | 7624,4 | Yов= | 14509,80 |
| Sy= | 4195,35 | 14969,8 | B`= | 4,615 |
| B | 5,92 | 15029,0 | B``= | 7,233 |
| A | 3122,46 | 14940,1 | xser= | 1634,9 |
| | | 14969,8 | a1`= | -720,3 |
| | | 15159,3 | a2`= | 3559,4 |
| | | 7979,9 | a1``= | 2685,5 |
| | | 7861,4 | a2``= | 6965,3 |
| | | 14892,8 | | |
| | | 14969,8 | | |
| | | 15562,1 | | |
| | | 15526,6 | | |
| | | 15325,2 | | |
| | | 8062,8 | | |
| | | 7979,9 | | |
| | | 15029,0 | | |
| | | 14886,8 | | |
| | | 15633,2 | | |
| | | 15005,3 | | |
| | | 14969,8 | | |
| | | 8128,0 | | |
| | | 7920,6 | | |
| | | 14969,8 | | |
| | | 14969,8 | | |
| | | 15117,9 | | |
| | | 15171,2 | | |
| | | 14969,8 | | |
| | | 8015,4 | | |
| | | 7920,6 | | |

Рисунок Д4 – Вихідні дані

| Економія/ перевитрати | % | | Для графіка перевитрат | | Для графіка економії | |
|--------------------------|------|-------------|---------------------------|---------|-------------------------|--------|
| | | | | | | |
| -582,9 | 3,6 | Перевитрати | 582,9 | 15562,1 | 0,0 | 0,0 |
| 1024,0 | 14,9 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1024,0 | 7891,0 |
| 1080,4 | 16,5 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1080,4 | 7624,4 |
| -458,2 | 3,0 | Перевитрати | 458,2 | 14969,8 | 0,0 | 0,0 |
| -574,0 | 3,7 | Перевитрати | 574,0 | 15029,0 | 0,0 | 0,0 |
| -415,9 | 2,7 | Перевитрати | 415,9 | 14940,1 | 0,0 | 0,0 |
| -458,2 | 3,0 | Перевитрати | 458,2 | 14969,8 | 0,0 | 0,0 |
| -609,7 | 3,9 | Перевитрати | 609,7 | 15159,3 | 0,0 | 0,0 |
| 1189,9 | 17,5 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1189,9 | 7979,9 |
| 1172,4 | 17,5 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1172,4 | 7861,4 |
| -414,2 | 2,7 | Перевитрати | 414,2 | 14892,8 | 0,0 | 0,0 |
| -458,2 | 3,0 | Перевитрати | 458,2 | 14969,8 | 0,0 | 0,0 |
| -582,9 | 3,6 | Перевитрати | 582,9 | 15562,1 | 0,0 | 0,0 |
| -586,4 | 3,6 | Перевитрати | 586,4 | 15526,6 | 0,0 | 0,0 |
| -576,8 | 3,6 | Перевитрати | 576,8 | 15325,2 | 0,0 | 0,0 |
| 1102,8 | 15,8 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1102,8 | 8062,8 |
| 1074,9 | 15,6 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1074,9 | 7979,9 |
| -574,0 | 3,7 | Перевитрати | 574,0 | 15029,0 | 0,0 | 0,0 |
| -413,2 | 2,7 | Перевитрати | 413,2 | 14886,8 | 0,0 | 0,0 |
| -537,8 | 3,3 | Перевитрати | 537,8 | 15633,2 | 0,0 | 0,0 |
| -544,7 | 3,5 | Перевитрати | 544,7 | 15005,3 | 0,0 | 0,0 |
| -458,2 | 3,0 | Перевитрати | 458,2 | 14969,8 | 0,0 | 0,0 |
| 1123,0 | 16,0 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1123,0 | 8128,0 |
| 1035,6 | 15,0 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1035,6 | 7920,6 |
| -458,2 | 3,0 | Перевитрати | 458,2 | 14969,8 | 0,0 | 0,0 |
| -460,2 | 3,0 | Перевитрати | 460,2 | 14969,8 | 0,0 | 0,0 |
| -669,1 | 4,2 | Перевитрати | 669,1 | 15117,9 | 0,0 | 0,0 |
| -718,8 | 4,5 | Перевитрати | 718,8 | 15171,2 | 0,0 | 0,0 |
| -459,2 | 3,0 | Перевитрати | 459,2 | 14969,8 | 0,0 | 0,0 |
| 1172,4 | 17,1 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1172,4 | 8015,4 |
| 1035,6 | 15,0 | Економія | 0,0 | 0,0 | 1035,6 | 7920,6 |
| | | | 1634,9 | | | |

Рисунок Д5 – Дані про економію та перевиплати електроенергії

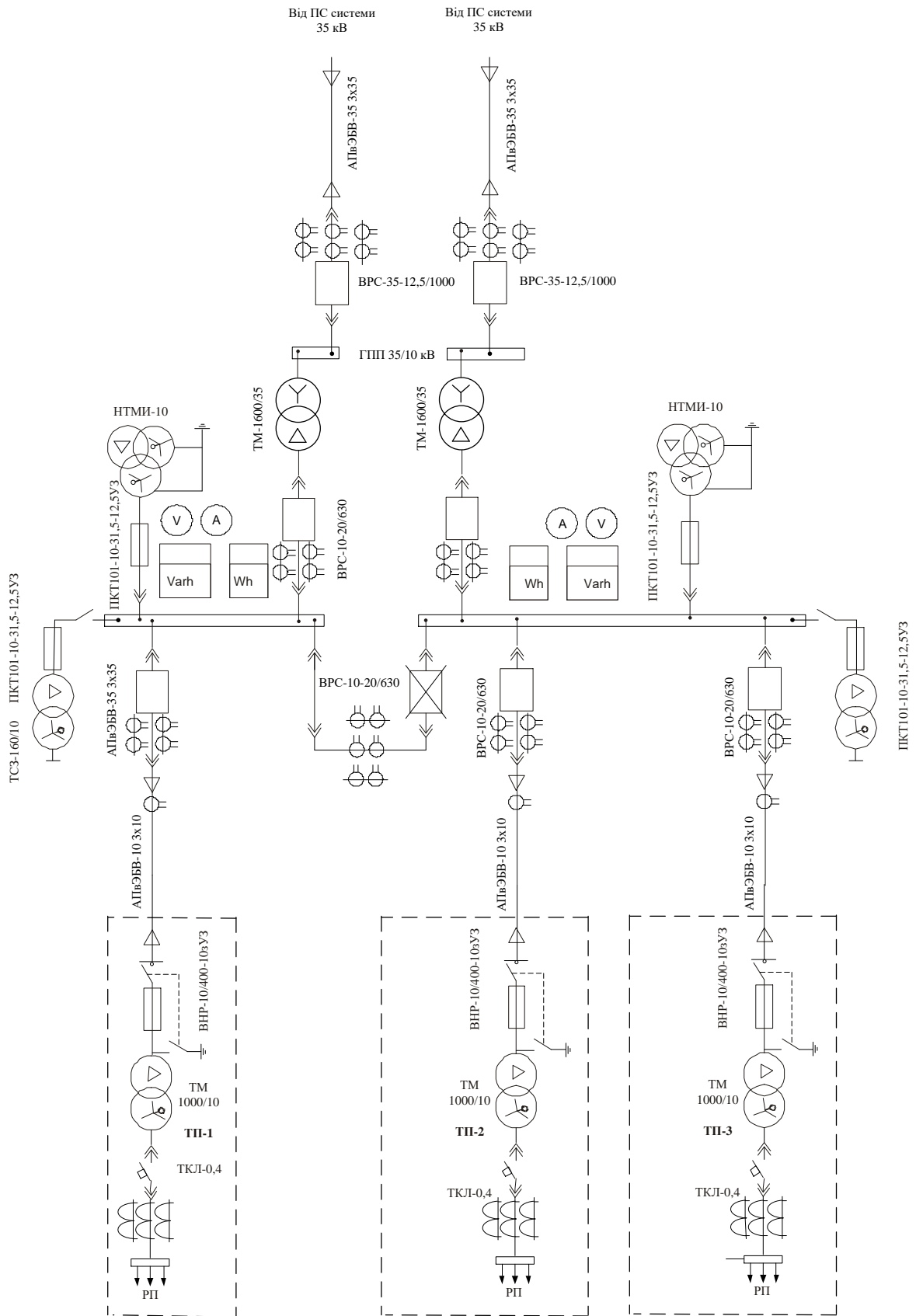


Рисунок Дб - Однолінійна схема системи електропостачання підприємства ТОВ
 НВП "ПРОМПРИЛАД"

Д7 - Економічна частина роботи

В економічній частині магістерської кваліфікаційної роботи були проведені розрахунки основних техніко-економічних показників підприємства і розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 597,2 коп/кВт·год.

Таблиця 4.10 –Результати розрахунків

| Показники | Позначення | Величина показників | Одиниця вимірювання |
|---|------------------|---------------------|---------------------|
| Кількість корисно спожитої електроенергії | E_a | 2545020 | кВт·год |
| Річне споживання електроенергії із втратами | E | 2821663,75 | кВт·год |
| Плата за електроенергію | Π | 14672651,5 | грн |
| Витрати на передачу і розподіл електроенергії | C_{Π} | 670187,97 | грн |
| Сумарні витрати підприємства | $C_{\text{сум}}$ | 15342839,47 | грн |
| Собівартість електроенергії | S | 597,2 | коп/кВт·год |