

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

**Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи**

Магістр

(освітній ступінь)

на тему: «Підвищення ефективності електропостачання приватного підприємства
«Віор» міста Вінниці з використанням дахової сонячної електростанції»

Виконав: студент 2-го курсу, групи
ЕСЕ-22м

Освітня програма: «Електротехнічні
системи електроспоживання»

(назва ОП)

Спеціальність 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Василюк Д. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н. доц. каф. ЕСЕЕМ

Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

« » _____ 2023 р.

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

Опонент _____

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

«8» 12 _____ 2023 р.

Вичневський С.Я., доц. к.т.н. каф. ЕСЕЕМ

(прізвище та ініціали)

«12» згодня _____ 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітній ступінь – магістр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф., Бурбело М.Й.

«01» жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ Василюку Дмитру Олеговичу

1. Тема роботи Підвищення ефективності електропостачання приватного підприємства «Віор» міста Вінниці з використанням дахової сонячної електростанції.
керівник Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц., затверджені наказом 247 від «18» вересня 2023 року.
2. Строк подання студентом роботи «4» грудня 2023 року.
3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; основні техніко-економічні показники (додаток Б).
4. Зміст розрахунково- пояснювальної записки
 1. анотація
 2. Вступ
 1. характеристики підприємства та режимів електроспоживання
 2. визначення параметрів системи електропостачання на ПП «Віор»
 3. оптимізація використання дахових фотоелектричних станцій на підприємстві
 4. Економічна частина роботи
 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
 - Висновки.
 - Список літератури.
 - Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу
 - Генеральний план підприємства
 - Однолінійна схема
 - Однолінійна схема з гібридним інвертором

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ роботи	Бабенко О.В., доц., каф. ЕСЕЕМ, к.т.н. доцент		
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., к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ		

7. Дата видачі завдання «_» _____ 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Характеристики підприємства та режимів електроспоживання	1.10 - 15.10	Век
2	Визначення параметрів системи електропостачання на пп «Віор»	15.10 - 30.10	Век
3	Оптимізація використання дахових фотоелектричних станцій на підприємстві	30.10 - 15.11	Век
4	Економічна частина роботи	15.11 - 25.11	Век
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	25.11 - 30.11	Век

Студент		Василюк Д.О. (прізвище та ініціали)
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи		Бабенко О.В. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Войтюк Ю. П. (прізвище та ініціали)

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування факультету)
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
(повна назва кафедри)
МЕНЕДЖМЕНТУ

**Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи**

_____ Магістр

(освітній ступінь)

на тему: «Підвищення ефективності електропостачання приватного підприємства
«Віор» міста Вінниці з використанням дахової сонячної електростанції»

Виконав: студент 2-го курсу, групи

ЕСЕ-22м

Освітня програма: «Електротехнічні системи електроспоживання»

(назва ОП)

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

_____ Василюк Д. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

_____ Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

_____ проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2023 р.

« ____ » _____ 2023 р.

Опонент _____

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітній ступінь – магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

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

«01» жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ Василюку Дмитру Олеговичу

1. Тема роботи Підвищення ефективності електропостачання приватного підприємства «Віор» міста Вінниці з використанням дахової сонячної електростанції.
керівник Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц., затверджені наказом 247 від «18» вересня 2023 року.
2. Строк подання студентом роботи «4» грудня 2023 року.
3. Вихідні дані: генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; основні техніко-економічні показники (додаток Б).
4. Зміст розрахунково– пояснювальної записки
Анотація
Вступ
1. характеристики підприємства та режимів електроспоживання
2. визначення параметрів системи електропостачання на ПП «Віор»
3. оптимізація використання дахових фотоелектричних станцій на підприємстві
4. Економічна частина роботи
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
Висновки.
Список літератури.
Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу
– Генеральний план підприємства
– Однолінійна схема
– Однолінійна схема з гібридним інвертором

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ роботи	Бабенко О.В., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н. доцент		
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., к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ		

7. Дата видачі завдання «_» ____ 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристики підприємства та режимів електроспоживання		
2	Визначення параметрів системи електропостачання на пп «Віор»		
3	Оптимізація використання дахових фотоелектричних станцій на підприємстві		
4	Економічна частина роботи		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		

Студент _____
(підпис)

Василук Д.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Бабенко О.В.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис)

Войтюк Ю. П.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Василюк Дмитро Олегович. Підвищення ефективності електропостачання приватного підприємства «Віор» міста Вінниці з використанням дахової сонячної електростанції. Магістерська кваліфікаційна робота. Спеціальність 141 – Електротехнічні системи електроспоживання– Вінниця: ВНТУ, 2023 – 96 с.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено аспекти покращення ефективності підприємства за допомогою сонячних енергетичних систем (СЕС) на даху. Дані, отримані під час практики на підприємстві, використані для аналізу електропостачання двох цехів, врахування параметрів лінії живлення та внутрішніх кабельних мереж тощо. У роботі розглянуті аспекти оптимізації робочих режимів підприємства з використанням фотоелектричних установок.

В рамках науково– дослідної частини роботи проведено розрахунки техніко– економічних показників сонячних електростанцій (СЕС) для підприємства. Розглянуто питання щодо оптимізації режимів функціонування підприємства за участі фотоелектричних систем. Також вивчено аспекти охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в контексті використання сонячної енергії.

Робота включає в себе практичний аналіз та розрахунки, що допомагають визначити потенціал впровадження сонячних енергетичних систем на підприємстві та їхній вплив на економічну та екологічну стійкість підприємства.

Ключові слова: сонячні панелі, інвертори, СЕС, батареї.

ANNOTATION

Dmytro Olehovych Vasyliuk. Improving the efficiency of power supply of the Private Enterprise "Vior" in Vinnytsia using a rooftop solar power plant. Master's qualification work. Specialty 141 – Electrotechnical systems of power consumption – Vinnytsia: VNTU, 2023 – 96 p.

The master's qualification work investigates aspects of improving the efficiency of an enterprise using solar energy systems (SES) on the roof. The data obtained during the internship at the enterprise were used to analyze the power supply of two workshops, take into account the parameters of the power line and internal cable networks, etc. The paper considers aspects of optimizing the operating modes of the enterprise using photovoltaic installations.

As part of the research part of the work, the technical and economic indicators of solar power plants (SPP) for the enterprise were calculated. The issues of optimizing the operating modes of the enterprise with the participation of photovoltaic systems are considered. The aspects of labor protection and safety in emergency situations in the context of solar energy use are also studied.

The work includes practical analysis and calculations that help to determine the potential for the introduction of solar energy systems at the enterprise and their impact on the economic and environmental sustainability of the enterprise.

Keywords: solar panels, inverters, solar power plants, batteries..

Figures – 38

Tables – 20

Bibliographies – 23

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ.....	6
1.1 Характеристика технологічного процесу підприємства.....	6
1.2 Відомості про режими електроспоживання на підприємстві.....	6
1.3 Параметри дахових СЕС.....	11
1.4 Висновок.....	15
2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ПП «ВІОР».....	16
2.1 Розрахунок електричних навантажень.....	16
2.2 Визначення оптимального перерізу зовнішньої лінії живлення.....	18
2.3 Висновок.....	20
3 ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ДАХОВИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	21
3.1 Методика визначення оптимальних параметрів дахової СЕС.....	21
3.2 Моделювання оптимальної СЕС на підприємстві ПП «Віор».....	26
3.3 Висновки.....	43
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	44
4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи.....	44
4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання.....	46
4.3 Розрахунок поточних витрат.....	49
4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі.....	49
4.3.2 Розрахунок витрат по заробітній платі.....	51
4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються.....	54
4.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат.....	56
4.4. Розрахунок собівартості електроенергії.....	57
4.4.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок	

оплати за електроенергію.....	57
4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії.....	59
4.5 Висновки.....	61
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	62
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту.....	63
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць на висоті під час встановлення обладнання дахової сонячної електростанції.....	63
5.1.2 Електробезпека.....	65
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	67
5.2.1 Мікроклімат.....	67
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	68
5.2.3 Виробниче освітлення.....	67
5.2.4 Виробничий шум.....	69
5.2.5 Виробнича вібрація.....	70
5.2.6 Фактори трудового процесу.....	71
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання приватного підприємства “Віор” в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	73
5.3.1 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання приватного підприємства “Віор” умовах дії іонізуючого випромінювання	74
5.3.2 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання приватного підприємства “Віор” в умовах дії електромагнітного імпульсу.....	76
5.4 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи обладнання ПП «Віор» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	78
5.5 Висновки.....	
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82
ДОДАТКИ.....	85
Додаток А технічне завдання.....	

Додаток Б вихідні дані.....	
Додаток в – протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	
Додаток Г Однолінійна схема.....	
Додаток Д Однолінійна схема з гібридним інвертором.....	

ВСТУП

Актуальність теми. Ефективне функціонування приватного підприємства "Віор" надзвичайно залежить від ретельного відбору та комплексного синтезу системи електропостачання на даному підприємстві. У зв'язку з цим виникає необхідність в акценті на актуальності вибору оптимальних систем живлення, використання сучасного електрообладнання, а також впровадження в експлуатацію передової провідниково-кабельної продукції з метою підвищення рівня надійності електропостачання та поліпшення якості електроенергії в інфраструктурних мережах підприємства.

Виробництво власної продукції є важливим елементом розвитку підприємств і підвищення їх конкурентоспроможності. Енергоефективність та використання відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі, стають необхідними складовими сучасного виробництва. Правильний вибір та поєднання системи електропостачання компанії ПП«Віор» в значній мірі сприяють ефективному функціонуванню підприємства. Таким чином, вибір ефективних систем живлення, використання сучасного електрообладнання та провідниково-кабельної продукції, підвищення надійності електропостачання та впровадження дахові СЕС електроенергії в мережах підприємств є надзвичайно важливими.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи впровадження дахової СЕС.

Об'єкт дослідження – дахова сес приватного підприємства «Віор».

Предмет дослідження – технічні характеристики фотоелектричної дахової станції в системі електропостачання ПП «Віор».

Методи досліджень. У магістерській роботі використовуються загальноприйняті математичні методи розрахунку.

Наукова новизна. Обґрунтовано переваги використання сонячної енергетичної системи на даху приватного підприємства "Віор" з метою оптимізації витрат на електроенергію і підвищення надійності електропостачання.

Практичне значення одержаних результатів. Проведені дослідження дозволяють запропонувати рекомендації ПП «Віор» для реалізації фотоелектричних станцій на даховій СЕС.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні теоретичні положення та найвагоміші практичні результати виконаного дослідження було обговорено на науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ у 2023р. та опубліковано в тезах доповіді [1].

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

1.1 Характеристика технологічного процесу підприємства

Виконання всіх технологічних операцій здійснюється відповідно до чітко визначеного графіка технологічного процесу. Усі цехи заводу, чий виробничі продукти інтегруються в основний виробничий процес, взаємодіють як єдина технологічна система.

Підприємство ПП "ВІОР" належить до виробничої промисловості і є дуже перспективним підприємством на території Вінницької області. Робота підприємства заснована на виготовленні різної технічної продукції для будинків. Виробничі потужності дозволяють виробляти багато технічних виробів. Юридична адреса підприємства: Україна, 21000, м. Вінниця, на вулиці Юківка.

Основні види діяльності підприємства це виробництво електричних побутових приладів таких як:

- Стабілізатори напруги для підприємств та домів
- Виготовлення зарядних пристроїв для акумуляторів
- Виготовлення блоків живлення
- Джерела безперебійного живлення

1.2 Відомості про режими електроспоживання на підприємстві

ТОВ «Віор» отримує живлення від підстанції 10/4 кВ.

ТОВ «Віор» отримує живлення від підстанції 10/4 кВ.

Переважною сегментацією споживачів на підприємстві виступають елементи електротехнічного устаткування та системи електроприводу, спрямовані на забезпечення технологічного процесу у всіх секціях виробничої структури.

Підприємство складається з двох цехів.

1) Перший цех:

У першому цеху проводяться різноманітні операції, включаючи свердлення, паяння, клепальні роботи та вирізання. Ці операції виконуються для створення заготовок та компонентів, які будуть використовуватися в подальшому процесі збірки. Свердлення дозволяє створити отвори для монтажу елементів, паяння забезпечує надійне з'єднання, а клепка та вирізання використовуються для фіксації та формування деталей.

2) Другий цех:

У другому цеху відбувається фінальна збірка приладів. Всі компоненти та заготовки, які були підготовлені у першому цеху, об'єднуються в готові прилади відповідно до специфікацій та дизайну. Цей етап включає в себе не лише механічну збірку, але й можливість додавання електронних компонентів та інших деталей.

Після збірки прилади піддаються обов'язковому тестуванню для перевірки їхньої працездатності та відповідності стандартам якості. Тестування може включати в себе функціональні та якісні перевірки, щоб забезпечити, що кожен прилад працює належним чином і відповідає вимогам.

Генплан підприємства представлено на рис 1.1, рис. 1.2, рис. 1.3. На рис. 1.4 зображено позначення елементів.

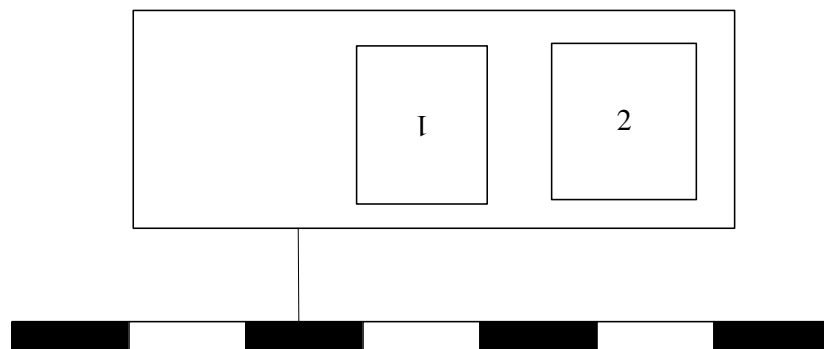


Рисунок 1.1 – Генплан підприємства

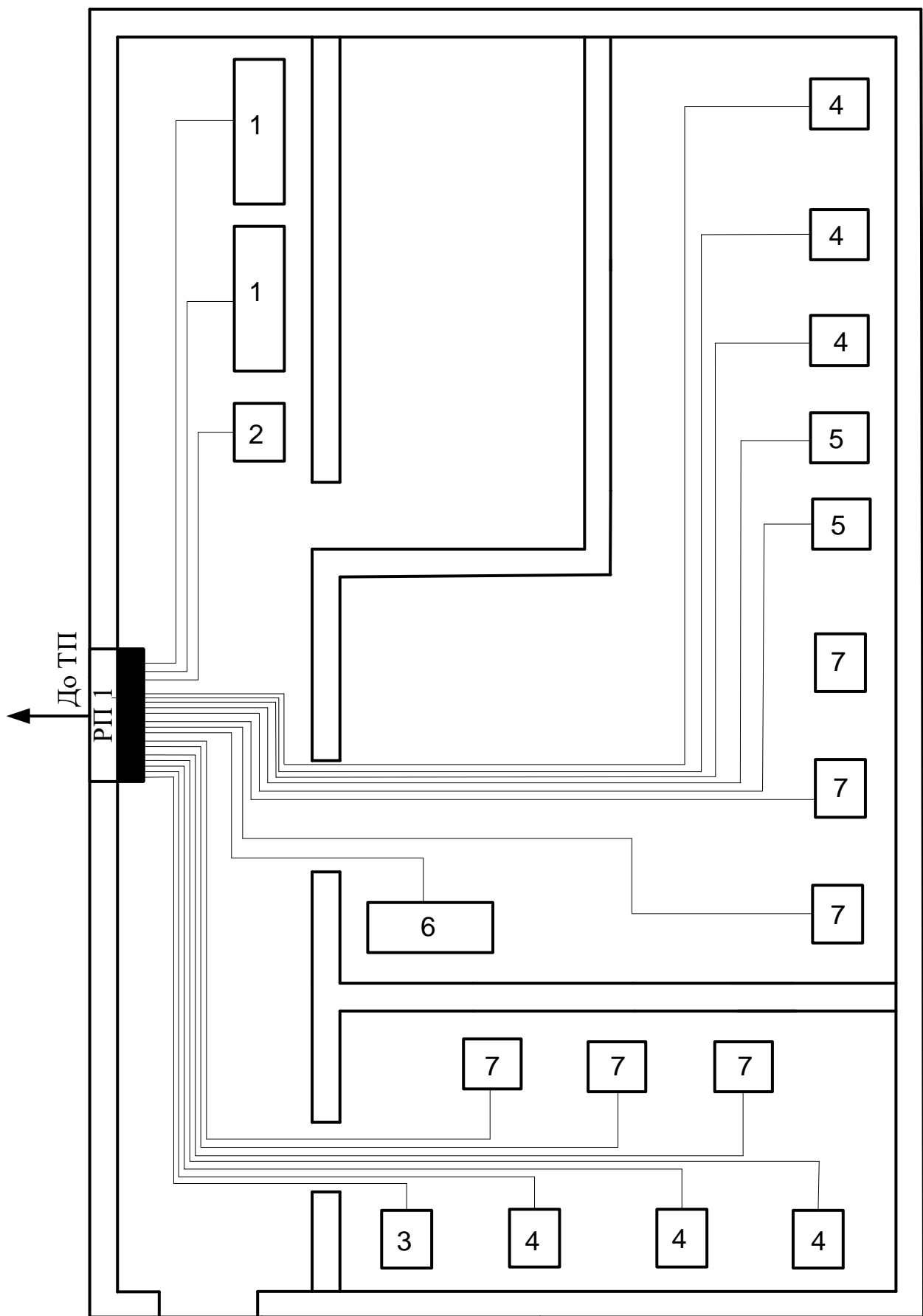


Рисунок 1.1 – Генплан збирального цеху

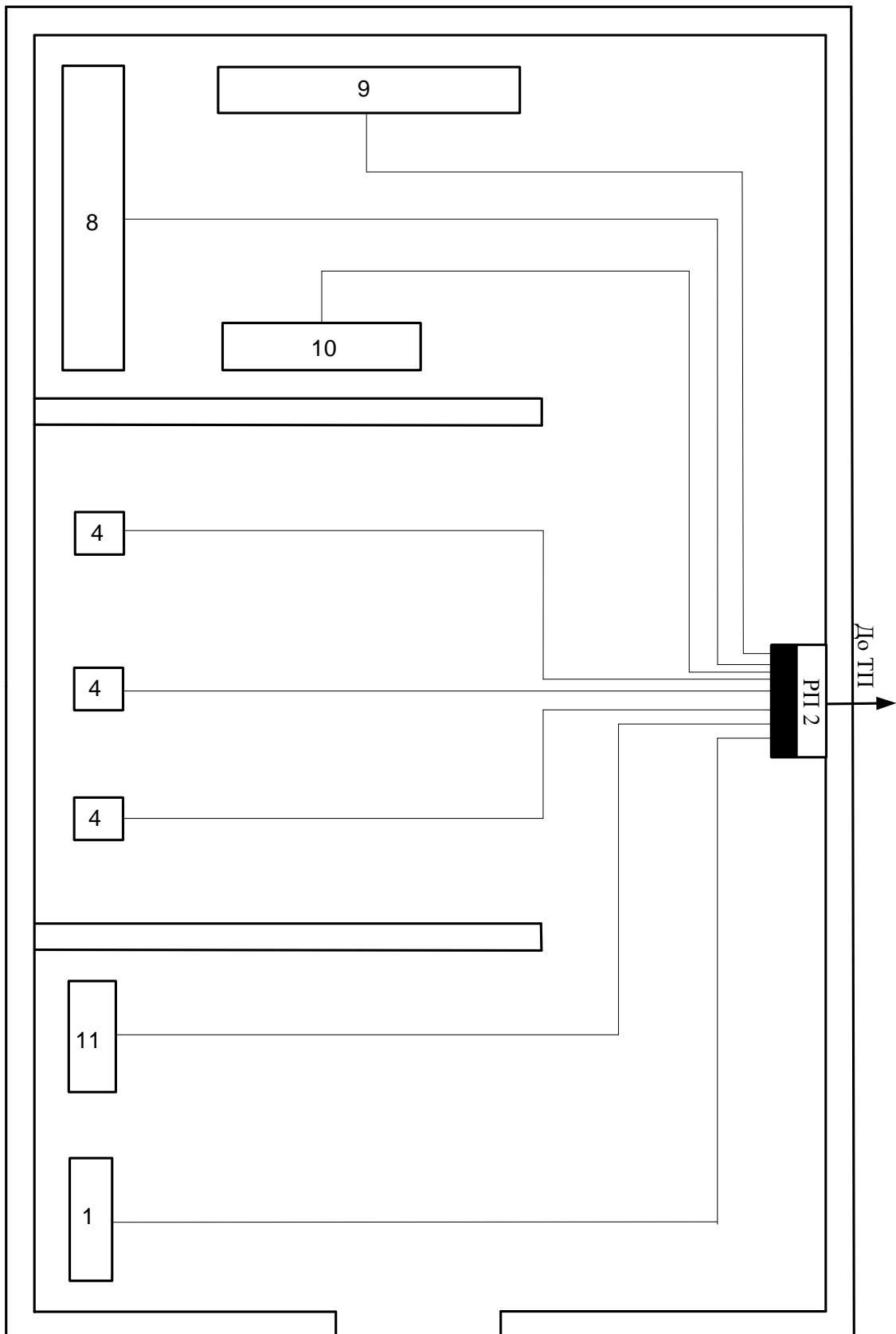


Рисунок 1.3 – Генплан виробничого цеху

№	Найменування цехів	Р _н , кВт
1	Свердлильний верстат	2,2
2	Шліфувальний верстат	1,5
3	3Д принтер	0,5
4	Компютери	0,5
5	Осцилограф	0,5
6	Електричний прес	5
7	Паяльна станція	0,5
8	Токарний верстат	3
9	Згинальний верстат	2
10	Плоскошліфувальний верстат	1,5
11	Зварювальна машина	5

Рисунок 1.4 – позначення елментів

Інформація щодо електричних навантажень в цехай підприємства представлена в таб. 1.1.

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

Позначення на генплані	Найменування	Р _н , кВт
1	Виробничий цех	100
2	Збиральний цех	100

У системі може бути забезпечений рівень напруги на рівні 1,03 U_н у максимальному режимі функціонування підприємства і 1,01 U_н у мінімальному режимі роботи.

1.3 Параметри дахових СЕС

Основні характеристики техніко-економічної природи для сучасних сонячних електростанцій включають такі параметри:

- Кількість виробленої електроенергії в кіловат-годинах (кВт/год).
- Визначена потужність сонячних модулів, яку використовує станція (кВт).
- Максимальний обсяг інвестицій, необхідних для повної реалізації проекту сонячної електростанції в тисячах гривень (тис. грн).
- Середня вартість встановленої потужності проекту сонячної електростанції в тисячах гривень на кіловат (тис. грн./кВт).
- Термін повернення капіталовкладень, визначений у роках.
- Середній прибуток від станції в залежності від виробленої електроенергії в тисячах гривень на місяць (тис. грн./міс).
- Тип проекту сонячної електростанції: підключення до мережі з продажем електроенергії (on-grid), автономна (off-grid), чи гібридна, яка комбінує обидва підходи (tue-grid).

Основна мета будь-якого проекту сонячної електростанції полягає у максимізації вироблення електроенергії, враховуючи погодні умови, такі як сонячна інтенсивність (кількість сонячного випромінювання на квадратний метр, вимірювана в кВт/м²), що характерна для конкретного регіону, де встановлюється станція. Задача полягає в досягненні максимальної ефективності електростанції в економічному плані та отриманні оптимального середнього прибутку в умовах, специфічних для встановлення, з урахуванням максимізації виходу за мінімальний обсяг інвестицій у проект.

Основні елементи СЕС:

Контролер заряду акумуляторної батареї, часто називається також сонячним контролером заряду, це пристрій, який регулює процес заряду або розряду акумуляторів у сонячних енергетичних системах. Його основна функція полягає у керуванні потоком струму з сонячних панелей до регулює напругу та струм, що

надходить від сонячних панелей до акумуляторної батареї. Він оптимізує процес акумуляторів, що забезпечує оптимальний заряд батареї та запобігає її перезарядці або недозарядці. Контролер регулює напругу та струм, що надходить від сонячних панелей до акумуляторної батареї. Він оптимізує процес заряду, забезпечуючи ефективність та тривалість життя батареї. Він запобігає перезарядці батареї, що може призвести до пошкодження або скорочення терміну служби акумуляторів.[2].

Також запобігає недозарядці батареї, що може вплинути на її продуктивність та тривалість служби. Деякі контролери мають функцію відображення стану заряду або інших показників на дисплеї для моніторингу. Запобігає витіканню струму з акумуляторів у сонячні панелі вночі або умовах низької сонячної активності. Інвертор

Інвертор у сонячній енергетичній системі - це пристрій, що перетворює постійний струм (ПС) від сонячних панелей на змінний струм (ЗС), який може бути використаний для живлення електричних пристроїв та побутових електричних систем [4].

Якщо система є підключеною до електричної мережі (on-grid), інвертор синхронізує свій змінний струм зі стандартами мережі, щоб ефективно подавати електроенергію в мережу або використовувати її в будинку. Деякі інвертори мають функцію керування потужністю, що дозволяє регулювати вихідну потужність в залежності від умов та вимог. Багато інверторів мають вбудовані системи моніторингу, які надають інформацію про продуктивність сонячної системи та випробування для діагностики неполадок чи проблем.

У промислових проектах сонячної енергетичної системи (СЕС), сонячні батареї зазвичай об'єднуються в групи, відомі як масиви та кластери. Кожен такий кластер сонячної електростанції має свій власний набір інверторів, трансформаторів і систем з'єднання сонячних модулів з контрольними та захисними схемами [5].

Зазвичай при виборі сонячних панелей вибирають між двома типами. Монокристалічні та полікристалічні.

Монокристалічні сонячні батареї володіють рядом переваг, у тому числі високими робочими показниками, які досягаються завдяки використанню високочистого кремнію. Ефективність таких батарей коливається в межах 18-23%. Ця велика продуктивність дозволяє ефективно використовувати обмежену площу для їхнього розташування. Одночасно монокристалічні панелі забезпечують значний виробіток електроенергії у порівнянні з іншими типами сонячних елементів. Важливою перевагою є також тривалий термін служби, оскільки виробники гарантують мінімум 25 років ефективної експлуатації своїх продуктів. Проте з недоліків це висока вартість даних панелей [6].

Перевагою полікристалічних сонячних батарей є їхня доступна вартість, яка досягається за рахунок менш витратного виробництва. Цей фактор робить їх економічно привабливими на міжнародному ринку. Проте існує кілька недоліків. Наприклад, продуктивність полікристалічних батарей залишає бажати кращого, оскільки ступінь перетворення сонячної енергії рідко перевищує значення від 14 до 18%. Це пояснюється низькою чистотою кремнію в їх виробництві. Також важливо враховувати, що для досягнення розрахункової потужності доведеться встановлювати більше батарей, порівняно з монокристалічними панелями. Полікристалічні батареї мають чутливість до високих температур, оскільки деякі домішки в їхньому складі можуть викликати хімічні реакції при досягненні певного температурного порогу, що негативно впливає на терміни їх служби.

Тому ми оберемо саме монокристалічні панелі так як в них більше переваг. Тому було обрано панель RISEN 440W батарея RSM130-8-440M, характеристики зображено в таб.1.2. Схему підключення зображено на рис.1.5.

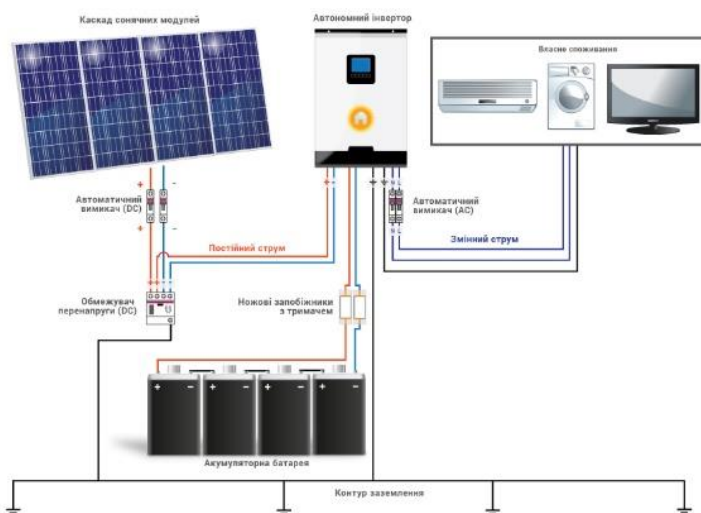


Рисунок 1.5 – Структурна схема сонячної фотоелектричної станції

Таблиця 1.2 – Характеристики панелі

Характеристика	Значення
Виробник	Risen Energy
Країна виробник	Китай
Тип панелі	Монокристалічна
Потужність	440 Вт
Струм при максимальній потужності	11.79 А
Напруга при максимальній потужності	37.34 В
Значення струму короткого замикання	10.25 А
Значення напруги холостого ходу	44.85 В
Кількість елементів	130 шт.
Значення мінімальної робочої температури	– 40 град.
Значення максимальної робочої температури	85 град.
Ступінь захисту IP	68
Мінімальний ККД	21.2 %
Гарантійний термін	120 міс
Вага	22.5 кг
Довжина	1894 мм
Ширина	1096 мм
Товщина	30 мм
Температурний коефіцієнт струму	0.04 %/° C
Температурний коефіцієнт напруги	– 0.34 %/° C
Температурний коефіцієнт потужності	– 0.25 %/° C

1.4 Висновок:

Було проаналізовано технологічний процес підприємства, досліджено характеристики електричних навантажень. Розглянуто значущість використання фотоелектричних станцій на дахах та параметри, які враховуються при розрахунках для оптимального впровадження дахових сонячних станцій в системі електропостачання ПП"Віор".

Також була наведена структурна схема роботи сонячних станції. Було розглянуто характеристики панелей які будуть використовуватись для впровадження. Було надано технологічну специфікацію даної панелі.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ПП «ВІОР»

2.1 Розрахунок електричних навантажень

Для аналізу електропостачання на промисловому підприємстві використовують вхідні дані, що включають в себе електричні навантаження. Оцінка цих навантажень необхідна для визначення відповідних елементів електричної мережі, трансформаторів, систем контролю, а також для економічного обґрунтування. На цьому етапі розробки системи електропостачання проводяться розрахунки струмів та освітлення, використовуючи коефіцієнти використання (Кв) та попиту (Кп). Ці показники допомагають визначити відхилення та коливання напруги, вибрати компенсуючі та захисні пристрої. Визначені сумарні потужності обладнання розподіляються за цехами, що є важливим етапом у розробці будь-якої системи електропостачання.

Визначаються загальні потужності обладнання для кожного цеху (формула 2.1):

$$P_{\text{н}} = P_{\text{н.1пр}} \cdot n, \text{ (кВт)} \quad (2.1)$$

де $P_{\text{н.1пр}}$ – номінальна потужність одного електроприймача з групи однотипних;

n – кількість однотипних електроприймачів.

Розраховуємо коефіцієнт реактивної потужності (формула 2.2):

$$\text{tg}\phi = \text{tg}(\arccos(\phi)), \text{ (кВт)} \quad (2.2)$$

Розраховуються середні значення активної та реактивної потужностей (формула 2.3, 2.4).

$$P_{\text{сер.зм}} = P_{\text{ном}} \cdot k_{\text{в}}; \text{ (кВт)} \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{сер.зм}} = P_{\text{сер.зм}} \cdot \text{tg}\phi, \text{ (кВТ)} \quad (2.4)$$

де $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання електроприймача.

Крім того, визначаємо значення розрахункового коефіцієнта $k_{\text{р}} = f(k_{\text{в.с}}; n_e)$ виконуємо розрахунки розрахункових значень активної, реактивної та повної потужностей. Також проводимо обчислення розрахункового струму для розподільного пристрою (формули 2.5 – 2.8):

$$P_{\text{розр}} = k_{\text{р}} \cdot \sum_{i=1}^n P_{\text{сер.зм}_i}, \text{ (кВт)}; \quad (2.5)$$

$$Q_{\text{розр}} = 1,1 \sum_{i=1}^n Q_{\text{сер.зм}_i}, \text{ (квар)}; \quad (2.6)$$

$$S_{\text{розр}} = \sqrt{P_{\text{розр}}^2 + Q_{\text{розр}}^2}, \text{ (кВА)}; \quad (2.7)$$

$$I_{\text{розр}} = \frac{S_{\text{розр}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}}}, \text{ (А)}. \quad (2.8)$$

Якщо кількість електроприймачів перевищує 10, то використовуємо значення 1,0 замість 1,1 для коефіцієнта в формулі визначення розрахункового значення реактивної потужності.

Відомості про розрахунки навантажень підприємства можна знайти на рис. 2.1 та 2.2.

Світло	площа,м2	Кп0	Рпит, Вт\м2	Кпра	Рмо							
Цех 1	375		0,8	0,16	1,2	48						
№	Обладнання	кількість	Рп,кВт	Рп,кВт	cos	tg	Кп	Кв	Рм	QмΣ	SmΣ	
1	Свердильний верстат	1	2,2	2,2	0,6	0,684137	0,85	0,16	1,87	1,505101	2,665582	
2	Шліфувальний верстат	1	1,5	1,5	0,6	0,684137	0,85	0,16	1,275	1,026205	1,817442	
3	ЗД принтер	1	0,5	0,5	0,5	0,546302	0,85	0,02	0,425	0,273151	0,569747	
4	Компютери	6	0,5	3	0,5	0,546302	0,85	0,02	2,55	1,638907	3,418482	
5	Осцилограф	2	0,5	1	0,5	0,546302	0,85	0,04	0,85	0,546302	1,139494	
6	Електричний прес	1	5	5	0,5	0,546302	0,85	0,05	4,25	2,731512	5,69747	
7	Паяльна станція	6	0,5	3	0,5	0,546302	0,85	0,06	2,55	1,638907	3,418482	
	Всього			16,36	4,9	52,09979	5,95	0,51	13,77	9,360087	18,7267	
навантаження цеху 1				62,47514814								

Рисунок 2.1 – Розрахунок навантаження виробничого цеху

Світло	площа,м2	Кп0	Рпит, Вт\м2	Кпра	Рмо							
Цех 2	150		0,8	0,16	1,2	19,2						
№	Обладнання	кількість	Рп,кВт	Рп,кВт	cos	tg	Кп	Кв	Рм	QмΣ	SmΣ	
4	Компютери	3	0,5	1,5	0,5	0,546302	0,85	0,02	1,275	0,819454	1,709241	
1	Свердильний верстат	1	2,2	2,2	0,6	0,684137	0,85	0,16	1,87	1,505101	2,665582	
8	Токарний верстат	1	3	3	0,5	0,546302	0,85	0,16	2,55	1,638907	3,418482	
9	Згинальний верстат	1	2	2	0,5	0,546302	0,85	0,16	1,7	1,092605	2,278988	
10	Плоскошліфувальний верстат	1	1,5	1,5	0,5	0,546302	0,85	0,16	1,275	0,819454	1,709241	
11	Зварювальна машина	1	5	5	0,7	0,842288	0,85	0,5	4,25	4,211442	6,537296	
	Всього			15,36	4,5	22,91164	5,1	1,16	12,92	10,08696	18,31883	
навантаження цеху 2				33,66661876								

Рисунок 2.2 – Розрахунок навантаження збирального цеху

Для визначення розрахункової потужності цехів та загальної потужності підприємства використовується таблиця, яка містить вхідні дані, такі як номінальна потужність (P_i), коефіцієнт потужності ($\cos\phi_i$), коефіцієнт попиту (K_{pi}), коефіцієнт використання (K_{vi}), площа і-того цеху (S_i), коефіцієнт попиту на освітлення (K_{soi}), питома густина освітлення ($P_{пит}$), коефіцієнт потужності для освітлення ($tg\phi_{0i}$), та коефіцієнт збільшення активного навантаження через втрати в пускорегулювальній апаратурі освітлення ($K_{праi}$).

2.2 Визначення оптимального перерізу зовнішньої лінії живлення

Далі в процесі розробки обираємо оптимальний переріз провідників(формула 2.9) та визначаємо необхідні апарати захисту.

Перерізи ліній визначаються з урахуванням допустимого струму, щоб забезпечити ефективну та безпечну передачу електроенергії через систему:

$$I_{\text{доп}} \geq \begin{cases} I_p & \text{— для приміщень з нормальними умовами ;} \\ 1,25 \cdot I_p & \text{— для вибухонебезпечних приміщень,} \end{cases}$$

де $I_{\text{доп}}$ – допустимий згідно ПУЕ струм вибраного перерізу лінії;
 I_p – розрахунковий струм лінії.

$$s \Delta U, \quad (2.9)$$

– переріз провідника, мм² (див. додаток Б);

$s_{\Delta U}$ – переріз провідника, що забезпечує допустиму втрату напруги ΔU (5–7,5%).

Вибір автоматичних вимикачів буде здійснюватися із використанням переліку сучасних та надійних вимикачів від компанії АВВ. Для захисту лінії ТП–РП рекомендується використовувати вимикач серії SACE Tmax XT4 з напівпровідниковим розчеплювачем Екір LS/L. Для захисту ліній РП–ЕП пропонується вимикач серії SACE Tmax XT2 з напівпровідниковим розчеплювачем Екір М–LIU.

Вибір вимикачів за умовами(формули 2.10, 2.11):

$$I_{n,\text{розч}} \geq k_{\text{відс}} \cdot I_p; \quad (2.10)$$

$$I_{c.v.} \geq k_n \cdot I_n, \quad (2.11)$$

де $I_{n,\text{розч}}$ – номінальний струм розчіплювача;

$k_{\text{відс}}$ – коефіцієнт відстроювання захисту від перевантажень (для автоматичних вимикачів з напівпровідниковим розчіплювачем приймаємо рівним 1);

I_p – розрахунковий максимальний струм приєднаних споживачів електроенергії;

$I_{c.v.}$ – струм спрацювання відсічки;

k_n – коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки (для

автоматичних вимикачів з напівпровідниковим розчіплювачем приймаємо рівним 1,5);

I_n – піковий струм, що проходить через автоматичний вимикач.

Для групи електроприймачів піковий струм визначається за формулою 2.12.

$$I_n = I_M - k_{\epsilon} I_{n.найб} + I_{n.найб}, \quad (A), \quad (2.12)$$

де $I_{n.найб}$, $I_{n.найб}$ – номінальний і піковий струми ЕП, з найбільшим піковим струмом;

k_{ϵ} – коефіцієнт використання споживача з найбільшим піковим струмом.

Номінальний струм одного електроприймача дорівнює розрахунковому струму.

Аналогічно проводимо вибір всіх елементів, розрахунки показано на рис 2.3.

Лінія	I_p, A	I_n, A	Тип захисного апарата	Іном.в.	Ін.р.	Ін.р.	Іс.в.	Іс.в.	Тип провідника	Спосіб прокладки	$S, \text{мм}^2$	Ідоп
Свердильний верстат	8,099866599	40,49933299	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	8,099867	10	60,749	63	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Шліфувальний верстат	2,761318159	13,80659079	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	2,761318	3,2	20,70989	25	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
ЗД принтер	0,865640955	4,328204774	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	0,865641	1,6	6,492307	8	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Комп'ютери	1,709240891	8,546204455	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	1,709241	2	12,81931	16	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Осцилограф	1,73128191	8,656409548	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	1,731282	2	12,98461	16	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Електричний прес	8,656409548	43,28204774	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	8,65641	10	64,92307	80	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Паяльна станція	3,418481782	17,09240891	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	5,193846	6,3	25,63861	32	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Токарний верстат	5,193845729	25,96922865	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	5,193846	6,3	38,95384	40	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Згинальний верстат	3,462563819	17,3128191	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	3,462564	4	25,96923	32	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Плоскошліфувальний верстат	2,596922865	12,98461422	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	2,596923	3,2	19,47692	20	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
Зварювальна машина	9,932394152	49,66197076	Tmax XT2 Екір M-LIU	160	9,932394	10	74,49296	80	АПВ	В трубах	4(1×2,5)	19
ТП -РП цех 1	98,09004659	490,450233	Tmax XT4 Екір LS/I	250	98,09005	100	735,6753	800	АВВГ	Відкрито	25	105
ТП -РП цех 2	51,15113527	255,7556763	Tmax XT4 Екір LS/I	250	51,15114	63	383,6335	441	АВВГ	Відкрито	10	60

Рисунок 2.3 – вибір оптимального перерізу та вибір автоматичних вимикачів

2.3 Висновок

Було визначено середні та розрахункові навантаження для цехів та підприємства в цілому. Оптимальний переріз лінії живлення визначено як двоколова кабельна лінія напругою 10 кВ марки АВВГ з перерізом 25 мм² для одного цеху та 10 мм² для іншого. Також визначені оптимальні перерізи для обладнання напругою 0,4 кВ, використовуючи кабелі марки АПВ з перерізами 4(1*2,5)мм², які прокладені в трубах.

РОЗДІЛ 3 ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЗА УМОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

3.1 Методика визначення оптимальних параметрів дахової СЕС

Визначення загальної потужності ФЕС ґрунтується на аналізі вихідної потужності окремого модуля та факторів, які впливають на неї. Вираз 3.1 визначає потужність окремого модуля.

$$P_{\text{мод}} = I_{\text{опт}} \cdot S_{\text{еф}} \cdot \eta \cdot k_T \cdot k \cdot \cos \alpha, \quad (3.1)$$

де $I_{\text{опт}}$ – інтенсивність оптичної потужності сонця, Вт/м²;

$S_{\text{еф}}$ – ефективна площа поверхні модуля, м²;

η – ККД перетворення сонячної енергії в електричну, в.о.;

k_T – температурний коефіцієнт, в.о. (в [3] зазначено, що цей коефіцієнт можна приймати влітку, рівним 0,5 і взимку, рівним 0,7);

k – коефіцієнт поглинання, в.о.;

α – кут між сонячними променями і нормаллю, що проходить через центр модуля.

Ураховуючи, що результат формується шляхом множення взаємодіючих компонентів. (формула 3.2):

$$I_{\text{опт}} \cdot S_{\text{еф}} \cdot \eta \cdot k_T \cdot k \approx P_{\text{ном}}, \quad (3.2)$$

де $P_{\text{ном}}$ – номінальна потужність сонячного модуля. Номінальна потужність сонячного модуля може бути виражена у вигляді (формула 3.3):

$$P_{\text{мод}} = P_{\text{ном}} \cdot \cos \alpha. \quad (3.3)$$

Проте, для досягнення точних результатів застосування цього виразу в практиці передбачає, що сонце розташоване таким чином відносно модуля, що можна умовно провести площину через його центр, перпендикулярну поверхні модуля (рис 3.1).

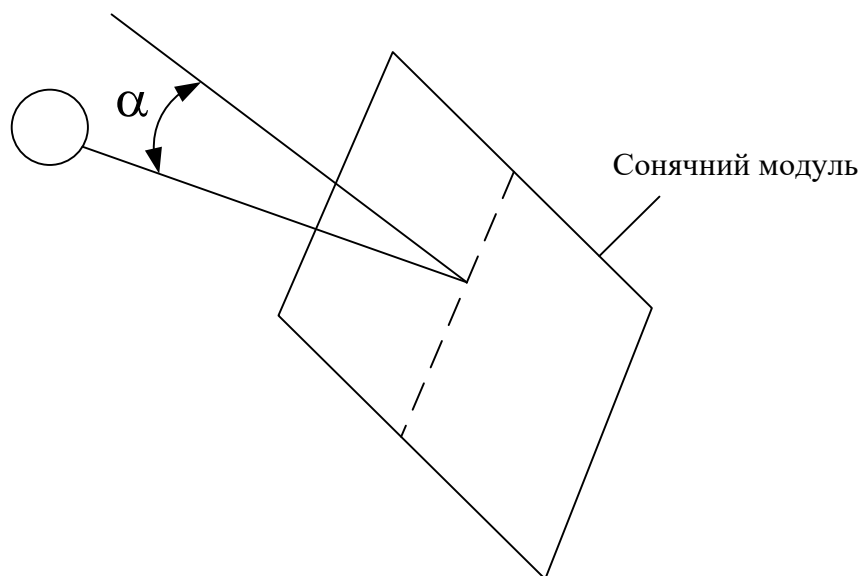


Рисунок 3.1 – кут α

У реальних умовах, коли сонячні панелі нерухомі, необхідно враховувати також азимутальний кут δ [8] (рис. 3.2).

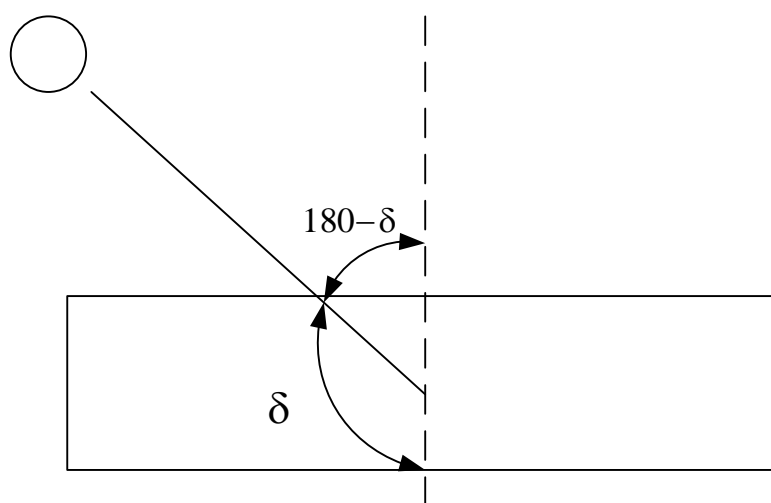


Рисунок 3.2 – азимутал кута δ

З урахуванням останнього фактору, вираз (3.3) для визначення потужності модуля прийме вигляд (формула 3.4):

$$P_{\text{мод}} = P_{\text{ном}} \cdot \cos \alpha \cdot \cos(180 - \delta). \quad (3.4)$$

Оскільки сонячні модулі наступних рядів під певним кутом стояння, доцільно враховувати частку їх затінення для визначення тієї частини енергії, яка буде вироблятися незатіненою частиною модулів. Для визначення цієї частки незатінення панелей потрібно використовувати геометричні параметри сонячної установки (рис. 3.3).

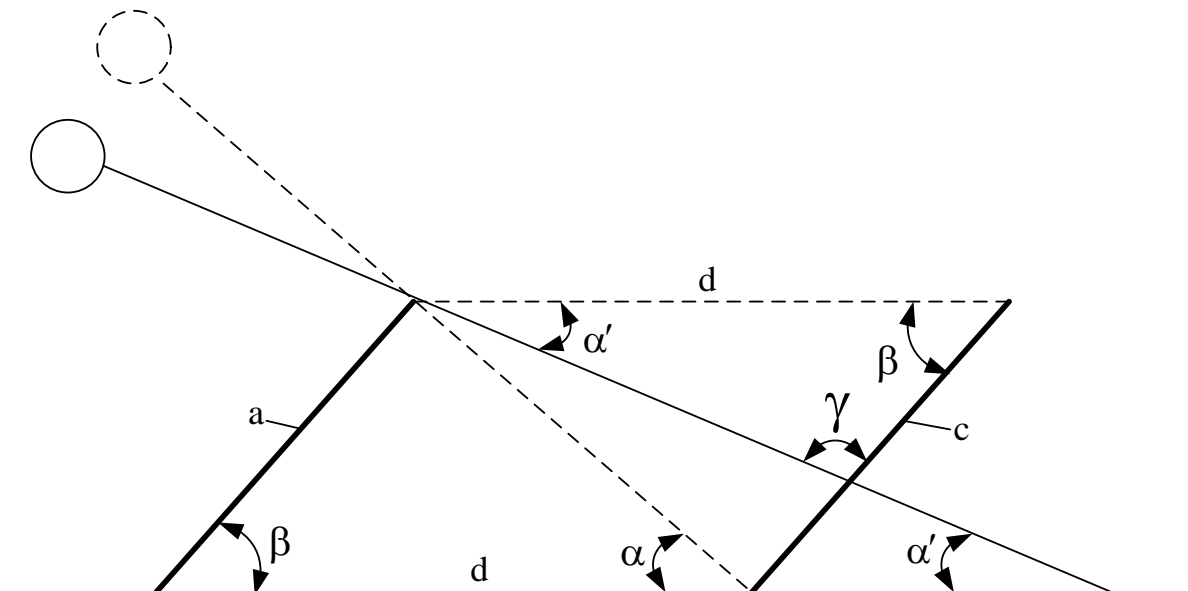


Рисунок 3.3 – Визначення частки незатінення модуля другого ряду

На рис. 3.3 введено такі позначення:

a – довжина сонячного модуля, м;

α – кут сонцестояння, коли сонячні промені співпадають з напрямом нормалі до сонячного модуля, °;

Кут сонцестояння - це той кут, при якому сонячні промені збігаються або перпендикулярні до напрямку, нормального до сонячного модуля. Це відбувається тоді, коли сонце знаходиться у положенні, коли його висота на небесній сфері досягає максимального значення для даної широти та часу року.

β – кут нахилу;

Кут між сонячною панеллю і горизонтальною поверхнею називається кутом нахилу. Цей параметр вказує на те, наскільки сонячний модуль відхилено від горизонтальної площини та визначає його ефективність у зборі сонячної енергії. Оптимальний кут нахилу може відрізнятись в залежності від географічного положення та періоду року (формула 3.5).

$$\beta = 90 - \alpha; \quad (3.5)$$

d – відстань між сонячними модулями вказує на розміщення модулів у сонячному масиві чи панелі. Вона визначається як фізична відстань між центрами або краями сусідніх модулів.

Оптимальна відстань між сонячними модулями може залежати від кута нахилу, розташування на масиві, конструктивних особливостей модулів та інших факторів. Зазвичай відстань вибирається так, щоб уникнути затінення одного модуля іншим та максимізувати збір сонячної енергії (формула 3.6).

$$d = \frac{a}{\cos \beta}; \quad (3.6)$$

де α' – кут сонцестояння в заданий час, °;

Кут сонцестояння представляє собою величину, яка визначається як відстань між напрямом сонця та вертикаллю, проведеною до площини горизонту в певний момент часу та конкретному місці. Цей кут є змінною величиною і залежить від обертання Землі навколо своєї осі та її руху навколо Сонця. Протягом дня та року величина кута сонцестояння змінюється, впливаючи на

інтенсивність сонячного випромінювання, яке спрямоване на конкретні об'єкти або поверхні, такі як сонячні панелі.

γ – кут, що дорівнює

$$\gamma = 180 - \alpha' - \beta; \quad (3.7)$$

c – частка незатінення, м., яка визначається за теоремою синусів

Частка незатінення вказує на ту частину поверхні сонячного модуля, яка залишається неприкритою сонцем, незалежно від того, чи є сусідні модулі чи інші перешкоди, які можуть викликати затінення (формула 3.8).

$$\frac{d}{\sin \gamma} = \frac{c}{\sin \alpha'} \Rightarrow c = d \frac{\sin \alpha'}{\sin \gamma}. \quad (3.8)$$

Враховуючи попередні вирази (3.4) та (3.8), можна визначити потужності модулів у другому (і подальших) рядках, які розташовані під тим самим кутом, що й перший ряд, за допомогою такої формули:

$$P_{mod2} = P_{ном} \cdot \cos(\alpha - \alpha') \cdot \cos(180 - \delta) \cdot \frac{c}{a} = P_{mod1} \cdot \frac{c}{a}. \quad (3.9)$$

Для визначення кута сонцестояння в певний час та азимутального кута можна використовувати інструмент NOAA Solar Calculator "Сонячний калькулятор" [7], який доступний для загального використання.

Розрахунок виробленої електроенергії протягом доби можна виконати додавання всіх значень годинних обсягів виробленої електроенергії модулями, які еквівалентні середній потужності модуля за годину. протягом періоду від сходу сонця до заходу, за виразом:

$$W_{доб} = \sum_{\alpha'_{t=t_{сх}}, \beta_{t=t_{сх}}}^{\alpha'_{t=t_{зах}}, \beta_{t=t_{зах}}} (N \cdot P_{mod1}(\alpha, \alpha', \delta) + N \cdot M \cdot P_{mod2}(\alpha, \alpha', \delta)), \quad (3.11)$$

де $\alpha'_{t=t_{cx}}$ – кут сонцестояння в першу годину після його сходу, °;
 $\alpha'_{t=t_{зах}}$ – кут сонцестояння в останню годину перед його заходом, °;
 $\beta_{t=t_{cx}}$ – азимутальний кут сонця в першу годину після його сходу, °;
 $\beta_{t=t_{зах}}$ – азимутальний кут сонця в останню годину перед його заходом, °;
 N – кількість модулів в ряд, шт.;
 M – кількість рядів модулів, не рахуючи першого, шт., яку можна визначити, завдяки розрахованій відстані d між сонячними модулями.

Під час розрахунків слід враховувати, що формула (3.11) ефективна при ясній погоді та температурному режимі, який гарантує отримання номінальної потужності модулем при напрямку панелі безпосередньо в бік сонця. У випадку інших умов необхідно вводити корекції для температурного режиму та хмарності. У такому випадку вираз (3.11) буде мати такий вигляд:

$$W_{\text{добр}} = \sum_{\alpha'_{t=t_{зах}}, \beta_{t=t_{зах}}}^{\alpha'_{t=t_{cx}}, \beta_{t=t_{cx}}} \left(N \cdot P_{\text{мод}1}(\alpha, \alpha', \delta) + N \cdot M \cdot P_{\text{мод}2}(\alpha, \alpha', \delta) \right) \cdot k_{Tt} \cdot k_{XMt},$$

де k_{Tt} – це поправочний коефіцієнт, який враховує відхилення потужності від номінального значення внаслідок зміни температури навколишнього середовища, в.о.;

k_{XMt} – це поправочний коефіцієнт, який враховує відхилення потужності від номінального значення при хмарній погоді (зазвичай може досягати 0,06– 0,08 [3]);

Таким чином, налаштовуючи параметри орієнтації до сонця, кут нахилу сонячних модулів та їх взаємне розташування, можна досягти максимальної ефективності в економічному плані для фотоелектричної дахової станції.

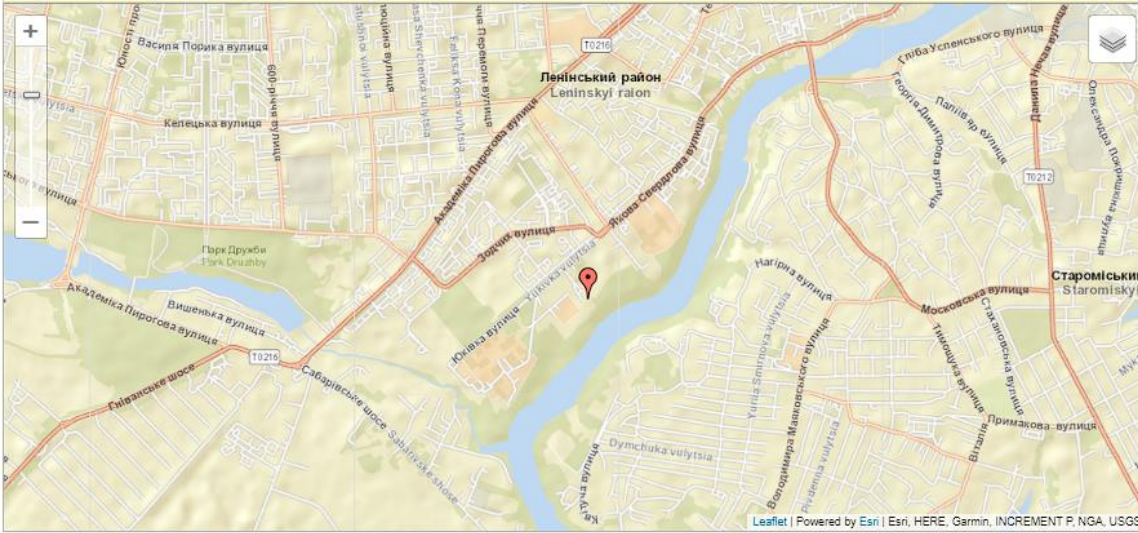
3.2 Моделювання оптимальної СЕС на підприємстві ПП «Віор».

За допомогою сонячного калькулятора [7] визначимо свій часовий пояс (рис. 3.4), висоту сонцестояння (рис. 3.5, 3.6) та азимутний кут (рис. 3.7, 3.8) сонця від 9:00 до 21:00 години протягом року.

Find sunrise, sunset, solar noon and solar position for any place on Earth

Show: World Cities U.S. Cities GML Observatories GML Data Sites SurfRad & Solrad

Drag the large red pin to the desired location and enter the date and time at which to calculate the sun position.



Location:

Latitude: Longitude: Time Zone:

UTC Offset:

Date:

Day: Month: Year:

Local Time: : : PM

Result

Equation of Time (minutes):	Solar Declination (in°):	Solar Noon (hh:mm:ss):	Apparent Sunrise (hh:mm):	Apparent Sunset (hh:mm):	Az/EI (in°) at Local Time:
<input type="text" value="15.48"/>	<input type="text" value="-18.51"/>	<input type="text" value="11:50:36"/>	<input type="text" value="07:16"/>	<input type="text" value="16:25"/>	<input type="text" value="237.22"/> <input type="text" value="2.96"/>

Show Sunrise Show Sunset Show Azimuth

Рисунок 3.4 – сонячний калькулятор.

Години	Січень	Лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад
	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град	Висота сонцестояння, град
9	7,33	14,11	23,86	26,53	34,2	36,93	34,82	29,44	22,12	13,92	12,47
10	13,04	20,44	30,64	35,17	43,21	46,17	44,04	38,35	30,35	21,33	17,58
11	16,82	24,77	35,3	42,43	51,02	54,43	52,31	46,06	37,05	27,03	20,56
12	18,33	26,66	37,2	47,41	56,51	60,56	58,53	51,58	41,43	30,44	21,08
13	17,4	25,08	36,02	42,07	58,28	62,83	61,13	53,74	42,74	31,11	19,1
14	14,13	22,46	31,96	47,2	55,72	60,3	59,11	51,92	40,71	28,94	14,83
15	8,84	16,87	25,62	42,05	49,68	54,02	53,27	46,65	35,76	24,23	8,66
16	1,93	9,62	17,69	34,68	41,58	45,68	45,2	39,09	28,66	17,54	1,06
17	---	1,19	8,77	25,99	32,44	36,41	36,05	30,25	20,19	9,45	---
18	---	---	0,66	16,64	22,93	26,88	26,54	20,84	10,96	0,47	---
19	---	---	---	7,1	13,48	17,49	17,09	11,31	1,43	---	---
20	---	---	---	2,21	4,45	8,59	8,07	2,07	---	---	---
21	---	---	---	---	0,8	0,5	0,2	0,2	---	---	---

Рисунок 3.6 – Висота сонцестояння

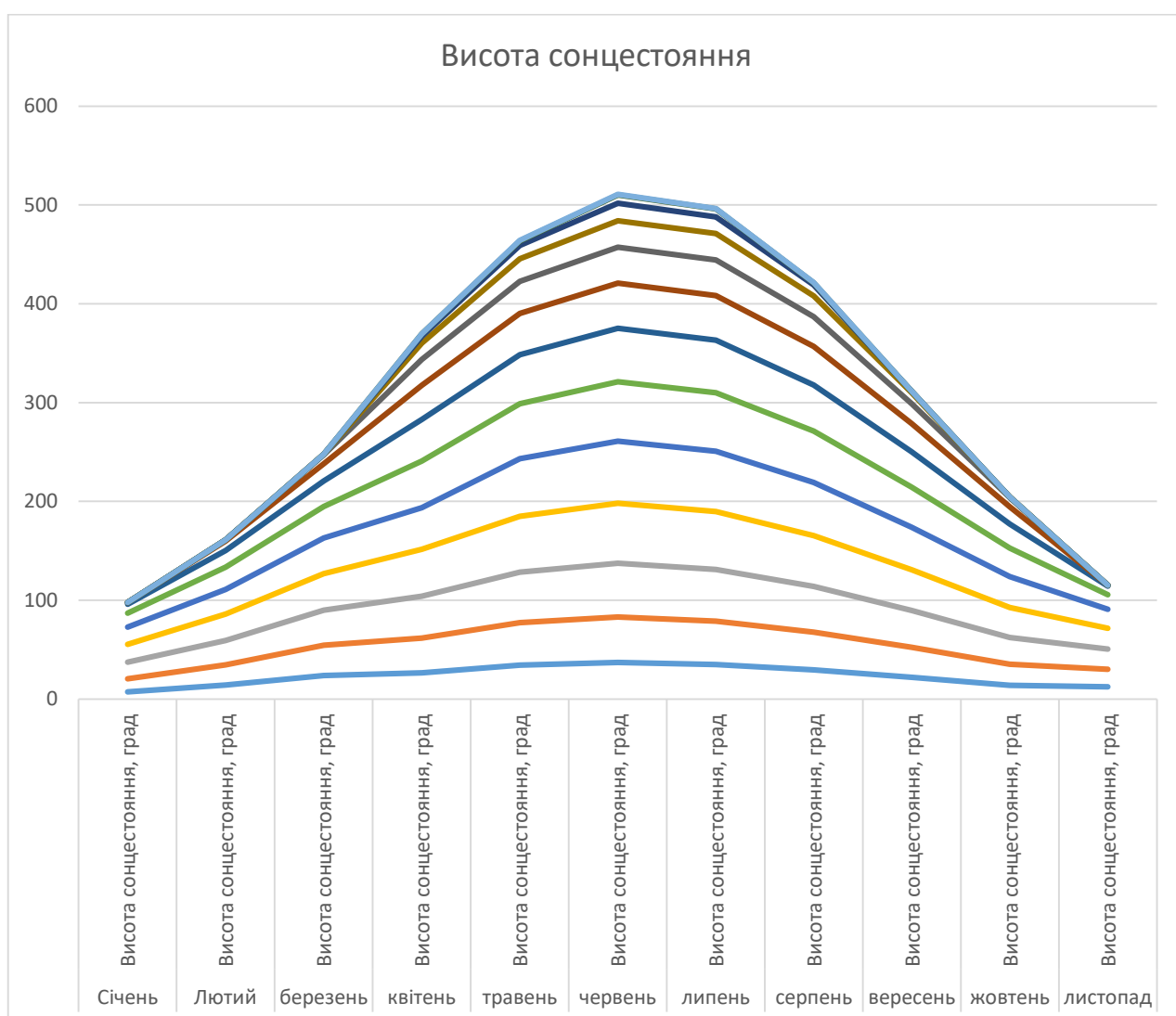


Рисунок 3.6 – графік висоти сонцестояння

	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град	Азимутний кут сонця, град
9,00	134,92	129,56	124,85	105,80	99,68	95,08	95,46	101,64	111,27	120,41	138,81
10,00	147,70	143,16	139,63	119,37	113,22	108,15	108,47	115,04	124,88	133,64	152,41
11,00	161,55	158,20	156,52	135,52	130,07	124,69	124,65	151,41	140,69	148,47	182,39
12,00	176,17	174,39	175,15	155,07	151,97	147,16	146,17	155,09	159,10	164,91	184,46
13,00	190,97	190,92	194,22	177,56	178,81	176,52	173,92	175,47	179,46	182,33	197,56
14,00	205,28	206,81	212,12	200,41	205,92	206,87	203,21	200,31	199,87	199,58	211,93
15,00	218,64	221,42	227,98	220,71	228,32	230,96	227,36	222,01	218,39	215,60	225,13
16,00	230,92	234,59	241,84	237,55	245,55	248,58	245,43	239,49	234,31	229,96	237,22
17,00	---	246,61	254,22	251,6	259,32	262,24	259,49	253,72	247,99	242,81	---
18,00	---	---	265,79	263,88	271,16	273,84	271,37	265,97	260,19	254,58	---
19,00	---	---	---	275,29	282,15	284,55	282,26	277,26	271,65	---	---
20,00	---	---	---	287,99	294,35	296,42	294,33	289,97	---	---	---
21,00	---	---	---	---	305,91	307,61	305,60	301,72	---	---	---

Рисунок 3.7 – Азимутний кут сонця

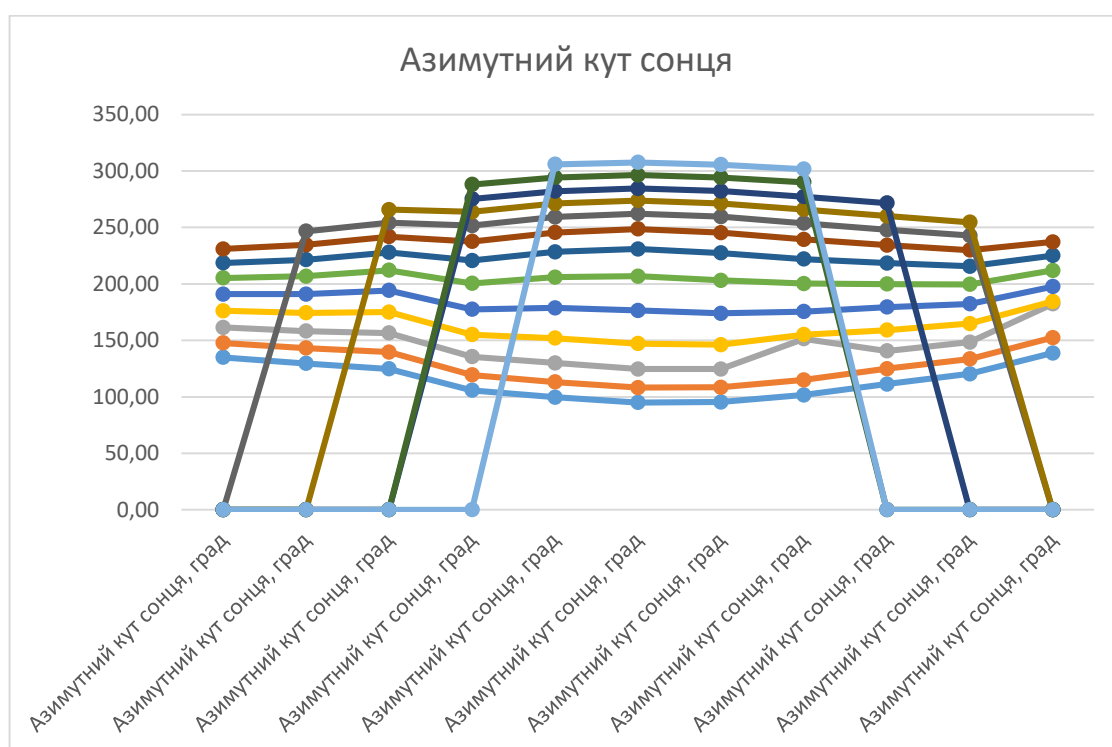


Рисунок 3.8 – графік азимутного кут сонця

Враховуючи оптимальний кут нахилу для даного регіону (в межах 30-35 градусів, що відповідає географічному положенню України), розташування сонячних модулів має бути спроектоване так, щоб уникнути взаємного затінення і забезпечити максимальний обсяг генерації електроенергії.

Потужність одного модуля в першому ряду модулів визначається за формулою:

$$P_{\text{мод}} = H_{\text{сонц.стоян.}} \cdot \delta \cdot P_{\text{ном.м}} \cdot \cos \alpha, \quad (3.13)$$

де $H_{\text{сонц.стоян.}}$ – висота сонцестояння;

δ – азимутний кут сонця;

$P_{\text{ном.м}}$ – номінальна потужність модуля;

$\cos \alpha$ – кут нахилу модулів.

Порахувавши вказану формулу, ми отримаємо частку незатінення наступного ряду модулів для години, яку ми маємо намір розрахувати.

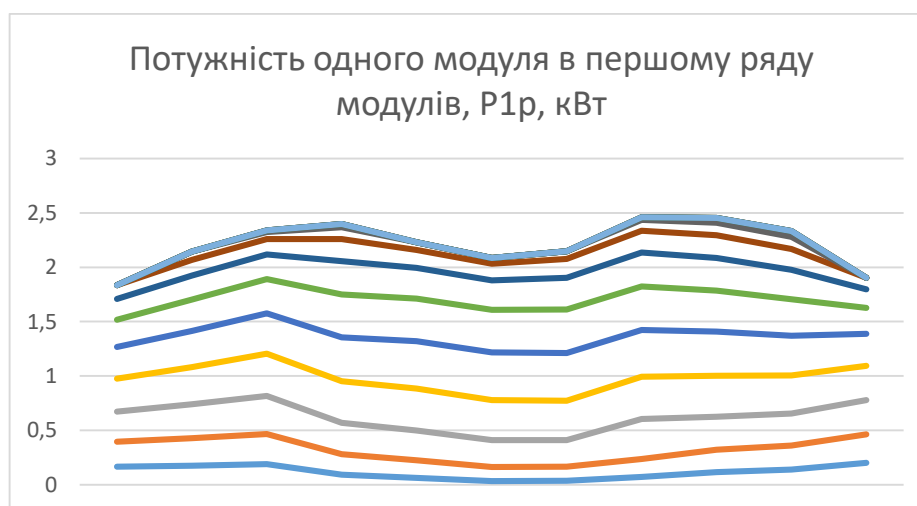


Рисунок 3.9 – Потужність одного модуля в першому ряду модулів за рік

	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P1p, кВт
9	0,166156625	0,17677211	0,189352385	0,093798083	0,063549228	0,034377714	0,036191386	0,072219217	0,116963395	0,139921112	0,201431336
10	0,229178413	0,250903777	0,276731754	0,187204923	0,161080876	0,129727015	0,130171802	0,166445858	0,206991329	0,219642386	0,263857821
11	0,27830864	0,311898355	0,35055158	0,289893742	0,274848652	0,246170609	0,244056355	0,365431925	0,300730964	0,295657392	0,313879707
12	0,301253385	0,343458176	0,387822026	0,380346331	0,384132628	0,368573378	0,363177051	0,388170471	0,376756985	0,349859671	0,315976246
13	0,291271565	0,331343725	0,373113425	0,404864472	0,436882894	0,43887371	0,436527325	0,430182484	0,407190652	0,364946261	0,291933103
14	0,251083529	0,289345828	0,3123905	0,392636549	0,390558914	0,391175284	0,402254415	0,401938431	0,377173073	0,335128122	0,239183629
15	0,191385498	0,220220918	0,22765969	0,307128695	0,282189669	0,272066233	0,291827108	0,310308185	0,300929562	0,270948197	0,172054612
16	0,125625004	0,144842912	0,140794282	0,203795651	0,167112138	0,151639671	0,172137948	0,200928923	0,206772234	0,191379424	0,10465403
17	0	0,077092499	0,066511767	0,107919108	0,068726234	0,052166372	0,070230153	0,101346805	0,116986586	0,113734044	0
18	0	0	0,01398747	0,031168535	0	0	0	0,022183833	0,044022645	0,050311384	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.10 – графік потужності одного модуля в першому ряду модулів за рік

Розрахунок частки незатінення наступного ряду модулів проведемо за допомогою такого виразу:

$$C_n = A_{\text{мод}} \cdot d \cdot \sin \delta \text{ (в.о.)}, \quad (3.14)$$

де $A_{\text{мод}}$ – довжина модуля;

d – відстань між сонячними модулями;

δ – кут нахилу модулів.

Порахувавши вказану формулу, ми отримаємо частку незатінення наступного ряду модулів для години, яку ми маємо намір розрахувати

	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.
9	0,05441746	0,088152723	0,122516991	0,130133026	0,149264768	0,155322751	0,150669603	0,137816805	0,11721293	0,08734607	0,080963374
10	0,08352162	0,111799985	0,140823035	0,151454853	0,168192997	0,173857168	0,169803436	0,158351925	0,140104546	0,114705327	0,101822941
11	0,098988803	0,125179788	0,151745116	0,166662489	0,182731272	0,188742231	0,185023757	0,173650435	0,15558178	0,131495991	0,112196859
12	0,10454069	0,130489203	0,155904757	0,176169379	0,192340892	0,199245501	0,195798508	0,183729473	0,164674696	0,140328061	0,113898019
13	0,101159155	0,126070562	0,153339295	0,165950278	0,19537226	0,203078019	0,200209596	0,187538117	0,167272805	0,141976997	0,107253552
14	0,088237251	0,118272439	0,144032075	0,175780088	0,190979211	0,198805256	0,196785809	0,184333242	0,163224707	0,136537626	0,091150846
15	0,06294721	0,099177828	0,127603152	0,1659106	0,180322522	0,188027419	0,186714634	0,174756136	0,152766212	0,123608456	0,061966022
16	0,016962043	0,067095122	0,102226357	0,150353941	0,164974763	0,172934157	0,172024601	0,159900599	0,135814172	0,101675826	0,009605384
17	0	0,010733471	0,062566733	0,128639626	0,145175105	0,154193547	0,153405235	0,139855627	0,110967879	0,066205145	0
18	0	0	0,006067688	0,098305245	0,119718212	0,131089064	0,130160469	0,113116595	0,073852384	0,004351034	0
19	0	0	0	0,053055783	0,08545232	0,101491617	0,10000519	0,075545882	0,012788988	0	0
20	0	0	0	0,019236883	0,03599663	0,061581945	0,058683872	0,018104901	0	0	0
21	0	0	0	0	0,007317501	0,004623671	0,001870042	0,001870042	0	0	0

Рисунок 3.11 – частина не затінення наступного ряду модулів за рік

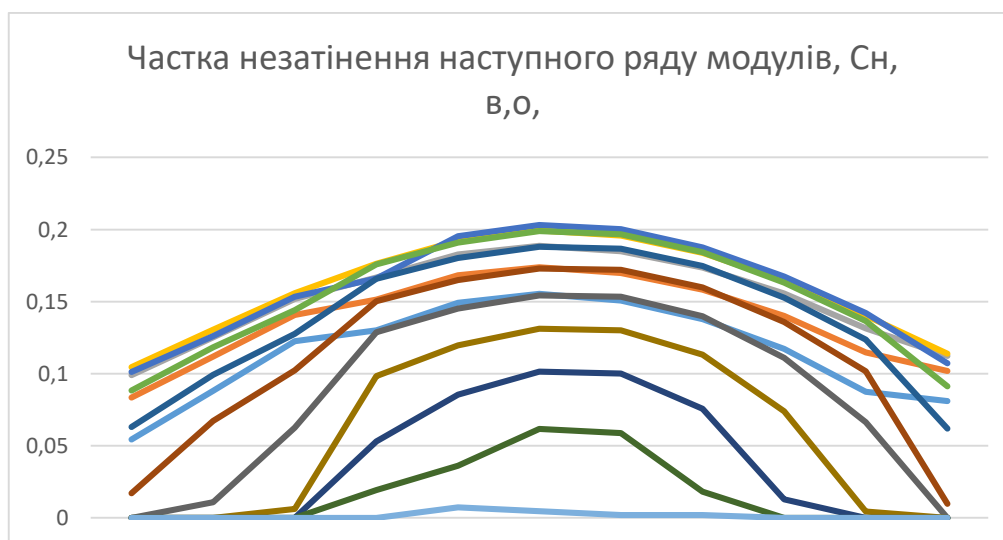


Рисунок 3.12 – графік частки не затінення наступного ряду модулів за рік

Визначимо потужність одного модуля у наступному ряду модулів за допомогою формули (3.15), та вказані результати на рис. 3.13, 3.14:

$$P_{2p} = C_n \cdot P_{1p}, \quad (3.15)$$

	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P_{2p} , кВт
9	0,009041821	0,015582943	0,023198884	0,012206228	0,009485661	0,005339641	0,005452942	0,009953022	0,013709622	0,012221559	0,01630856
10	0,019141352	0,028051038	0,038970206	0,028353094	0,027092675	0,022553971	0,022103619	0,026357022	0,029000426	0,025194152	0,026866779
11	0,027549439	0,03904337	0,05319449	0,048314413	0,050223444	0,04646279	0,045156224	0,063457413	0,046788259	0,038877762	0,035216317
12	0,031493237	0,044817584	0,060463299	0,067005377	0,073884412	0,073436587	0,071109525	0,071318356	0,062042342	0,049095129	0,035989068
13	0,029464785	0,04177269	0,05721295	0,067187372	0,085354798	0,089125604	0,087396959	0,080675613	0,068111923	0,051813974	0,031310862
14	0,02215492	0,034221637	0,044994252	0,069017687	0,074588633	0,077767702	0,07915796	0,074090614	0,061563964	0,045757598	0,02180179
15	0,012047183	0,021841032	0,029050094	0,050955906	0,050885153	0,051155912	0,054488392	0,054228259	0,045971869	0,033491488	0,01066154
16	0,002130857	0,009718253	0,014392887	0,030641479	0,027569285	0,026223679	0,029611962	0,032128655	0,0280826	0,019458661	0,001005242
17	0	0,00082747	0,004161424	0,013882674	0,009977338	0,008043718	0,010773673	0,014173921	0,012981753	0,007529779	0
18	0	0	8,48716E-05	0,003064031	0	0	0	0,00250936	0,003251177	0,000218907	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.13 – Потужність модуля наступного ряду

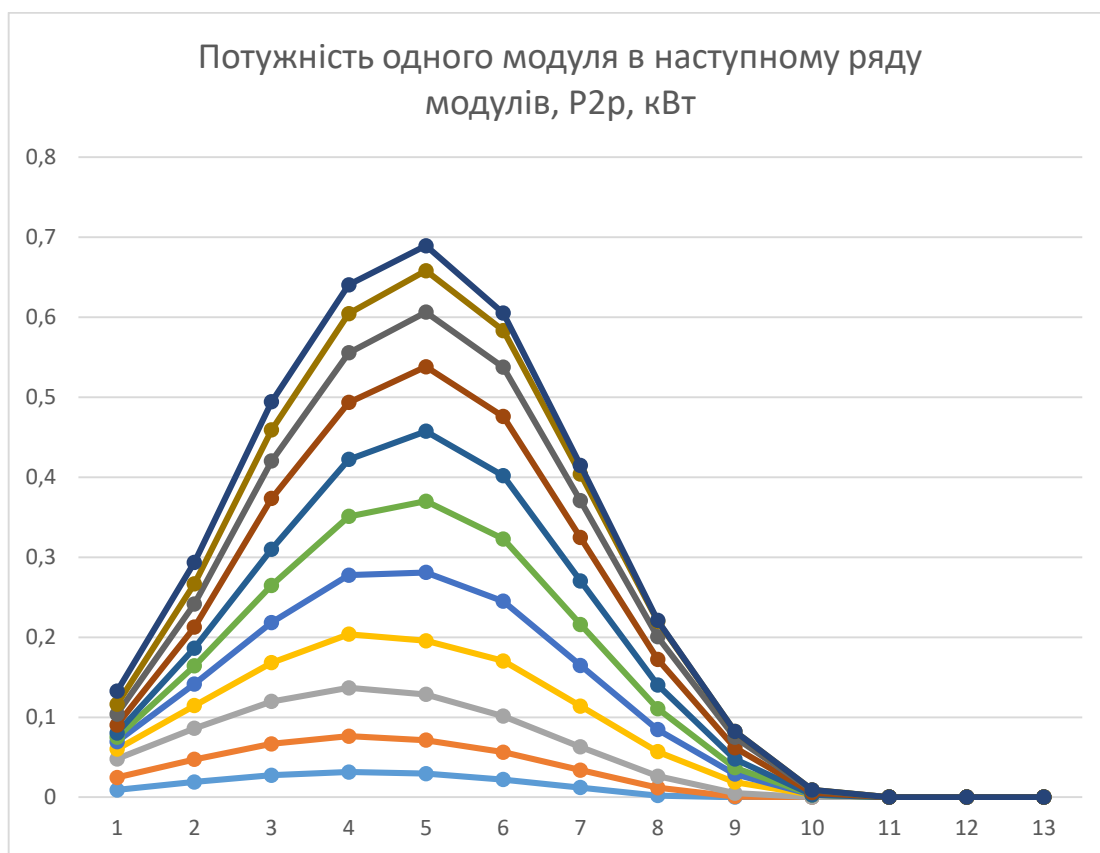


Рисунок 3.14 – графік потужності модуля наступного ряду

Загальну потужність модулів можна обчислити за формулою:

$$P_{\text{сум}} = P_{1p} \cdot N_m + P_{2p} \cdot N_m \cdot (m - 1), \quad (3.16)$$

	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт
9	1,376696249	1,71511626	2,110467457	1,075450092	0,779693123	1,52689799	1,586402389	3,049608142	4,637787637	5,025722694	7,074353456
10	2,179007273	2,683566278	3,297139157	2,314059494	2,104377619	6,062421802	6,017247452	7,455774214	8,799836491	8,640328612	9,954792934
11	2,826928286	3,511211669	4,337478065	3,768567785	3,758476553	11,96211395	11,74593683	17,06797474	13,36680643	12,25115502	12,24903234
12	3,130236254	3,943087573	4,866390701	5,096303814	5,407941086	18,39390787	17,96811689	18,61905628	17,17421737	14,88338292	12,39803972
13	2,985150377	3,742515315	4,641624441	5,25105645	6,206198896	6,376517608	6,289836245	5,96947065	5,303844667	4,365864483	3,06665483
14	2,437007824	3,17338371	3,764101578	5,254562158	5,476076083	5,613295197	5,738160831	5,523436384	4,848724938	3,932587854	2,350776967
15	1,654294685	2,238648867	2,586062086	3,982920234	3,830314432	3,780945688	4,0394751	4,139436006	3,736395879	3,032331689	1,48011235
16	0,843246003	1,277224091	1,449266931	2,509716033	2,160582814	2,011232527	2,276530081	2,554977047	2,420102591	1,965540307	0,670144351
17	0	0,497308735	0,573850408	1,230586945	0,831405607	0,65083438	0,873875191	1,203385506	1,247153154	0,998654977	0
18	0	0	0,087489427	0,315700493	0	0	0	0,2384961	0,400685319	0,311062381	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.15 – Сумарна потужність модулів

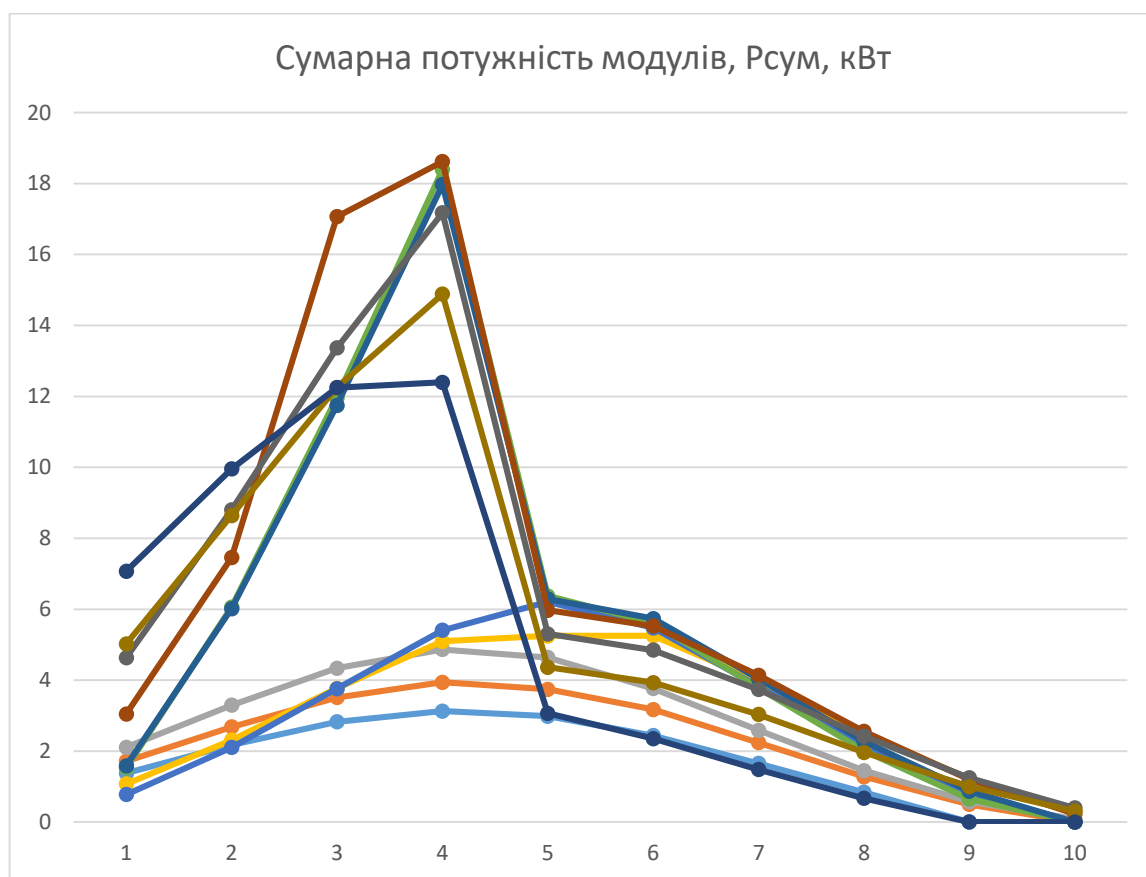


Рисунок 3.16 – Сумарна потужність модулів

Ефективність використання модулів обраховується за формулою, та вказані результати на рис. 3.17, 3.18:

$$E_{\text{мод}} = P_{\text{сум}} / (P_{\text{ном.м}} \cdot N_{\text{м}} \cdot m_{\text{max}}) \cdot 100, \quad (3.17)$$

	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %
9	1,564427555	1,94899575	2,398258473	1,222102378	0,86014912	1,73511352	1,802729988	3,465463798	5,270213224	5,711048516	8,039038018
10	2,476144629	3,049507134	3,746749042	2,629613061	2,391338203	6,889115684	6,837781195	8,472470697	9,999814194	9,81855241	11,3122647
11	3,212418507	3,99001326	4,928952347	4,282463392	4,270996083	13,59331131	13,34765549	19,39542584	15,18955276	13,92176707	13,91935493
12	3,557086653	4,480781332	5,529989433	5,791254334	6,145387597	20,90216804	20,41831465	21,1580185	19,5161561	16,91293514	14,0886815
13	3,392216338	4,252858312	5,274573228	5,967109602	7,052498746	7,246042736	7,147541187	6,783489376	6,027096212	4,96120964	3,484835034
14	2,769327073	3,606117852	4,277388156	5,971093362	6,222813731	6,378744542	6,520637308	6,276632255	5,509914702	4,468849835	2,671337463
15	1,879880323	2,543919167	2,938706916	4,526045721	4,352630037	4,296529191	4,590312613	4,703904552	4,245904408	3,445831465	1,681945852
16	0,958234095	1,451391013	1,64689424	2,851950038	2,455207744	2,285491508	2,586966001	2,903383008	2,750116581	2,233568531	0,761527671
17	0	0,565123563	0,652102736	1,398394256	0,944779099	0,739584523	0,99303999	1,367483529	1,417219494	1,134835201	0
18	0	0	0,099419803	0,35875056	0	0	0	0,271018296	0,455324226	0,353479978	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.17 – Ефективність використання модулів.

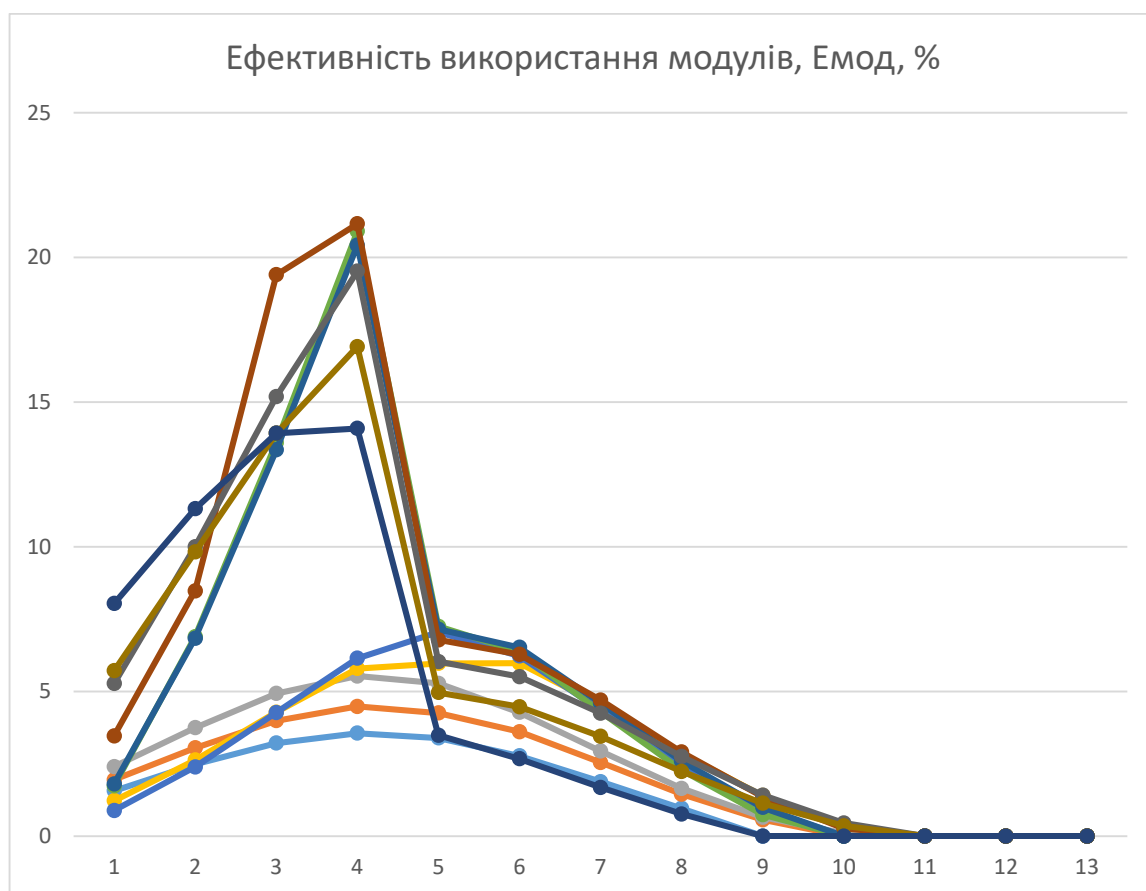


Рисунок 3.18 – графік ефективності використання модулів.

На рис. 3.19 наведено скільки генерує наша дахова СЕС та споживання підприємства.

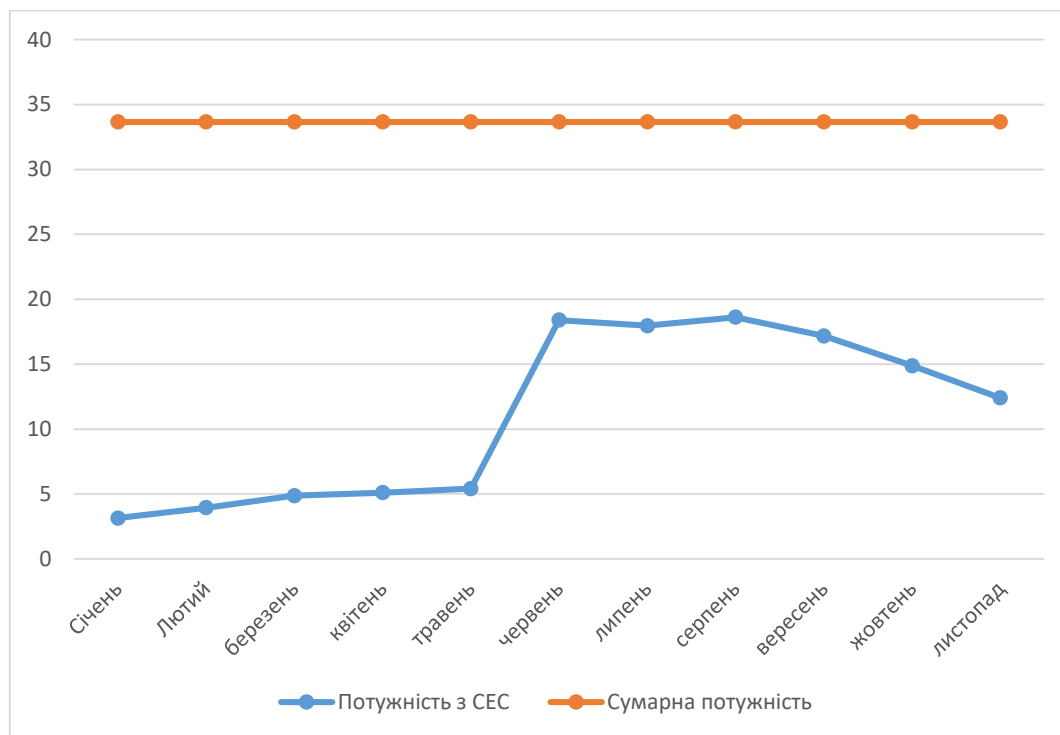


Рисунок 3.19 – Ефективність використання модулів.

Також розрахуємо та наведемо графіки розрахунків для збирального цеху.

Розрахуємо потужність одного модуля в першому рядку нашої сонячної станції для другого цеху, азимут та висоту сонцестояння вибираємо таку ж як і для виробничого цеху (рис. 3.20 – 3.29).

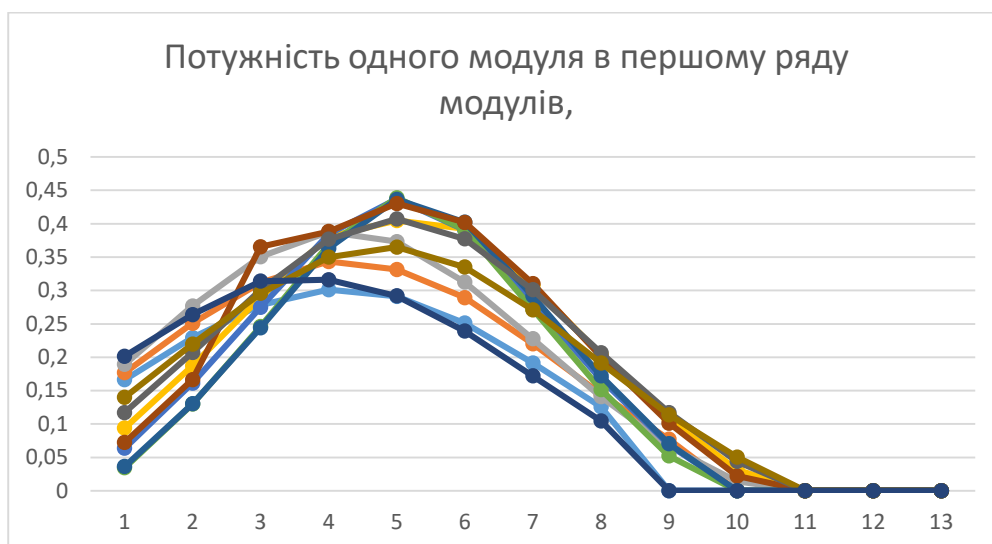


Рисунок 3.20 – Потужність одного модуля в першому ряду модулів за рік.

	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт	Потужність одного модуля в першому ряду модулів, P _{1р} , кВт
9	0,166156625	0,17677211	0,189352385	0,093798083	0,063549228	0,034377714	0,036191386	0,072219217	0,116963395	0,139921112	0,201431336
10	0,229178413	0,250903777	0,276731754	0,187204923	0,161080876	0,129727015	0,130171802	0,166445858	0,206991329	0,219642386	0,263857821
11	0,27830864	0,311898355	0,35055158	0,289893742	0,274848652	0,246170609	0,244056355	0,365431925	0,300730964	0,295657392	0,313879707
12	0,301253385	0,343458176	0,387822026	0,380346331	0,384132628	0,368573378	0,363177051	0,388170471	0,376756985	0,349859671	0,315976246
13	0,291271565	0,331343725	0,373113425	0,404864472	0,436882894	0,43887371	0,436527325	0,430182484	0,407190652	0,364946261	0,291933103
14	0,251083529	0,289345828	0,3123905	0,392636549	0,390558914	0,391175284	0,402254415	0,401938431	0,377173073	0,335128122	0,239183629
15	0,191385498	0,220220918	0,22765969	0,307128695	0,282189669	0,272066233	0,291827108	0,310308185	0,300929562	0,270948197	0,172054612
16	0,125625004	0,144842912	0,140794282	0,203795651	0,167112138	0,151639671	0,172137948	0,200928923	0,206772234	0,191379424	0,10465403
17	0	0,077092499	0,066511767	0,107919108	0,068726234	0,052166372	0,070230153	0,101346805	0,116986586	0,113734044	0
18	0	0	0,01398747	0,031168535	0	0	0	0,022183833	0,044022645	0,050311384	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.21 – Потужність одного модуля в першому ряду модулів за рік.

Підставивши вказані дані в формулу, ми отримаємо частку незатінення наступного ряду модулів для години, яку ми ми обчислимо (рис 3.22-3.29).

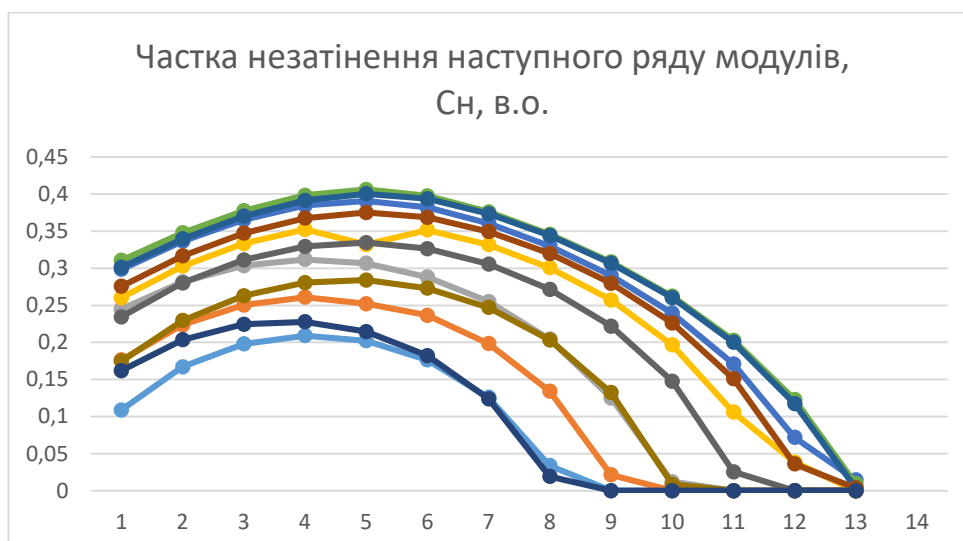


Рисунок 3.22 – Частка не затінення наступного ряду модулів за рік.

	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.	Частка незатінення наступного ряду модулів, Сн, в.о.
9	0,05441746	0,088152723	0,122516991	0,130133026	0,149264768	0,155322751	0,150669603	0,137816805	0,11721293	0,08734607	0,080963374
10	0,08352162	0,111799985	0,140823035	0,151454853	0,168192997	0,173857168	0,169803436	0,158351925	0,140104546	0,114705327	0,101822941
11	0,098988803	0,125179788	0,151745116	0,166662489	0,182731272	0,188742231	0,185023757	0,173650435	0,15558178	0,131495991	0,112196859
12	0,10454069	0,130489203	0,155904757	0,176169379	0,192340892	0,199245501	0,195798508	0,183729473	0,164674696	0,140328061	0,113898019
13	0,101159155	0,126070562	0,153339295	0,165950278	0,19537226	0,203078019	0,200209596	0,187538117	0,167272805	0,141976997	0,107253552
14	0,088237251	0,118272439	0,144032075	0,175780088	0,190979211	0,198805256	0,196785809	0,184333242	0,163224707	0,136537626	0,091150846
15	0,06294721	0,099177828	0,127603152	0,1659106	0,180322522	0,188027419	0,186714634	0,174756136	0,152766212	0,123608456	0,061966022
16	0,016962043	0,067095122	0,102226357	0,150353941	0,164974763	0,172934157	0,172024601	0,159900599	0,135814172	0,101675826	0,009605384
17	0	0,010733471	0,062566733	0,128639626	0,145175105	0,154193547	0,153405235	0,139855627	0,110967879	0,066205145	0
18	0	0	0,006067688	0,098305245	0,119718212	0,131089064	0,130160469	0,113116595	0,073852384	0,004351034	0
19	0	0	0	0,053055783	0,08545232	0,101491617	0,10000519	0,075545882	0,012788988	0	0
20	0	0	0	0,019236883	0,03599663	0,061581945	0,058683872	0,018104901	0	0	0
21	0	0	0	0	0,007317501	0,004623671	0,001870042	0,001870042	0	0	0

Рисунок 3.23 – Частка не затінення наступного ряду модулів за рік.

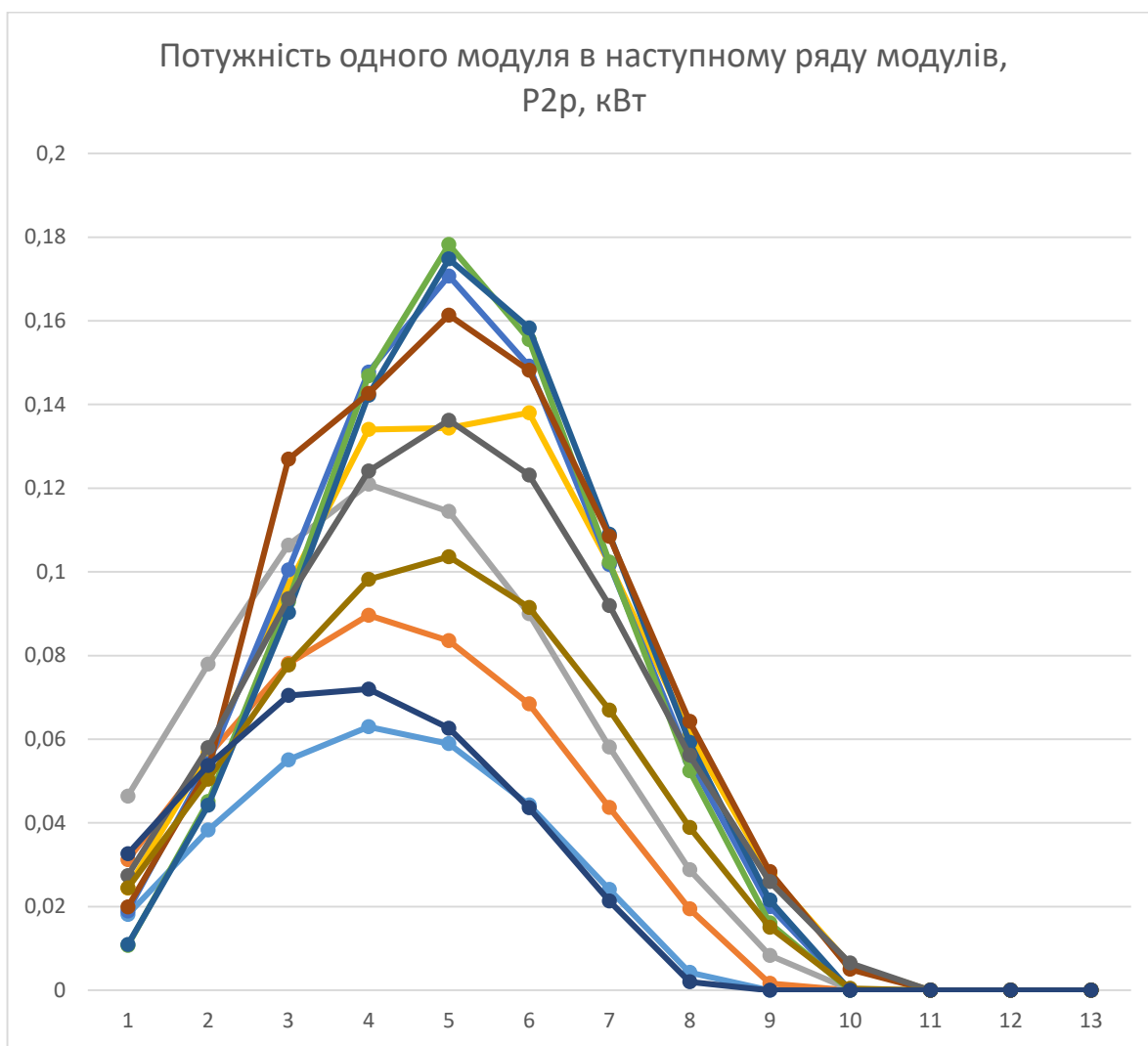


Рисунок 3.24 – Потужність модуля наступного ряду.

	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт	Потужність одного модуля в наступному ряду модулів, P2p, кВт
9	0,009041821	0,015582943	0,023198884	0,012206228	0,009485661	0,005339641	0,005452942	0,009953022	0,013709622	0,012221559	0,01630856
10	0,019141352	0,028051038	0,038970206	0,028353094	0,027092675	0,022553971	0,022103619	0,026357022	0,029000426	0,025194152	0,026866779
11	0,027549439	0,03904337	0,05319449	0,048314413	0,050223444	0,04646279	0,045156224	0,063457413	0,046788259	0,038877762	0,035216317
12	0,031493237	0,044817584	0,060463299	0,067005377	0,073884412	0,073436587	0,071109525	0,071318356	0,062042342	0,049095129	0,035989068
13	0,029464785	0,04177269	0,05721295	0,067187372	0,085354798	0,089125604	0,087396959	0,080675613	0,068111923	0,051813974	0,031310862
14	0,02215492	0,034221637	0,044994252	0,069017687	0,074588633	0,077767702	0,07915796	0,074090614	0,061563964	0,045757598	0,02180179
15	0,012047183	0,021841032	0,029050094	0,050955906	0,050885153	0,051155912	0,054488392	0,054228259	0,045971869	0,033491488	0,01066154
16	0,002130857	0,009718253	0,014392887	0,030641479	0,027569285	0,026223679	0,029611962	0,032128655	0,0280826	0,019458661	0,001005242
17	0	0,00082747	0,004161424	0,013882674	0,009977338	0,008043718	0,010773673	0,014173921	0,012981753	0,007529779	0
18	0	0	8,48716E-05	0,003064031	0	0	0	0,00250936	0,003251177	0,000218907	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.25 – Потужність модуля наступного ряду.

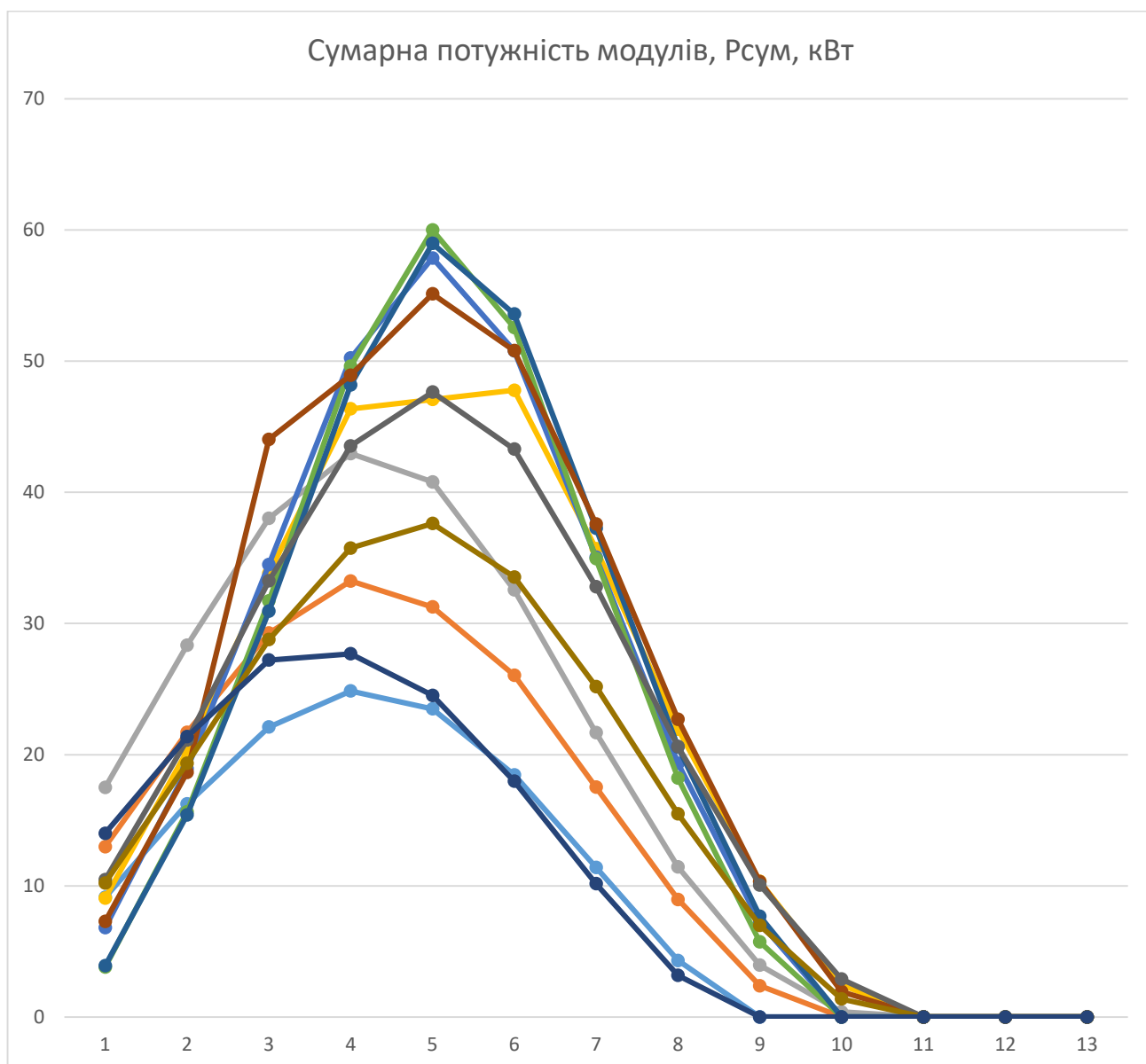


Рисунок 3.26 – Сумарна потужність модулів.

	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт	Сумарна потужність модулів, $P_{\text{сум}}$, кВт
9	1,376696249	1,71511626	2,110467457	1,07540092	0,779693123	1,52689799	1,586402389	3,049608142	4,637787637	5,025722694	7,074353456
10	2,179007273	2,683566278	3,297139157	2,314059494	2,104377619	6,062421802	6,017247452	7,455774214	8,799836491	8,640328612	9,954792934
11	2,826928286	3,511211669	4,337478065	3,768567785	3,758476553	11,96211395	11,74593683	17,06797474	13,36680643	12,25115502	12,24903234
12	3,130236254	3,943087573	4,866390701	5,096303814	5,407941086	18,39390787	17,96811689	18,61905628	17,17421737	14,88338292	12,39803972
13	2,985150377	3,742515315	4,641624441	5,25105645	6,206198896	6,376517608	6,289836245	5,96947065	5,303844667	4,365864483	3,06665483
14	2,437007824	3,17338371	3,764101578	5,254562158	5,476076083	5,613295197	5,738160831	5,523436384	4,848724938	3,932587854	2,350776967
15	1,654294685	2,238648867	2,586062086	3,982920234	3,830314432	3,780945688	4,0394751	4,139436006	3,736395879	3,032331689	1,48011235
16	0,843246003	1,277224091	1,449266931	2,509716033	2,160582814	2,011232527	2,276530081	2,554977047	2,420102591	1,965540307	0,670144351
17	0	0,497308735	0,573856408	1,230586945	0,831405607	0,65083438	0,873875191	1,203385506	1,247153154	0,998654977	0
18	0	0	0,087489427	0,315700493	0	0	0	0,2384961	0,400685319	0,311062381	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.27 – Сумарна потужність модулів.

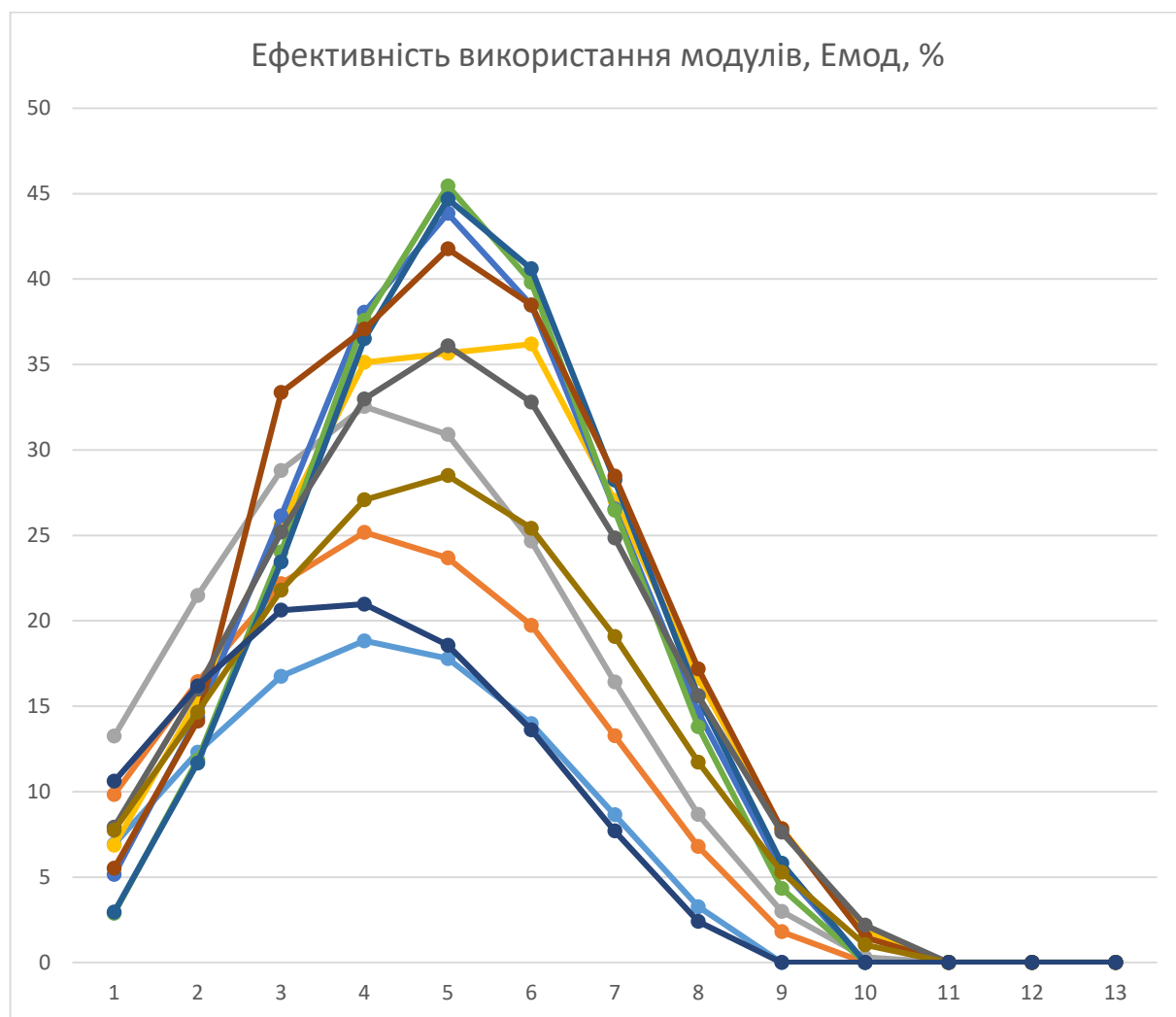


Рисунок 3.28 – Ефективність використання модулів.

	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %	Ефективність використання модулів, Емод, %
9	1,564427555	1,94899575	2,398258473	1,222102378	0,886014912	1,735111352	1,802729988	3,465463798	5,270213224	5,711048516	8,039038018
10	2,476144629	3,049507134	3,746749042	2,629613061	2,391338203	6,889115684	6,837781195	8,472470697	9,999814194	9,818555241	11,3122647
11	3,212418507	3,99001326	4,928952347	4,282463392	4,270996083	13,59331131	13,34765549	19,39542584	15,18955276	13,92176707	13,91935493
12	3,557086653	4,480781332	5,529989433	5,791254334	6,145387597	20,90216804	20,41831465	21,1580185	19,5161561	16,91293514	14,0886815
13	3,392216338	4,252858312	5,274573228	5,967109602	7,052498746	7,246042736	7,147541187	6,783489376	6,027096212	4,96120964	3,484835034
14	2,769327073	3,606117852	4,277388156	5,971093362	6,22813731	6,378744542	6,520637308	6,276632255	5,509914702	4,468849835	2,671337463
15	1,879880323	2,543919167	2,938706916	4,526045721	4,352630037	4,296529191	4,590312613	4,703904552	4,245904408	3,445831465	1,681945852
16	0,958234095	1,451391013	1,64689424	2,851950038	2,455207744	2,285491508	2,586966001	2,903383008	2,750116581	2,233568531	0,761527671
17	0	0,565123563	0,652102736	1,398394256	0,944779099	0,739584523	0,99303999	1,367483529	1,417219494	1,134835201	0
18	0	0	0,099419803	0,35875056	0	0	0	0,271018296	0,455324226	0,353479978	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 3.29 – Ефективність використання модулів.

На рис. 3.30 наведено скільки генерує наша дахова СЕС та споживання підприємства.

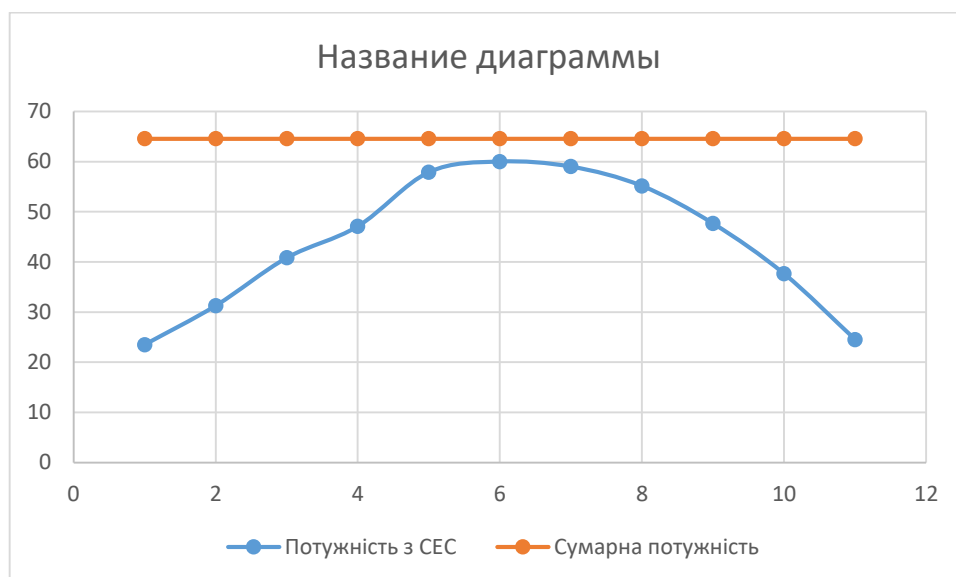


Рисунок 3.30 – Ефективність використання модулів.

Після розрахунків ми бачимо що дахова СЕС покриває наші вистати електроенергії тільки в сонячну погоду тому технологічним рішенням буде розглянуто ще й інвертори. Існує кілька типів інверторів для сонячних станцій [11]:

Мережеві (Grid-tie): Це найпоширеніший тип інверторів в Україні. Вони передають електроенергію в мережу для подальшого продажу державі або комерційним покупцям. Цей тип інвертора ефективний для отримання пасивного прибутку.

Автономні (Off-grid): Ці інвертори не підключені до електричної мережі. Вони передають енергію безпосередньо споживачу та можуть накопичувати її. Цей тип інвертора ідеальний для тих, хто потребує автономного живлення [12].

Гібридні: Інвертор ідеально підходить для тих, хто має потребу в автономному живленні. Гібридні інвертори, з свого боку, об'єднують можливості зберігання та продажу енергії. Ці інвертори ефективно управляють енергією з різних джерел, таких як сонячні панелі, вітрові турбіни та генератори на відновлюваній енергії [13]. Гібридні інвертори дозволяють оптимально використовувати різні джерела енергії і забезпечують безперебійне живлення в

умовах змін. Таким чином, в даній роботі буде використаний саме гібридний інвертор (рис 3.18).

Принцип функціонування гібридного обладнання залежить від часових параметрів доби.

Протягом денного періоду сонячна енергія досягає фотоелементу, де вона конвертується в електроенергію і подається до інвертора для подальшого перетворення. На виході формується напруга, оптимально адаптована до побутової електричної мережі. При цьому пристрій живить електричну систему будинку, заряджає акумуляторні батареї, і у разі зайвого надлишку енергії віддає "зайве" до загальної мережі за вигідним "зеленим" тарифом.

У вечірній та нічний період гібридний інвертор, відповідно до обраного режиму, надає електричну напругу для будинку з акумуляторних батарей або з побутової мережі.

Через переключення режимів забезпечується безперебійне живлення побутової мережі цілодобово, навіть у випадку втрати одного з джерел електропостачання. У інверторів загально характеризуються наступні параметри:
У інверторів загально характеризуються наступні параметри:

Коефіцієнт корисної дії (ККД): Цей параметр вказує на ефективність перетворення енергії. Чим вище ККД, тим менше енергії втрачається під час конвертації. Більшість сучасних інверторів працюють з ККД близько 90%.

Потужність: Інвертори мають пікову, номінальну і потужність в режимі очікування. Номінальна потужність повинна відповідати сумі потреб усіх споживачів енергії. Режим очікування передбачає споживання всього 1% номінальної потужності.

Напруга на вході і виході: Вхідна напруга повинна відповідати потужності інвертора. Вихідна напруга може бути різних типів, проте синусоїдальна напруга вважається найуніверсальнішою.

Режим очікування: Цей режим допомагає зекономити енергію в батареях, коли інвертор не активно використовується.

Температурний режим: Температурний діапазон інвертора повинен відповідати умовам приміщення, в якому він працює. Важливо враховувати систему охолодження та наявність кулера для активного охолодження.

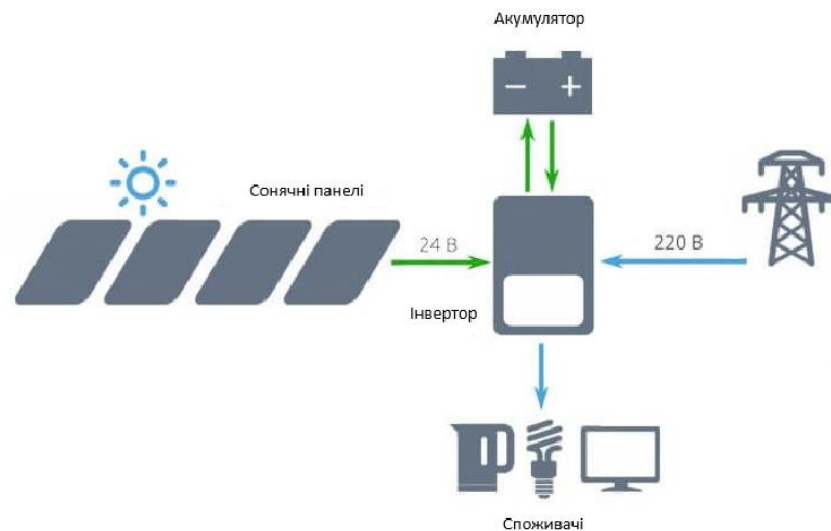


Рисунок 3.18 – схема роботи сонячної станції з гібридним інвертором

Вибір інвертора передбачає, що його номінальна вхідна потужність повинна відповідати або перевищувати загальну потужність всіх підключених пристроїв. Також важливо, щоб інвертор мав однакову номінальну напругу з акумулятором (або батареєю).

Потужність інвертора повинна бути на 25-30% більше, ніж загальна потужність підключених приладів. У випадку використання двигунів або компресорів, потужність інвертора повинна бути в 3 рази більше, ніж потужність цих приладів [14].

Тип батареї, рекомендований для використання в сонячних фотоелектричних системах (СФС), - це акумулятор з глибоким циклом розряду. Цей тип акумулятора спеціально розроблений для розрядження до низького рівня залишкової енергії і ефективного циклічного заряду та розряду протягом тривалого періоду. Батарея повинна бути достатньо ємною (складатися з кількох

аккумуляторів), щоб забезпечити достатню енергію для роботи приладів вночі і в хмарні дні.

Щодо вибору контролера заряду, зазвичай його потужність розраховується відносно потужності сонячного масиву, а також струму і напруги для заряду аккумуляторів. Загалом, контролер заряду розраховують, поділяючи потужність сонячного масиву на 13 (для 12В системи) або інше відповідне значення для інших напруг, і вибирають контролер з близьким типорозміром з врахуванням певного запасу.

Запропонуємо розгляд та реалізацію системи на основі сонячних панелей та гібридного інвертору для отримання електроенергії. Зазначимо, що головною метою є оптимізація використання відновлювальних джерел енергії та забезпечення ефективного перетворення та зберігання отриманої енергії. Система передбачає використання сонячних панелей для генерації електричної енергії та гібридного інвертору для оптимального керування та розподілу електроенергії між внутрішніми потребами та системою зовнішнього живлення (рис.19).

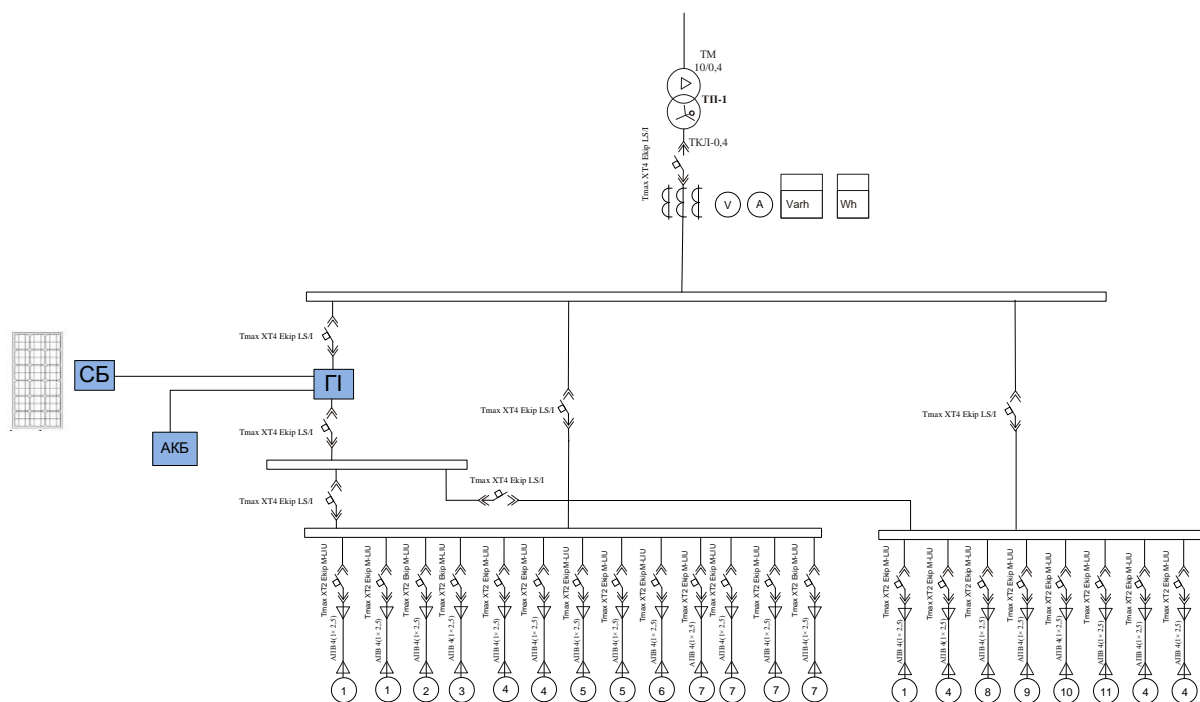


Рисунок 3.19 – Однолінійна схема роботи сонячної станції з гібридним інвертором

3.3 Висновок

В цьому розділі проведено моделювання функціонування сонячної панелі для енергозабезпечення підприємства. За допомогою сонячного калькулятора визначено азимут та висоту сонцестояння, що дозволяє точно розрахувати інтенсивність сонячного випромінювання на панелі.

Далі проведено розрахунки енергетичного виробництва сонячних панелей. Визначено, скільки електроенергії виробляє перший ряд сонячних модулів, а також розраховано потужності модулів у наступних рядах з урахуванням можливості їх затінення в залежності від азимутального кута.

З використанням отриманих результатів побудовано графік, який ілюструє динаміку виробництва електроенергії сонячними панелями протягом літнього періоду. Зазначено, що в цей період енергія, вироблена сонячними модулями, практично повністю задовольняє потреби підприємства в електроенергії. Це свідчить про ефективність та високий потенціал використання сонячних енергетичних систем для енергозабезпечення підприємств.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ 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 $B = 10$ (млн. грн./рік);
 - середньооблікова чисельність персоналу $Ч = 6$;
 - середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби $З_{П1}$, грн./рік;
 - питома заробітна плата в собівартості продукції $d = 12\%$;
 - первісна або балансова вартість основних фондів $\Phi = 5$ млн грн;
 - нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень: $E_H = 0,1$;
 - нормований термін окупності, років: $T_{ок} = 10$.
 - середньомісячна зарплата одного працівника $З = 12000$ грн./міс.
- Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$З_{П1} = 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 12000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,144 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1,38 \cdot 4 \cdot 3771}{d} = \frac{1,38 \cdot 6 \cdot 0,144}{0,12} = 9,2 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi = B - C = 10 - 9,2 = 0,8 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{op} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{5}{0,8} = 6,25 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{op} = 6,25 < T_{ок} = 10 \text{ (років)}.$$

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

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства 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, розрахунки занесені до табл. 4.1 та 4.2.

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Факт. потужність підстанції, кВА
ТП	ТМ-400	1	200

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до ГПП, км	Марка кабелю	К-сть
РП1-ТП	0,8	АВВГ 1х25	1
РП2-ТП	0,8	АВВГ 1х10	1

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифам: 5,5 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%.

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та вартістю їх прокладання [22].

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 таб. 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	Кл, тис.грн
РП1-ТП	АВВГ 1х25	1	0,8	73,84	2,44	147,24
РП2-ТП	АВВГ 1х10	1	0,8	36,92	2,44	296,2
Разом						443,44

Капітальні вкладення для електричних підстанцій [22]:

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

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

Назва	Тип т-ра	Кількість	Код, тис.грн	$K_{\text{пост}}$, тис.грн	$K_{\text{пс}}$, тис.грн
Трансформатор струму		1	7	1,4	8,4

Продовження таблиці 4.4

Назва	Тип т-ра	Кількість	Код, тис.грн	Кпост, тис.грн	Кпс, тис.грн
Лічильник електронний активної та реактивної енергії		1	15	3	18
Конденсаторна установка		1	300	60	360
ТП	ТМ-400	1	69,55	13,91	83,46
Разом					470,86

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до однолінійної схеми кількість вимикачів 0,4 кВ – 12 шт. Вартість вимикача 25 тис. грн.

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 12 \cdot 25 = 300 \text{ (тис. грн.)} \quad (4.7)$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{пс} = 470,86 + 300 = 770,86 \text{ (тис. грн.)} \quad (4.8)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства:

$$K = 443,44 + 770,86 = 1214,30 \text{ (тис. грн.)} \quad (4.9)$$

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі

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, та табл. 4.6.

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.
Вимикач 0.4 кВ	12	1	16	96	12	2	144
Трансформатор струму	1	1	16	32	12	1	24
Конденсаторна установка	1	1	16	32	12	1	24
ТМ-400	1	0,33	120	118,8	12	9	324
Кабельна лінія АВВГ 10	0,8	2	72	73,6	1	18	28,8
Кабельна лінія АВВГ 25	0,8	2	72	73,6	1	18	28,8
Разом				426			1057,491

Таблиця 4.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загал. трудомісткість люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 0,4 кВ	9	2	0,1	12	230,4	374,4
Трансформатор струму	1	2	0,1	12	38,4	50,4
Конденсаторна установка	1	2	0,1	12	38,4	50,4
ТМ-400	3	1	0,1	12	432	756
Кабельна лінія АВВГ 10	0,8	2	0,1	12	51,84	57,24
Кабельна лінія АВВГ 25	0,8	2	0,1	12	51,84	57,24
Разом					842,88	1345,72

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{обс} = \frac{1345,72}{1900 \cdot 1,05} = 0,64, \quad (4.12)$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{тр} = \frac{1057,491}{1900 \cdot 1,1} = 0,48. \quad (4.13)$$

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

4.3.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Фонд прямої заробітної плати:

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

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

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:

$$C_i = \frac{z_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.16)$$

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

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:

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

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

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

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

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

$$\Phi_p = 426 \cdot 50,06 = 21327,56 \text{ (грн./рік)}.$$

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:

$$\Phi_{oe} = 159486,65 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 190289,98 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.22)$$

Для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 41407,46 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 51759,325 \text{ (грн./рік)}. \quad (4.23)$$

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:

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

$$\Phi_{оед} = 190289,98 \cdot 1,15 = 219803,47 \text{ (грн./рік)},$$

$$\Phi_{\text{орд}} = 51759,325 \cdot 1,15 = 59523,21 \text{ (грн./рік)}.$$

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 ($C_{3П}$) розраховуються так, грн./рік:

$$C_{3П} = \Phi_{\text{ОБ}} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{\text{П}} + \beta_{\text{З}} + \beta_{\text{С}}}{100}\right), \quad (4.25)$$

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

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

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

Розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{\text{зпе}} = 219803,47 \cdot \left(1 + \frac{33+1,5+1,5}{100}\right) = 299248,99 \text{ (грн./рік)},$$

Також ремонтному персоналу:

$$C_{\text{зпр}} = 59523,21 \cdot \left(1 + \frac{33+1,5+1,5}{100}\right) = 80946,36 \text{ (грн./рік)}.$$

4.3.3 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
ТМ-400	22700
Трансформатор струму	2000
Трансформатор напруги	2000

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_M = 0,01 \cdot (\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{Л0}), \quad (4.26)$$

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,

$C_{Л0}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів на ремонт: $C_{Мпр} = 26969,83$ (грн/рік);

і вартість матеріалів на технічне обслуговування: $C_{МТО} = 171616,98$ (грн/рік);

Отже, можна розрахувати:

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

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

$$C_{обс} = 299248,99 + 171616,98 = 470865,97 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

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

$$C_{\text{пр}} = 80946.36 + 26969.83 = 107916.19 \text{ (грн/рік)}.$$

4.3.4 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.

$$C_a = 0,06 \cdot 1240350 = 74421 \text{ (грн/рік)}.$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат є інші витрати:

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

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

$$C_{\text{іп}} = 0,25 \cdot (470865,97 + 107916,19 + 74421) = 163300,79 \text{ (грн/рік)}.$$

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

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації енергоукомплектування і мереж	470865,97	57,6
Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати на поточний ремонт	107916,19	13,2
Витрати на амортизацію	74421	9,1
Інші витрати	163300,79	20,00
Разом	816504,95	100,00

4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

4.4.1 Розрахунок річного споживання і витрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

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

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

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.

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	Tм, год.	cos φ	Pp, кВт	Ea, кВт·год./рік
Виробничий цех	1	3024	0,7	100	302400
Заготівельний цех	1	3024	0,7	100	302400
Разом					604800

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:

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

Виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I _м , А	R, Ом	τ, год./рік	ΔE _л , кВт·год.
ЦРП - ТП1	АВВГ 1х25	1	0,8	60	0,196	1225,313	187,32
ЦРП - ТП2	АВВГ 1х10	1	0,8	105	0,108	1225,313	185,556
Разом							372,876

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;

ΔP_{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.

Проводимо розрахунок і результати зводимо у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип	шт	ΔP _x , кВт	ΔP _к , кВт	S _p , кВА	S _H , кВА	ΔE _T , кВт·год./рік
ТП	ТМ-400	1	0,95	5,9	200	400	12427,369

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

$$E = E_a + \Delta E_l + \Delta E_T \quad (4.36)$$

$$E = 604800 + 372,876 \cdot 12427,3696 = 617600,245 \text{ (кВт}\cdot\text{год./рік)}.$$

Оплата за спожиту електроенергію:

$$\Pi = 5,5 \cdot 617600,245 = 3396801,348 \text{ (грн.);} \quad (4.37)$$

4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВтг:

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

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

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

Отже, загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн./рік:

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

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

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

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

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

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

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

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

$$C_{\text{п}} = 470865,97 + 107916,19 + 74421 + 163300,79 = 816504,95 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати:

$$C_{\text{сум}} = 3396801,348 + 816504,95 = 4213306,298 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{4213306,298 \cdot 100}{604800} = 6,96 \text{ (грн./кВт·год)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	604800	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	E	617600,245	кВт·год
Плата за електроенергію	Π	3396801,348	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	$C_{\text{п}}$	816504,95	грн
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	4213306,298	грн
Собівартість електроенергії	S	696	коп/кВт·год

4.5 Висновки

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП підприємства та розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 685 коп/кВт·год.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської дипломної роботи розглянуті заходи з охорони праці та цивільного захисту під час підвищення ефективності електропостачання приватного підприємства «Віор» міста Вінниці з використанням дахової сонячної електростанції. При виконанні робіт з монтажу та обслуговування електрообладнання системи електропостачання власних потреб ЕС передбачається створення належного температурного режиму, який забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні норми праці і виробництва продовольчих товарів. Усі металеві неструмопровідні частини (корпуси електродвигунів, шаф, світильників, тощо), які можуть опинитися під напругою в наслідок пошкодження ізоляції, заземлюються шляхом приєднання до нульового проводу живлячої мережі.

Визначаємо небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які впливають на оперативно-ремонтний персонал, що обслуговує електрообладнання системи електропостачання та займається встановленням обладнання дахової сонячної електростанції, у відповідності з прийнятою класифікацією [14, 15]:

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, переважно аерозолі фіброгенної дії (металевий і будівельний 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 та емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

У цьому розділі будуть досліджені такі питання як технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць, електробезпека, мікроклімат, склад повітря робочої зони, виробниче освітлення, виробничий шум, виробничі вібрації, безпеки в надзвичайних ситуаціях для працівників в цілому та для об'єкта проектування під час його експлуатації.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць на висоті під час встановлення обладнання дахової сонячної електростанції

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

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах підвищеної вологості.

Всі роботи, які проводяться в електроустановках, що не вимагають оформлення наряду, виконуються [18, 19]:

- за розпорядженнями осіб, уповноважених на це відповідно до пункту
- цих Правил, з попереднім оформленням у журналі обліку робіт за нарядами і розпорядженнями або в оперативному журналі;
- в порядку поточної експлуатації.

Розпорядження про проведення робіт має разовий характер. Термін його дії визначається тривалістю робочого дня виконавців. За необхідності продовження роботи, в разі зміни її умов або складу бригади, розпорядження віддається знову.

Працівник, який віддав розпорядження, призначає керівника робіт (наглядача), членів бригади, визначає можливість безпечного проведення робіт і визначає необхідні для цього організаційні та технічні заходи.

Розпорядження записується в журнал обліку робіт за нарядами і розпорядженнями особою, яка його віддала, або оперативним працівником, де вказується:

- ким віддано розпорядження;
- зміст і місце роботи;
- заходи безпеки;
- час виконання роботи;
- прізвища, ініціали, групи з електробезпеки керівника робіт (наглядача) і всіх членів бригади. Змінювати склад бригади, що працює за розпорядженням, в процесі роботи забороняється.

Розпорядження про роботу віддається керівнику робіт і допускатчеві або працівникові, який дає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск.

В електроустановках без місцевих чергових працівників в тих випадках, коли допуск до роботи не вимагається, розпорядження може бути віддано безпосередньо працівнику, який виконує роботу,

Інформація про закінчення робіт, виконаних за розпорядженням, повідомляється працівникові, який віддав розпорядження, з відповідним записом у журналі.

До робіт на висоті і верхолазних робіт допускаються навчені особи, стан здоров'я яких має відповідати медичним вимогам, встановленим для даних видів робіт («Положення про медичний огляд працівників певних категорій»).

Працівники, які виконують верхолазні роботи, повинні мати відповідний запис в посвідченні про перевірку знань.

До самостійних верхолазних робіт допускаються особи віком не молодші 18 років, які мають стаж верхолазних робіт не менше одного року і кваліфікаційний розряд не нижче четвертого. Робітники, які вперше допускаються до верхолазних робіт, протягом одного року повинні працювати під безпосереднім наглядом досвідчених спеціалістів, призначених наказом керівника підприємства.

Працівники мають бути навчені безпеці праці до початку виконання верхолазних робіт.

Драбини, риштування, помости, кігті, лази та інші пристосування, що застосовуються для виконання робіт на висоті і верхолазних робіт, повинні бути сертифіковані, а також відповідати вимогам «Правил безпеки під час роботи з інструментом і пристроями».

Під час виконання робіт, коли немає можливості закріпити строп запобіжного поясу за конструкцію або опору, слід користуватися страхувальним канатом, що є відповідним до вимог ДСТУ 12.4.107. В цьому разі строп запобіжного паска заводиться за конструкцію, деталь опори тощо. Виконувати цю роботу повинні дві особи, друга особа в міру необхідності попускає чи натягує канат.

Під час роботи на конструкціях, під якими розташовані струмопровідні частини, що перебувають під напругою, ремонтні пристосування і інструмент прив'язуються для запобігання їх падінню. Застосовувати в цих випадках монтерські запобіжні паски зі стропами з металевого ланцюга забороняється.

Подавати деталі на конструкції чи устаткування слід за допомогою «нескінченного» канату. Працівник, який стоїть внизу, повинен утримувати канат для запобігання його розгойдуванню і наближенню до струмопровідних частин.

Працівники, які виконують роботи на висоті або верхолазні роботи, повинні бути в спецодязі, що не заважає рухам. Особистий інструмент слід зберігати в сумці.

Працівники, що здійснюють нагляд за членами бригади, які виконують верхолазні роботи або роботи на висоті, можуть розташовуватися на землі.

Обслуговування освітлювальних пристроїв, розташованих на стелі машинних залів і цехів підприємств, з візків мостового крану слід провадити не менш ніж двома працівниками, один з яких з групою III. Під час виконання робіт з використанням крану ремонтникам має бути виданий наряд-допуск.

5.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) 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;

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

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

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

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.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення (табл. 5.1)[19].

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

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [20]:

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

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

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

5.2.2 Склад повітря робочої зони

В умовах даних робіт можливим забруднювачем являється нетоксичний пил (табл 5.2).

Таблиця 5.2 – Концентрація шкідливих речовин в повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середня добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для видалення шкідливих домішок з повітря у виробничих приміщеннях проектом передбачено застосування вентиляції і кондиціонування повітря [20].

Природню аерацію в теплу пору року можна регулювати за допомогою фрамуг, які встановлюються у віконних проїмах і через витяжні ліхтарі, які встановлюються на даху приміщення – це безканална вентиляція. Більш активна вентиляція забезпечується пристроєм вентиляційних каналів, які споруджуються у стінах приміщення. При цьому для підсилення швидкості руху повітря на виході теплого повітря зовні, а саме на трубі, яка розташовується на даху будівлі, встановлюють спеціальні камери-патрубки.

Природна вентиляція не передбачає підігрів та зволоження повітря, яке поступає у приміщення, і очистка від пилу повітря, яке видаляється на зовні, тому для досягнення максимального рівня вентиляції ще використовують механічну вентиляцію.

5.2.3 Виробниче освітлення

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО при природному та суміщеному освітленні (відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [21], характеристика зорової роботи – дуже високої точності, розряд зорової роботи – II, підрозряд – в) зазначені у табл. 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 приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	в	малий середній великий	світлий середній темний	1500	200	-	4,2

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів).

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».

Основні параметри виробничого шуму на постійних робочих місцях в промислових приміщеннях [22] наведені у табл. 5.4.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні. Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту – «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

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

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

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

5.2.5 Виробнича вібрація

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

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні [23] приведені у табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot s^{-2}$	ДБ	$m \cdot s^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
Загальна	Zo, Yo, Xo	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

5.2.6 Фактори трудового процесу

Фактори трудового процесу визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [14]. Робота оперативно-ремонтного персоналу, що обслуговує електрообладнання системи електропостачання та займається встановленням обладнання дахової сонячної електростанції, потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кґ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кґ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кґ – до 30 кґ; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кґ/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю мязів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни;нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) - більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) - більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності - є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання приватного підприємства “Віор” в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.

Стійкість елементів електроенергетичної інфраструктури в умовах надзвичайних ситуацій є критичною як у мирний, так і у воєнний час з урахуванням їх важливості для функціонування промислового комплексу та забезпечення обороноздатності держави. З метою забезпечення надійності операцій ліній електропередач виявляється необхідність застосування різноманітних захисних пристроїв, враховуючи різні види можливих впливів.

Випадки техногенних явищ, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, можуть негативно вплинути на стійкість роботи обладнання приватного підприємства "ВІОР". Зокрема, серед таких впливів варто відзначити дію іонізуючого випромінювання. Тривала та постійна експозиція радіації на електронну апаратуру при радіоактивному зараженні може спричинити необоротні зміни в електричних параметрах елементів електроніки, що призводить до їх відмови.

У складній структурі електричної частини приватного підприємства "ВІОР" під впливом іонізуючих випромінювань можливі зміни практично всіх електричних та експлуатаційних характеристик, що залежать від прогресу процесів іонізації та порушень у структурі матеріалів. Досвід експлуатації таких систем в умовах радіоактивного випромінювання свідчить про те, що системи можуть миттєво втрачати працездатність при досягненні критичних рівнів радіації, або ж у їх елементах можуть виникати відновлювані зміни при рівнях значно нижчих від критичних.

Серед небезпечних факторів надзвичайних ситуацій особливо значущий є вплив електромагнітного імпульсу (ЕМІ) на обладнання приватного підприємства

"ВІОР". Цей вплив може викликати загоряння чутливих електричних та електронних елементів, а також серйозні відмови в системах контролю. Електромагнітний імпульс проникає через ізоляцію, випалює елементи мікросхем, спричиняє коротке замикання, що в подальшому може призвести до пожеж. Саме тому важливо запобігати впливу цього фактору на обладнання приватного підприємства "ВІОР".

5.3.1 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання приватного підприємства "Віор" умовах дії іонізуючого випромінювання

В галузі електронної апаратури використовуються компоненти, що включають різноманітні матеріали, такі як метали, неорганічні метали (головним чином діелектрики), провідники та різноманітні сполуки (діелектрики, смоли і інше). Зазначені матеріали металів виявляють найвищу чутливість до впливу іонізуючих випромінювань через їх високу концентрацію вільних носіїв заряду.

Експлуатація та функціонування дахової СЕС в умовах іонізуючих випромінювань може призвести до втрат працездатності при визначених рівнях випромінювань. З метою дослідження цього аспекту, проведемо відповідні розрахунки для Сонячної енергосистеми Дахової типу. Отримані дані будемо систематизувати та внесемо до таблиці 5.4.

- 1) Визначаються елементи, від яких залежить функціонування схеми.
- 2) Визначаються граничні значення експозиційних доз, при яких в елементах можуть виникнути зворотні зміни, але елемент ще буде працювати. Дані заносимо в табл. 5.6

Таблиця 5.6 – Максимально допустимі потужні дози гамма випромінювання для електропостачання та дахової СЕС.

№	Елементи блоків системи керування		Дзв _i , P/год	Рзв, P/с
1	Сонячна панель	Risen 440W	10 ⁶	10 ³
2	Інвертор	HUAWEI SUN 2000-100KTL-M2	10 ³	
3	Батареї	EcoFLow Power	10 ⁶	
4	Реле	DIN РНм 316	10 ⁴	
5	транзистори	CD1	10 ⁶	

За критерій стійкості приймається Ддоп – мінімальне значення дози радіоактивного опромінення для всіх елементів.

Після визначення елементів, які можуть вийти з ладу та їх аналізу можна сказати, що в даному випадку найбільш уразливий елемент обладнання ПП «Віор» – інвертор (Дзв=10³ P).

Визначаємо можливу дозу опромінення:

$$D_m = \frac{2P_1(\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{осл}} \quad (5.1)$$

де P₁ – рівень радіації (P₁=5,43 P/год);

K_{осл} – коефіцієнт послаблення (K_{осл}=1);

t_n – час початку опромінення, 1 год;

t_k – максимальна тривалість роботи, 10 років.

Оскільки всі значення відомі, то допустимий час роботи СЕС ТОВ ВАЗ буде таким:

$$D_m = \frac{2 \cdot 5,43(\sqrt{87600} - \sqrt{1})}{1} = 3183.9 \text{ (P)}$$

Оскільки доза опромінення Ддоп < D_m, електрична мережа не відповідає

встановленим стандартам стійкості в роботі. В цьому контексті доцільно розробити комплекс заходів з метою підвищення стійкості роботи обладнання ПП "Віор" в умовах впливу іонізуючого випромінювання. Введення пасивного протирадіаційного екрану для критичних елементів з коефіцієнтом послаблення 2 є обґрунтованим заходом у цьому контексті.

Запропоновані заходи щодо підвищення стійкості роботи електропостачання підприємства від радіаційного впливу можуть включати технічні та організаційні інновації:

- Використання екранувальних матеріалів на обладнанні для мінімізації викидів радіації та запобігання їх виходу за межі пристрою.

- Установка захисних екранів для персоналу з метою зменшення його випадкового опромінення.

- Впровадження систем дистанційного управління для зменшення часу, який працівники проводять біля джерел радіації.

- Встановлення систем моніторингу, які автоматично вимірюють та контролюють рівні радіації в реальному часі.

- Розробка регулярного графіку технічного обслуговування та перевірки обладнання для виявлення можливих відхилень та несправностей.

- Визначення та облаштування зон, де працівники можуть перебувати, забезпечивши їх ізоляцію від джерел радіації.

- Мінімізація часу, який працівники проводять у зонах підвищеного випромінювання.

- Розгляд можливостей використання передових технічних рішень для зменшення радіаційного впливу обладнання.

5.3.2 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання приватного підприємства "Віор" в умовах дії електромагнітного імпульсу.

При проведенні дослідження щодо стійкості роботи обладнання на об'єкті приватного підприємства "ВІОР", виконується комплексний аналіз та оцінка стійкості всіх компонентів, які можуть бути піддані впливу електромагнітного імпульсу (ЕМІ). Забезпечення високого рівня надійності функціонування електротехнічної та електронної апаратури, а також кабельних та повітряних ліній, досягається через використання захисних екранів з високим перехідним затуханням.

Початкові дані: $U_{ж} = 220$ (В) - напруга живлення;

$l_{г} = 1,9$ м – максимальна довжина горизонтальних струмоведучих провідників.

Плати пристроїв як правило розташовані горизонтально. Так як вертикальна складова напруженості електричного поля приблизно на три порядки більша за горизонтальну, подальші розрахунки здійснюємо з врахуванням вертикальної складової.

В якості показника стійкості виступає стійкості безпеки, який визначається за формулою:

$$K_{б(в.г)} = 20 \cdot \log \left(\frac{U_{доп}}{U_{(в.г)}} \right) \geq 40 [дБ] \quad (5.2)$$

де $U_{доп}$ – допустима напруга живлення, В;

$$U_{доп} = U_{ж} + \frac{U_{ж}}{100} \cdot n = 220 + \frac{220}{100} \cdot 10 = 242 \text{ (В)}$$

$$U_{доп} = U_{ж} + \frac{U_{ж}}{100} \cdot n = 12 + \frac{12}{100} \cdot 10 = 13.2 \text{ (В)}$$

(5.3)

де n – допустиме коливання напруги (10%).

Горизонтальна складова напруженості електричного поля:

$$E_T = 10^{-3} \cdot E_{\text{вмакс}} = 11,39 \text{ (В/м)} \quad (5.4)$$

Визначаємо горизонтальну і вертикальну напругу наводки на струмоведучих частинах та відповідні коефіцієнти стійкості для інвертору:

$$U_B = E_T \cdot l_B = 11,39 \cdot 1,9 = 21.641 \text{ (В)} \quad (5.5)$$

$$U_\Gamma = E_T \cdot l_\Gamma = 11,39 \cdot 2,12 = 24.11 \text{ (В)} \quad (5.6)$$

$$K_{\text{б(в,г)}} = 20 \cdot \log\left(\frac{11,39}{21.641}\right) = 5,58$$

$$K_{\text{б(в,г)}} = 20 \cdot \log\left(\frac{11,39}{24.11}\right) = 6,52$$

Для всіх інших блоків розрахунок проводиться аналогічно і результати заносимо в табл. 5.7

Таблиця 5.7 – Дані розрахунку по різним блокам обладнання ГЕС

№	Елементи блоків системи керування	Уж (В)	l_Γ	l_B	$K_{\text{бв}}$	$K_{\text{бг}}$	Стан Блоку
1	Сонячна панель	12	1,9	2,12	5,58	6,52	не стійкий
2	Інвертор	220	0,24	0,42	12,2	7,33	не стійкий
3	Батареї	220	1,2	0,95	17,8	25,9	не стійкий
4	Реле	220	0,12	0,36	18,22	8,68	не стійкий
5	транзистори	220	0,36	0,63	8,67	3,8	не стійкий

Так як $K_{\text{б(в,г)}} < 40 \text{ дБ}$, то апаратура буде не стійка в роботі і тому є потреба проводити екранування.

5.4 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи обладнання ПП «Віор» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.

Оскільки $(D_m=3183 \text{ P}) < (D_{\text{доп}}=1000 \text{ P})$, то елементи обладнання будуть працювати не стійко і не виникатимуть збої, які викликані дією іонізуючого випромінення.

Для того, щоб електрична мережа була стійкою в умовах дії електромагнітного імпульсу, необхідно щоб коефіцієнт стійкості знаходився в межах від 0 до 40 (дБ). Так як $K_b(v, \Gamma) < 40$ (дБ), то апаратура буде не стійка в роботі, а тому необхідне екранування. Розрахуємо перехідне затухання енергії електричного поля екраном та товщини стінок екрану для вакуумного вимикача. Результати розрахунків для інших блоків виконуються аналогічно і представлені в таблиці 5.2

$$A_{\text{екр}} = K_{\text{бмакс}} - K_{\text{бмін}} = 40 - 5,58 = 31,63 \text{ (дБ)} \quad (5.7)$$

$$t = \frac{A_{\text{екр1}}}{k \times \sqrt{f}} = \frac{34,42}{5,2 \times \sqrt{15000}} = 0,05 \text{ (см)} \quad (5.8)$$

де $k=5,2$ (для сталі), $f=15000$ (Гц).

З метою підвищення стійкості роботи обладнання до впливу електромагнітного імпульсу (ЕМІ) рекомендується виконати наступні заходи: встановити захисний екран із сталі, характеризуючийся товщиною стінок не менше 0,03 см, та обладнати входи та виходи пульту управління швидкодіючими пристроями вимкнення. Застосування таких заходів сприяє ефективній роботі релейного захисту та автоматики, а також забезпечує надійність повітряної лінії електропередач під час впливу електромагнітного імпульсу. Розрахуємо та занесемо відповідні данні в табл. 5.8

Таблиця 5.8 – Дані розрахунку захисних екранів по різних блокам

№	Сонячна панель	Асек, (дБ)	t, (см)
1	Інвертор	31,63	0,05
2	Батареї	22,2	0,035
3	Реле	31,32	0,049
4	транзистори	29,77	0,05
5	Сонячна панель	36,2	0,049

З'єднувальні кабелі, забезпечені захистом, прокладаються в земляних траншеях під цементованими або бетонованими підлогами будівель або укладаються в сталеві коробки, які піддаються заземленню. Кабелі також можна розміщувати на поверхні поля, покривши їх заземлюючими швелерами.

З метою підвищення надійності системи рекомендується розгалуження кабелів та їх підведення до кількох шаф з роздільними трансформаторами. У таких системах ізольовані ділянки мережі характеризуються високим опором ізоляції і низькою ємністю проводів щодо землі. Також доцільно використовувати фільтри для вилучення високочастотних перешкод.

Захисний розрядник виконує ключову функцію, розмикаючи лінію або відводячи енергію, щоб запобігти пошкодженню обладнання, яке захищається. Він встановлюється на входи та виходи апаратури. Для додаткового захисту обладнання можуть використовуватися плавкі запобіжники та захисні вхідні пристрої.

5.5 Висновок

У даному розділі магістерської дипломної роботи розглянуті важливі аспекти з охорони праці та цивільного захисту під час впровадження та експлуатації дахової сонячної електростанції для підприємства "Віор" у місті Вінниця. Зокрема, здійснено аналіз факторів, що впливають на оперативно-

ремонтний персонал, а також встановлено заходи забезпечення безпеки та комфорту працівників під час монтажу та обслуговування електрообладнання.

Важливо створити належний температурний режим під час робіт, щоб забезпечити виконання санітарно-гігієнічних норм праці та виробництва продовольчих товарів. Неструмопровідні частини, що можуть опинитися під напругою, повинні бути заземлені для забезпечення безпеки працівників. Досліджено фізичні, хімічні та фактори трудового процесу, такі як мікроклімат, вібрація, шум та інші, що можуть впливати на здоров'я працівників. Взято до уваги важкість та напруженість праці для оптимізації робочих умов. Розглянуті питання електробезпеки та запобігання можливим аварійним ситуаціям під час робіт та експлуатації. Вивчено заходи цивільного захисту та надзвичайних ситуацій для забезпечення безпеки персоналу та об'єкта.

Для оцінки стабільності функціонування системи електропостачання приватного підприємства "Віор" в умовах іонізуючого випромінювання та електромагнітного імпульсу (ЕМІ), було проведено наукове дослідження впливу радіації на електронну апаратуру та електричні системи. Враховуючи також можливий вплив ЕМІ, були розглянуті заходи щодо захисту від цього явища.

Для запобігання негативного впливу іонізуючого випромінювання були запропоновано застосування екранувальних матеріалів на ключових елементах електроніки для мінімізації проникнення радіації. Також використання ізоляційних матеріалів для утворення бар'єрів, які зменшують вплив іонізуючого випромінювання на електронні компоненти.

Одночасно, для запобігання негативного впливу ЕМІ, розглянуті можливості використання захисних пристроїв, таких як екранувальні матеріали та фільтри, що дозволяють зменшити або вилучити небажані електромагнітні перешкоди. Впровадження ефективних заходів електромагнітної сумісності може сприяти забезпеченню надійності та стабільності роботи електричної інфраструктури в умовах впливу ЕМІ.

ВИСНОВКИ

Результатами проведення досліджень у магістерській кваліфікаційній роботі, спрямованій на підвищення ефективності електропостачання Приватного підприємства «Віор» у місті Вінниці за допомогою впровадження дахової сонячної електростанції, були отримані наступні важливі висновки.

У ході дослідження були визначені середні та розрахункові навантаження цехів підприємства за допомогою методу коефіцієнтів використання та попиту. Оптимальний переріз кабельних ліній живлення був обраний на основі цих розрахунків, і підприємство вирішило використовувати дві кабельні лінії марки ААБ з перерізами 25 мм^2 та 10 мм^2 .

У відділі наукових досліджень даної роботи було проведено визначення азимуту кута та висоти сонцестояння, що є критичними параметрами для ефективності сонячних панелей. Здійснено розрахунок потужності сонячних панелей у першому та подальших рядках, враховуючи величину освітленості та кути падіння сонячного випромінювання. Побудовано відповідні графіки, які відображають залежність генерації електроенергії від часу та кутів сонячного випромінювання.

У ході аналізу досліджень було обґрунтовано та доведено, що в умовах впровадження фотоелектричних панелей можливе досягнення оптимального використання сонячної енергії. Встановлено, що фотоелектричні панелі ефективно генерують активну енергію протягом діапазону світлового дня, взаємодіючи із змінами азимутальних та альтитудних параметрів сонця.

Отже, в наведеному науковому викладі визначені параметри та розрахунки не лише стверджують можливість оптимального використання сонячної енергії за умов використання фотоелектричних панелей, але й систематично підкреслюють важливість врахування азимуту та висоти сонцестояння для максимізації ефективності енергогенерації.

Економічний аспект дослідження включав визначення капітальних вкладень, витрат на електроенергію, кількості робітників та собівартості

електроенергії. У результаті були здійснені розрахунки, які визначають ефективність впровадження запропонованих технічних рішень.

Окремий розділ роботи був присвячений питанням охорони праці, що включав в себе аналіз та рекомендації з покращення умов праці та безпеки на підприємстві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Василюк Д. О. Використання фотовольтаїчних панелей для промислових споживачів Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (Вінниця, 2023 р) URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2024/paper/view/19554>.
2. Сонячна енергетика [Електронний ресурс]. URL: https://solars.group/household/?gclid=Cj0KCQjwsp6pBhCfARIsAD3GZubnsA7Z8qflrhj2m_zu2p7Db11f7SaD_wF5tALXSqB_r-aQEnJdZmUaAqaJEALw_wcB.
3. Кожем'яко В.П. Оптимізація проектів будівництва сонячних електростанцій із врахуванням базових техніко-економічних показників / В. П. Кожем'яко, О. Г. Домбровський, В. І. Малиновський // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2015. – № 2. – С. 66–81. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeiet_2015_2_11.
4. Дахові сонячні електростанції в Україні [Електронний ресурс]. URL: <https://avenston.com/articles/roof-pv/>.
5. Дах під СЕС: основні вимоги та шляхи вирішення. [Електронний ресурс]. URL: <https://generacia.energy/zelenyj-tarif/dah-pid-ses/>.
6. Якими є перспективи розвитку сонячної енергії в Україні. Режим доступу: <https://ua-energy.org/uk/posts/yakymy-ie-perspektyvyrozvytku-soniachnoi-enerhii-v-ukraini>.
7. NOAA Solar Calculator Find Sunrise, Sunset, Solar Noon and Solar Position for Any Place on Earth. [Електронний ресурс]. URL: <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>.
8. Як розрахувати відстань між рядами сонячних батарей [Електронний ресурс]. URL: https://avtonom.com.ua/ua/stati/towari_alternativnoy_energetiki/solnechnie_batarei/kak-rascchitat-rasstoianie-mezhdu-rjadami-solnechnyh-batarej.
9. Приватна сонячна електростанція: наскільки це вигідно? [Електронний ресурс]. URL: <https://tyzhden.ua/pryvatna-soniachna-elektrostantsiia-naskilky-tse-vyhidno/>.

10. Окупність приватних сонячних електростанцій. [Електронний ресурс]. URL: <https://nenergy.com.ua/ua/statti/okupnst-privatnih-sonyachnih-elektrostantsy/>

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

12. Як розрахувати відстань між рядами сонячних батарей [Електронний ресурс]. URL: https://avtonom.com.ua/ua/stati/towari_alternativnoy_energetiki/solnechnie_batarei/kak-rascchitat-rasstoianie-mezhdu-rjadami-solnechnyh-batarej.

13. Типи сонячних інверторів. [Електронний ресурс]. URL: <https://avenston.com/articles/types-of-solar-inverters/>.

14. ЩО ТАКЕ СОНЯЧНИЙ ІНВЕРТОР? [Електронний ресурс]. URL: <https://www.beny.com/uk/types-of-inverters-for-solar-panels/>.

15. 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.

16. 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->

17. 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.

18. 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>.

19. [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>.

20. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

21. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

22. 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>.

23. 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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

“ ___ ” _____ 2023р.ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМд.т.н., проф. Бурбело М.Й. _____
“ ___ ” _____ 2023 р.**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Підвищення ефективності електропостачання приватного підприємства «Віор»
міста Вінниці з використанням дахової сонячної електростанції

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Бабенко О.В. _____
(підпис)

Виконавець: студентка гр. ЕСЕ – 22м

Василюк Д.О. _____
(підпис)

Вінниця 2023 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за ___ від ___ . ___ 23.

Дата початку роботи ___ . ___ .23р.

Дата закінчення роботи ___ . ___ .23.

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

а) мета – моделювання дахові СЕС для приватного підприємства «Віор».

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

генплан підприємства; відомості про електричні навантаження цехів; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення, їх віддаленість; основні техніко-економічні показники.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

1. Кожем'яко В.П. Оптимізація проектів будівництва сонячних електростанцій із врахуванням базових техніко-економічних показників / В. П. Кожем'яко, О. Г. Домбровський, В. І. Маліновський // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2015. – № 2. – С. 66–81. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeiet_2015_2_11.

2. NOAA Solar Calculator Find Sunrise, Sunset, Solar Noon and Solar Position for Any Place on Earth. [Електронний ресурс]. URL: <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>.

3. Як розрахувати відстань між рядами сонячних батарей [Електронний ресурс]. URL: https://avtonom.com.ua/ua/stati/towari_alternativnoy_energetiki/solnechnie_batarei/kak-rascchitat-rasstoianie-mezhdu-rjadami-solnechnyh-batarej.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження		
4.2 Проведення дослідних розрахунків		
4.3 Розробка робочих креслень		
4.4 Написання розрахунково– пояснювальної записки і захист магістерської роботи		

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

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

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

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

7. ТЕХНІКО– ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Додаток Б – Вихідні дані

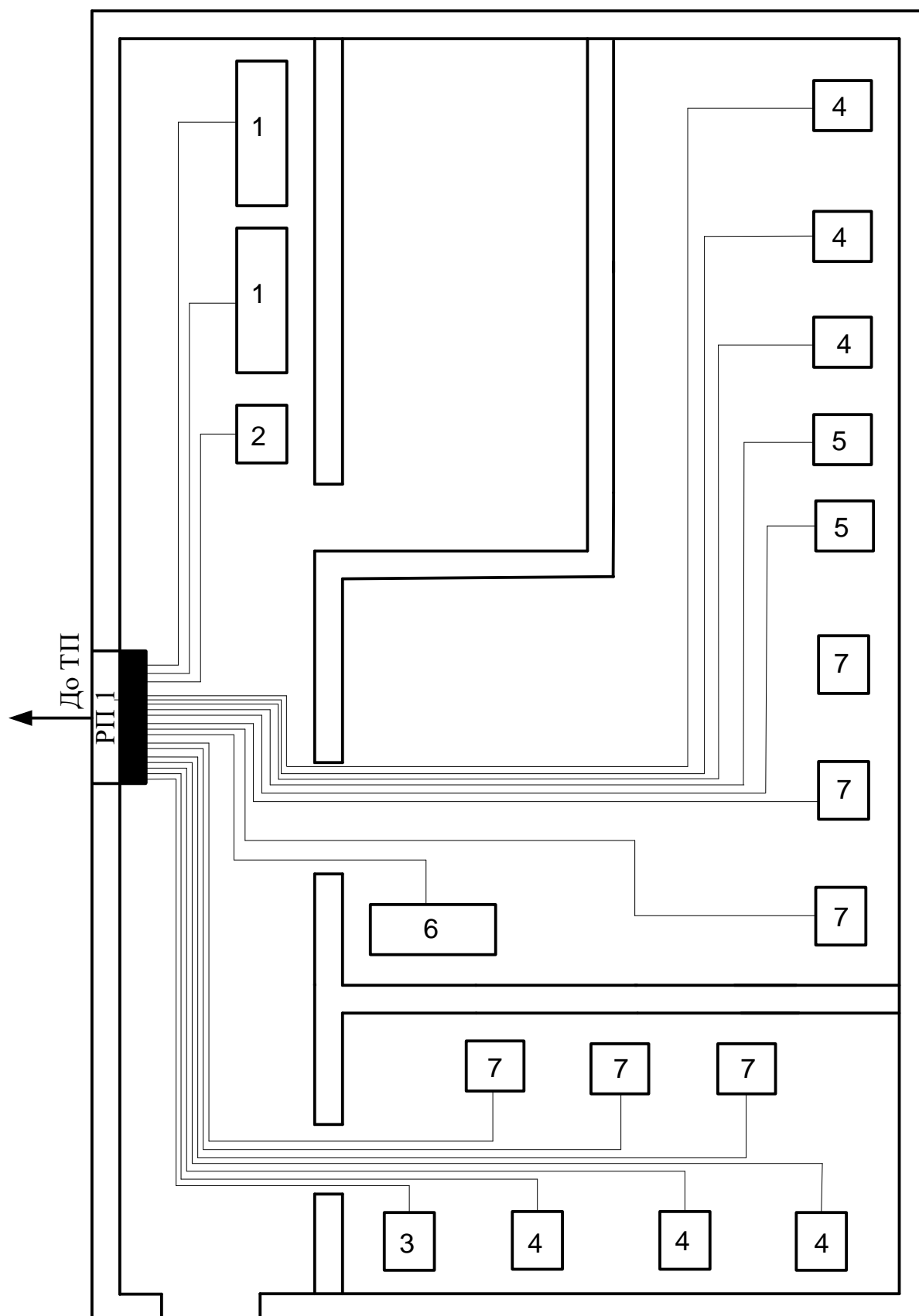


Рисунок Б.1 – Генплан збирального цеху

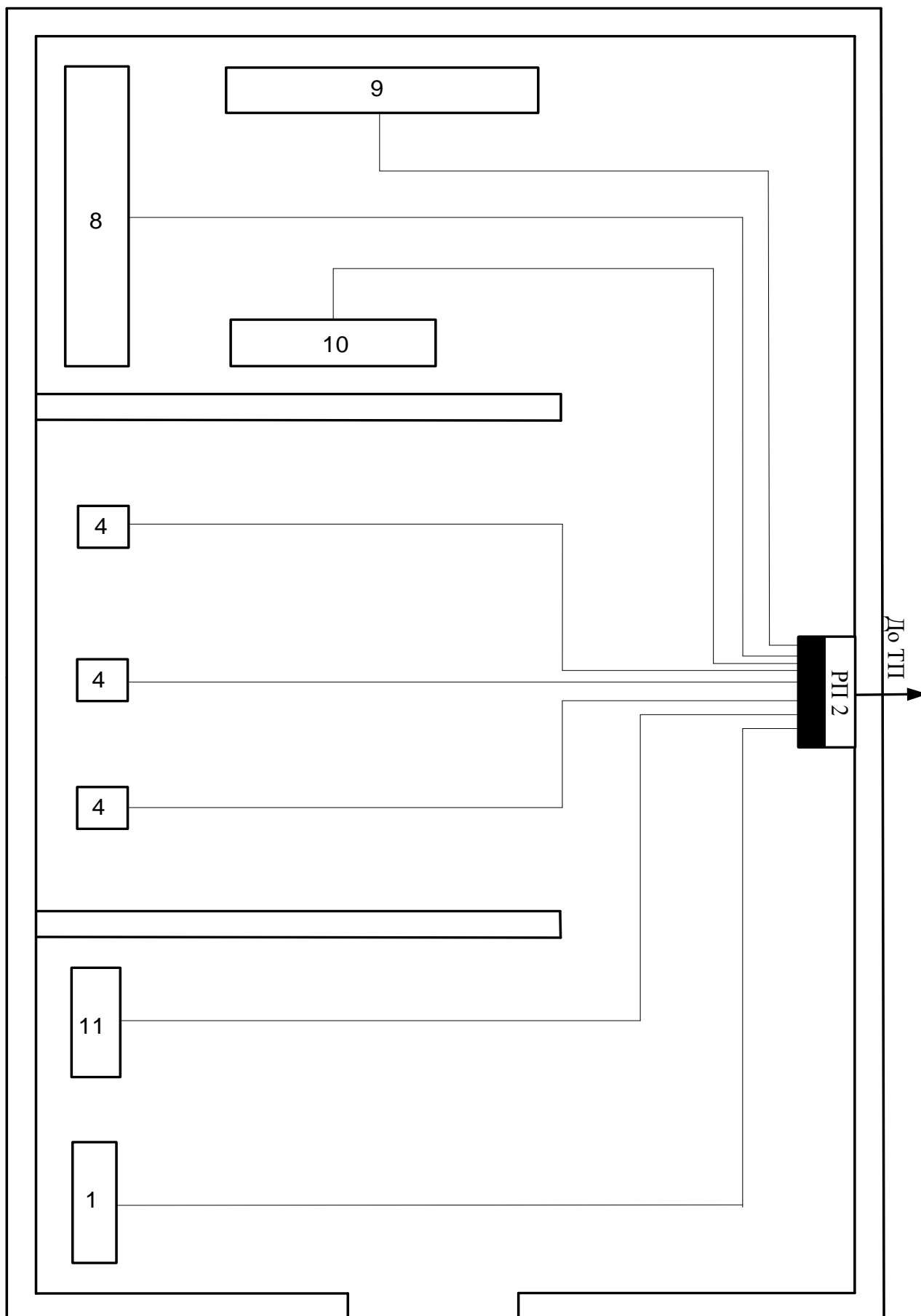


Рисунок Б.2 – Генплан виробничого цеху

№	Найменування цехів	Рн, кВт
1	Свердильний верстат	2,2
2	Шліфувальний верстат	1,5
3	3Д принтер	0,5
4	Компютери	0,5
5	Осцилограф	0,5
6	Електричний прес	5
7	Паяльна станція	0,5
8	Токарний верстат	3
9	Згинальний верстат	2
10	Плоскошліфувальний верстат	1,5
11	Зварювальна машина	5

Рисунок Б.3 – Відомості про електричні навантаження підприємства

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: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

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

Показники звіту подібності Unicheck

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 Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____ Василюк Д.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Бабенко О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток Г

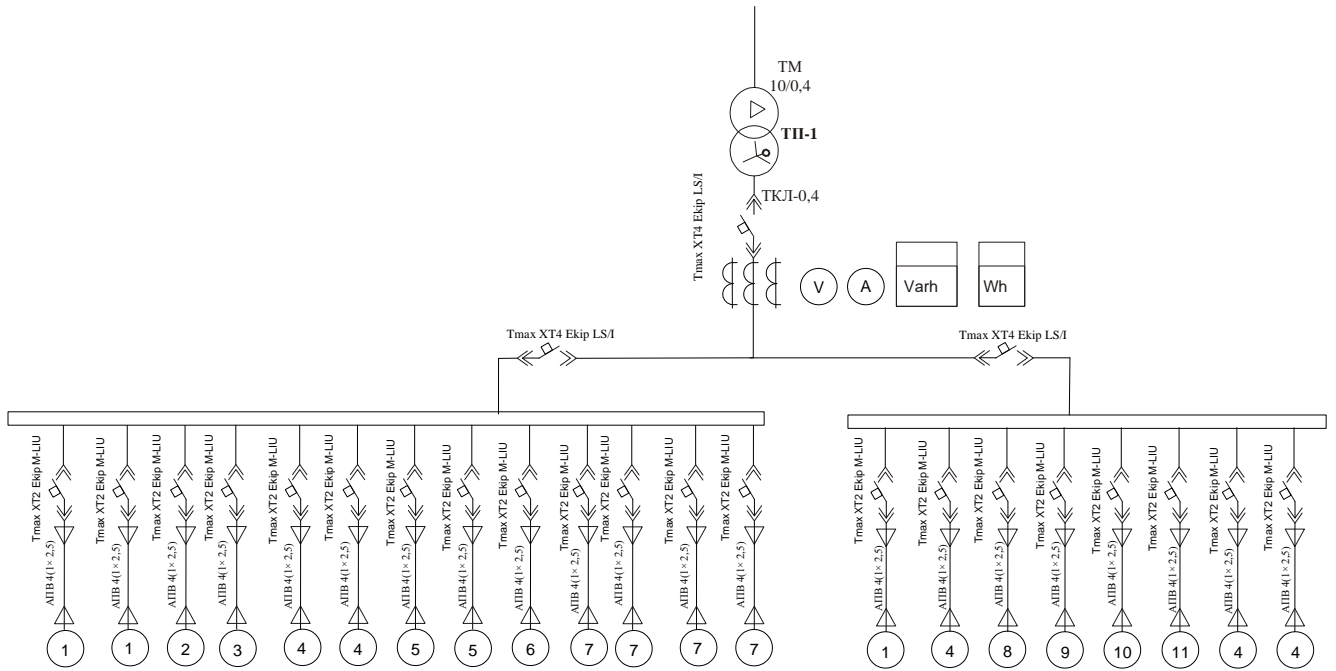


Рисунок Г.1– Однолінійна схема

Додаток Д

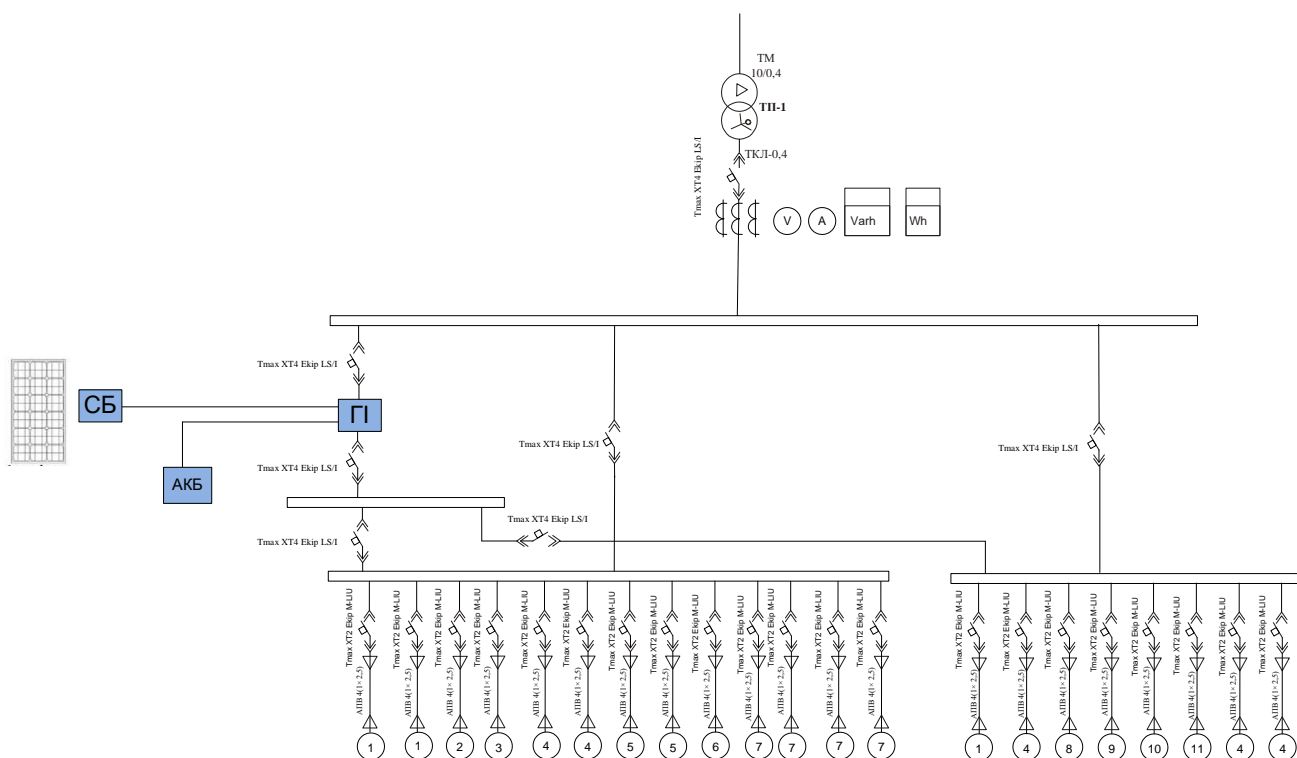


Рисунок Д.1– Однолінійна схема з гібридним інвертором