

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

**Інститут електроенергетики**

(інститут)

**Електротехнічний факультет**

(факультет)

Кафедра **Електроенергетики**

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню**

**магістра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента **Іванущик Катерини Вікторівни**

(ПІБ)

академічної групи **141М-19-3**

(шифр)

спеціальності **141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

за освітньо-професійною програмою

(офіційна назва)

на тему **Розробка децентралізованої системи електропостачання цеху**

(назва за наказом ректора)

**підприємства харчової промисловості**

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Лисенко О.Г.			
розділів:	Лисенко О.Г.			
Технологічний	Лисенко О.Г.			
Спеціальний	Лисенко О.Г.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер				

м. Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
**Електроенергетики**  
(повна назва)

Папаїка Ю.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**

**кваліфікаційної роботи ступеню** магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

**студента** Іванущик К.В. **академічної групи** 141м-19-3  
(прізвище та ініціали) (шифр)

**спеціальності** 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(код і назва спеціальності)

**спеціалізації** \_\_\_\_\_

**за освітньо-професійною програмою** \_\_\_\_\_  
(офіційна назва)

**на тему** Розробка децентралізованої системи електропостачання цеху  
підприємства харчової промисловості

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 20.11.20 № 965-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Аналіз поточного режиму роботи підприємства та визначення потреби у відновлювальних джерелах.	12.10.2020- 01.11.2020
Спеціальний	Вибір основного електрообладнання з урахуванням технологічних потреб .	02.11.2020- 29.11.2020
Економічний	Визначення техніко-економічних показників проекту: капітальних та експлуатаційних витрат, терміну окупності.	30.11.2020- 13.12.2020

**Завдання видано** \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Лисенко О.Г  
(прізвище, ініціали)

**Дата видачі** **24.09.2020**

**Дата подання до екзаменаційної комісії** **17.12.2020**

**Прийнято до виконання** \_\_\_\_\_  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: с., 10 таблиць, 8 рисунки, 8 посилань.

ПРОЕКТУВАННЯ, ДАХОВА СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ,  
ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ МОДУЛІ, ІНВЕРТОРИ.

Тема дипломного проекту: розробка децентралізованої системи електропостачання цеху підприємства харчової промисловості.

Вступна частина описує переваги відновлювальних джерел енергії. У відповідності з завданням було виконано вибір основного обладнання та моделювання роботи системи електропостачання.

Технологічний розділ представляє характеристику підприємства, особливості технологічного виробництва. Наведено характеристику споживачів електричної енергії підприємства "Приватна виробничо-торгівельна фірма "Кріоліт-Дніпро".

У спеціальній частині подані розрахунки електрообладнання, планування розміщення ФЕМ, моделювання роботи СЕС, вибір кабелів та розробка електричних схем з'єднання. Також запропоновані рішення по організації експлуатації сонячної електростанції.

У економічному розділі проведено розрахунки капітальних і експлуатаційних витрат, коштовності обладнання. Проведено розрахунок окупності проекту.

В цілому проект включає оптимізацію електроспоживання підприємства «Кріоліт – Дніпро» за допомогою сонячної електростанції.

## ЗМІСТ

Вступ .....	
1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	
1.1 Характеристика виробництва .....	
1.2 Технологічний процес виробництва .....	
1.3 Характеристика споживачів електроенергії.....	
1.4. Схема електропостачання .....	
2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....	
2.1. Загальні відомості.....	
2.2. Вибір основного електротехнічного обладнання .....	
2.2.1. Фотоелектричні модулі .....	
2.2.2. Електричні інвертори .....	
2.3. Планування розміщення ФЕМ та розрахунок кількості обладнання .....	
2.4. Моделювання роботи СЕС.....	
2.5. Вибір кабелів та розробка електричних схем з'єднання.....	
2.6. Рішення по організації експлуатації СЕС .....	
3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	
3.1 Вступ .....	
3.2.Розрахунок капітальних витрат .....	
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	
3.4.Розрахунок амортизаційних відрахувань .....	
3.5. Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	
3.6. Розрахунок єдиного соціального внеску .....	
3.7. Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж	
3.8. Розрахунок вартості втрат електроенергії.....	
3.9. Розрахунок вартості спожитої електроенергії	
3. 10. Розрахунок інших витрат	
3.11.Визначення річної економії від впровадження наукового-технічного рішення	
3.12. Визначення та аналіз показників економічної ефективності .....	
Висновок .....	
Перелік посилань.....	
Додаток 1.....	

## ВСТУП

Проект було виконано на основі існуючого об'єкту підприємства кондитерської фабрики ТМ «КЛИМ» - «Кріоліт-Дніпро».

Відновлювальні джерела енергії мають різні характеристики та собівартість. Їх використання обмежене природним середовищем, тому розглядаючи об'єкти сонячної енергетики до уваги береться кількість сонячного випромінювання на певних ділянках. Перевагою цього виду енергетики є безшумність, екологічність, відсутність викидів забруднюючих речовин у довкілля та швидкий період окупності. Недоліком є те, що виробництво електроенергії і тепла безпосередньо залежить від інтенсивності сонячного світла.

Існують два види сонячних електростанцій:

- на станціях першого типу (геліоконцентратори) вода нагрівається світлом, яке концентрується за допомогою системи керованих дзеркал;
- станції другого типу представляють батарею фотоелементів (станція проста в конструкції та практично не вимагає обслуговування).

Сьогодні вартість енергії фотоелектричних станцій істотно нижча, ніж геліоконцентраторів, і продовжує знижуватися. Тому фотоелектричні станції займають домінуюче положення по кількості виробленої енергії на ринку. Що дозволяє їх використання для промислового виробництва та господарства.

З економічної точки зору, перевага сонячних систем полягає у відсутності використання будь-яких видів палива, а з технічної точки зору - у відсутності рухомих частин, які шумлять і швидко зношуються. Немає необхідності в проведенні технічного обслуговування встановлених систем для підтримки їх працездатності.

У відповідності з завданням на дипломне проектування виконаний вибір основного електротехнічного обладнання, планування розміщення

ФЕМ та розрахунок кількості обладнання, моделювання роботи СЕС, вибір кабелів та розробка електричних схем з'єднання, запропоновані рішення по організації експлуатації СЕС.

Підприємство розташовано за адресою: м. Дніпро, вул. Океанська, 4

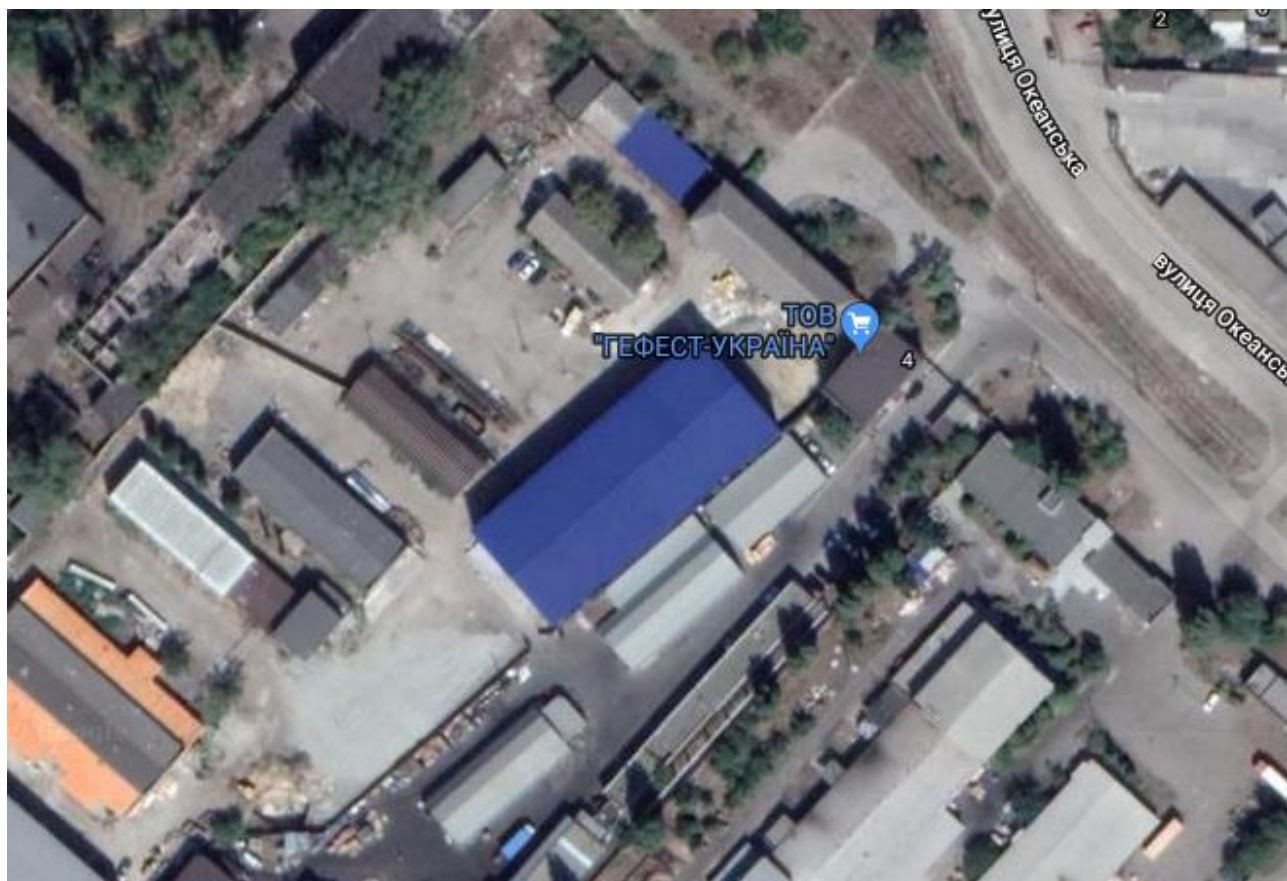


Рисунок 1.1. – Розміщення виробництва

# **1.ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

### **1.1. Характеристика виробництва**

Компанія ЧП "Кріоліт-Дніпро" існує на ринку України з 1995 року. З 1999 року було відкрито напрямок по виготовленню кондитерських виробів. На початку 2002 року було зареєстровано торгову марку "Клим".

Підприємство виробляє свою продукцію на сучасному обладнанні виробництва Італія, Чехія, Німеччина.

Вся продукція, яка виготовляється на підприємстві, проходить перевірку показників якості та безпеки і не містить ГМО. Продукція має сертифікати якості та висновки державної санітарно-епідеміологічного експертизи, які підтверджують повну безпеку для споживача.

Серед асортименту компанії слід відзначити наявність здобного печива, яке виготовляється за спеціальною рецептурою, без додавання розпушувачів.

Продукція компанії експортується в Ізраїль, Молдову, Естонію, Німеччину, Великобританію, Голландію. Компанія постійно розширює ринки збуту продукції, тому підприємство швидко розвивається і нарощує темпи виробництва.

Фахівцями підприємства постійно ведеться робота по розширенню асортименту продукції з урахуванням ринкових вимог, удосконалення пакувальних матеріалів і дизайну.

Представлені на ринку кондитерські вироби виготовлені за найсучаснішими технологіями. Експлуатація сучасного високопродуктивного обладнання, чітке дотримання технології виробництва, використання виключно високоякісних матеріалів і сировини, яка не містить ГМО, є запорукою головних переваг продукції компанії "Кріоліт-Дніпро".



## **1.2. Технологічний процес виробництва**

Виробництво кондитерських виробів здійснюється на висококомеханізованих потокових лініях, багато станцій які повністю механізовані, а їх робота управляється за допомогою електронно-обчислювальних машин.

Важливе місце у виконанні планів нарощування обсягів виробництва займає раціональне використання електроенергетичних ресурсів та сировини, економія дефіцитних видів сировини, зниження цукроємних виробів.

Всі кондитерські вироби класифікуються на дві великі групи:

I. Цукристі (до них відносяться карамель, цукерки, мармелад, пастила, ірис, драже, халва, шоколад).

II. Борошняні (до них відносяться пряники, печиво (цукрове, зтяжне, здобне), галети, крекери, вафлі, кекси, торти, рулети, тістечка).

Класифікація кондитерських виробів, за фізичним станом цукру в них:

- в аморфному або твердому стані: льодяникова карамель, грильяж, ірисний маса (тверда або напівтверда), карамель для халви;

- у вигляді дрібних кристаликів, які знаходяться в насиченому розчині сахарози: помада звичайна або молочна, помада крем-брюле, тиражений ірис, лікерні або лікero-молочні маси;

- у вигляді органонолей: фруктово-ягідні начинки, медова і лікерна начинки;

- у вигляді органонолей, що переходять в гель: мармелад, пат, маса для рахат-лукум;

- у вигляді гелю, що знаходиться в піні: маса для пастили, зефіру і суфле;

- у вигляді суспензії: шоколадні маси, цукеркові глазури, праліне, горіхово-марципанові маси, олійно-цукрові начинки;

- цукор, який є складовою частиною емульсії: емульсія для печива, вершковий і заварний креми, безе;

- цукор, яка є прибутковим складовою частиною тіста: заварне, цукрове, здобне, вафельний, пряничное, бісквітне тісто.

За кількістю використовуваних кондитерських мас при їх виробництві все кондитерські вироби діляться на:

- прості, що складаються з однієї кондитерської маси: льодяникова карамель, литий ірис, фруктовий мармелад, плитковий шоколад, пастила, зефір біло-рожевий, печиво;

- складні, що складаються з двох і більше кондитерських мас: карамель з фруктово-ягідної начинкою, цукерки, глазуровані шоколадною глазур'ю, цукерки типу асорті, вафлі.

Завдання, які стоять перед кондитерською галуззю:

1. Найбільш швидке технічне переоснащення виробництва, створення і впровадження нової техніки і прогресивної технології.

2. Застосування комп'ютеризованих високопродуктивних, автоматизованих потокових ліній.

3. Збільшення термінів придатності кондитерських виробів за рахунок підвищення вимог до якості сировини, вдосконалення технологій, обладнання, підвищення якості пакувальних матеріалів, вдосконалення способів зв'язки і упаковки.

4. Значне підвищення вироблення загорнутих і упакованих виробів.

5. Освоєння технологій кондитерських виробів профілактичного призначення з БАД.

6. Розширення асортименту і збільшення обсягів вироблення діабетичних кондитерських виробів

### 1.3. Характеристика споживачів електроенергії

В даному дипломному проєкті використовується різноманітне електрообладнання.

Електрообладнанням називається, сукупність електротехнічних приладів або виробів. Електрообладнання у даному проєкті має відповідну назву, наприклад : електрообладнання верстата, електрообладнання крана і т.д.

Розрізняють різні номінальні режими роботи силового обладнання:

1. довготривалий;
2. короткочасний;
3. повторно-короткочасний;
4. повторно-короткочасний з частими запусками і електричним гальмуванням;
5. змінний;
6. змінний з частими реверсами;
7. змінний з двома, або більше частотами обертання.

Силове електрообладнання даного цеху працює за трьома основними режимами роботи:

- довготривалий, в якому електричні машини можуть працювати довгий час, і перевищення температури окремих частин машини не виходить за встановлені рамки;

- короткочасний, при якому робочий період не настільки довгий, щоб температура окремих частин машини могла досягнути встановленого значення, період зупинки машини настільки довгий, що машина встигає охолонути до температури зовнішнього середовища;

- повторно-короткочасний, характеризується коефіцієнтом тривалості включення (%)  $TB=(t_p/t_p+t_0)*100$ .

По забезпеченню надійності електропостачання, характеру та важкості наслідків від перерви електропостачання споживачі діляться на три категорії.

Споживачі I категорії - це споживачі, перерва електропостачання котрих може призвести до значних збитків підприємства, небезпеки життя працюючих робітників, масовий брак продукції, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства. Споживачі I категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних джерел живлення і перерва в їх електропостачанні при аварії на одному з джерел живлення може бути допущена лише на час автоматичного вмикання резерву.

Споживачі II категорії - це споживачі, перерва в електропостачанні котрих приводить до масового недоотпуску продукції, до масового простою робочих, механізмів, промислового транспорту, порушенню нормальної діяльності значного числа міських і сільських жителів. Електроспоживачів II категорії рекомендується забезпечувати електроенергією від двох незалежних взаєморезервованих джерел живлення. Для електроспоживачів II категорії при порушенні електропостачання одного джерела живлення допустима перерва електропостачання на час, необхідний для вмикання резервного живлення діями чергового персоналу або виїздною оперативною бригадою.

Споживачі III категорії - це всі останні споживачі, які не підходять під визначення I та II категорії. До них можна віднести споживачі у допоміжних цехах, в цехах несерійного виробництва. Для електропостачання споживачів III категорії достатньо одного джерела живлення за умовою, що перерва електропостачання, необхідні для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищує однієї доби.

1.4. Схема електропостачання

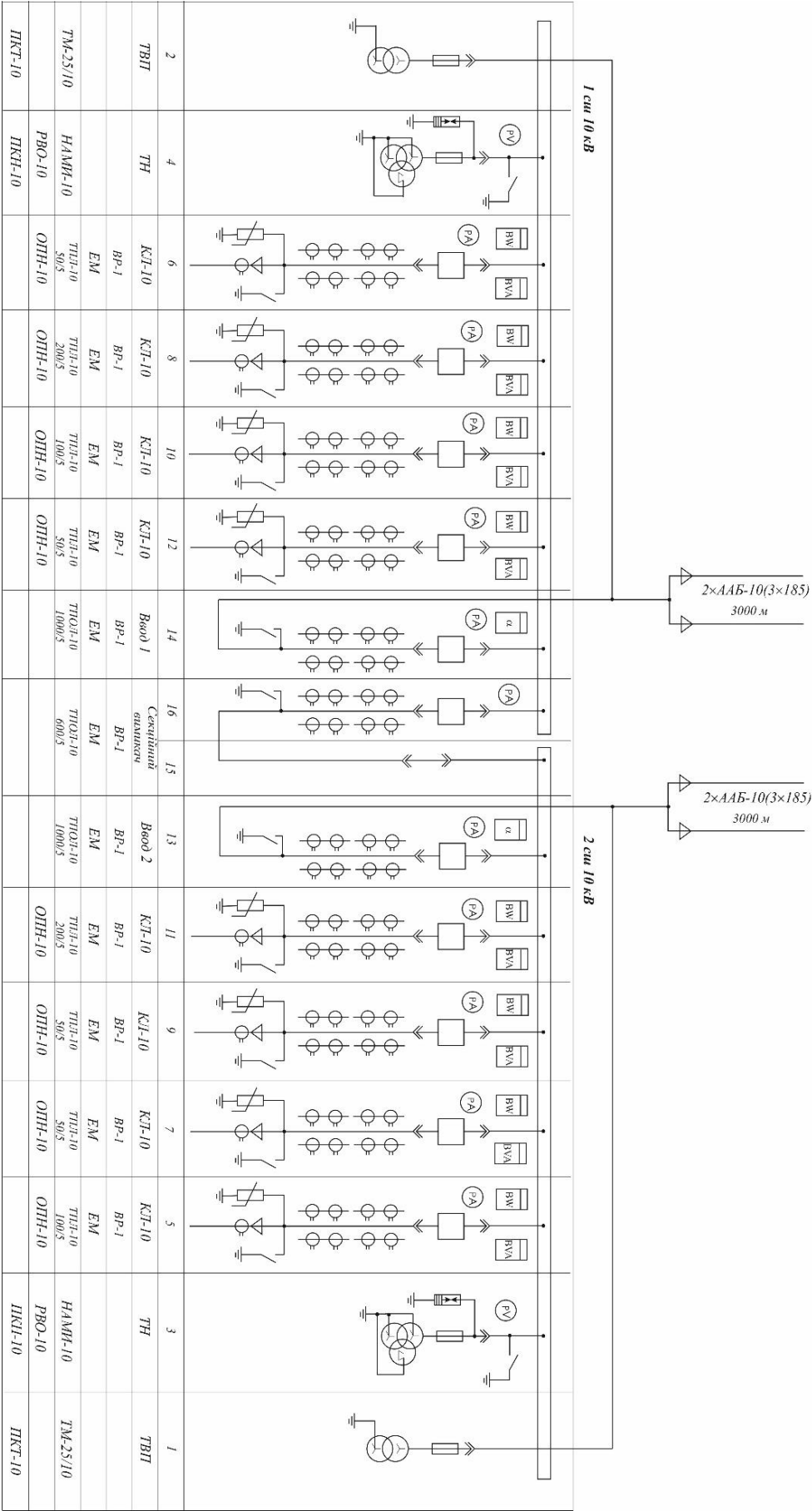


Рисунок 1.3. – Схема електропостачання

### **1.5. Небезпечні та шкідливі виробничі чинники.**

Монтаж, експлуатація і технічне обслуговування системи на основі сонячних батарей вимагає відповідного рівня технічних знань. Будь-яка робота з системою повинна виконуватися тільки з дотриманням правил техніки безпеки при електромонтажних та налагоджувальних роботах.

Сонячні батареї виробляють електрику, кілька з'єднаних між собою сонячних батарей можуть генерувати високу напругу. Так як сонячні батареї, встановлені на даху будівель, мають прямий контакт з атмосферними факторами, є небезпека виникнення коротких замикань. А також установка систем на даху може вплинути на пожежну безпеку будівлі.

Також необхідно враховувати небезпеку при монтажі та експлуатації інших компонентів системи. При роботі з акумуляторними батареями серйозну небезпеку становлять сірчана кислота, свинець який виділяється при зарядці акумуляторів, водень, змішуючись з киснем повітря, утворює надзвичайно вибухонебезпечний горючий газ. Робота інверторів супроводжується їх нагріванням, що внаслідок може спричинити займання та пожежі.

### **1.6. Інженерно-технічні заходи з охорони праці**

Умови експлуатації електрообладнання у кондитерському виробництві належать до особливо небезпечних, що пов'язано з підвищенням виділення пилу, пари і газів. Все це ускладнює боротьбу з електротравматизмом.

Небезпека ураження тим більша, чим більший струм проходить через людину, але крім цього, впливають тривалість проходження струму, його вид і частота.

Заходи електробезпеки, на діючих електроустановках поділяються на організаційні та технічні.

До організаційних належать призначення осіб, відповідальних за організацію і проведення робіт; оформлення наряду й розпорядження на виконання робіт, організація нагляду за проведенням робіт; оформлення закінчення роботи, перерв у роботі, переводу на інше робоче місце.

Для дотримання безпеки праці на діючих електроустановках треба виконувати такі технічні заходи:

- роботи з наряду не менш як двома особами із застосуванням безпечних умов використання механізмів і обладнання;
- огородити робоче місце й встановити попереджувальні знаки безпеки;
- відключити установки від джерела електроенергії під час проведення робіт із зняттям напруги.

Для забезпечення безпеки виконання робіт на електроустановках зі знятою напругою або поблизу діючих електроустановок необхідно виконувати в суворій послідовності наступні технічні заходи:

- відключити електроустановки від джерела живлення;
- вжити заходи, що запобігають ввімкненню комутаційної апаратури;
- встановити знаки безпеки, загородити розташовані відкриті струмоведучі частини, до яких може торкнутися людина або наблизитися на небезпечну відстань;
- накласти тимчасові переносні заземлення;
- загородити робоче місце, встановити попереджувальні знаки безпеки.

Пристрій вирівнювання електричних потенціалів повинен бути виконаний так, щоб напруга доторкання і напруга струму для людини не перевищувала 24В. Пристрій встановлюють між ділянками підлоги, на якій знаходяться люди, металоконструкціями, що можуть стати електричним потенціалом.

Кондитерський цех за ступенем небезпеки ураження електричним струмом відноситься до особливо небезпечних. У таких приміщеннях забороняється працювати на струмопровідних частинах, які знаходяться під напругою.

Вимикачі й запобіжники слід розміщувати в сусідніх з вологими, сухих приміщеннях, а кнопку керування пусковою апаратурою потрібно встановлювати біля робочих місць.

Згідно з ПУЕ і ПТБ установки комплектуються захисними плакатами. Крім цього, необхідно ще забезпечити робітників індивідуальними засобами захисту для небезпечної роботи.

Для створення сприятливих умов праці виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- Освітлення на робочому місці повинне відповідати характеру виконуваної роботи;
- Яскравість на робочій поверхні і в межах навколишнього простору повинна розподілятися по можливості рівномірно;
- Різкі тіні на робочій поверхні повинні бути відсутні;
- Освітлення повинне забезпечувати необхідний спектральний склад світла для правильної передачі кольору;
- Система освітлення не повинна бути джерелом інших шкідливих чинників, а також повинна бути електро- і пожежної.

Штучне освітлення застосовується при відсутності або недостатності природного освітлення, здійснюється шляхом використання таких джерел світла як лампи розжарювання, газорозрядні лампи, плоскі і щілинні світлопроводи.

Штучне освітлення ділять по типу системи освітлення:

- місцеве - концентрується світловий потік безпосередньо на робочих місцях;
- загальна, яке ділиться на рівномірний і локалізоване;
- комбіноване - поєднання загального та місцевого освітлень.



Штучне освітлення підрозділяється також на:

- аварійне, яке застосовується при раптовому відключенні робочого освітлення (5% від загального освітлення);
- робоче - освітлення у всіх приміщеннях і на території, для створення умов нормальної роботи;
- евакуаційне - передбачається в місцях, небезпечних для проходу людей ( $\geq 0.5$  лк - освітленість в будівлях, 0.2 лк - поза ними).

Для штучного освітлення внутрішньої території кожного цеху слід використовувати головним чином люмінесцентні лампи, у яких висока світлова віддача (до 75 лм / Вт і більше), тривалий термін служби (до 10000 ч), мала яскравість світної поверхні, близький до природного, спектральний склад вихідного світла, що забезпечує потрібну передачу кольору. Так само треба не забувати і недоліки цих ламп: часта пульсація світлового випромінювання, необхідність застосування спеціальної пускорегулювальної апаратури, складність їх утилізації через наявність в лампах парів ртуті.

### **1.7. Пожежна профілактика.**

Вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки при експлуатації будівель і приміщень встановлюються відповідними нормативними документами системи стандартизації та нормування в будівництві, а також нормативно-правовими актами з питань пожежної безпеки.

Для запобігання появи спалахів і пожеж, необхідно встановити автоматичні установки пожежогасіння (АУП) та автоматичні установки пожежної сигналізації (АУПС).

З будинку, з кожного поверху і з приміщення слід передбачати неменше двох евакуаційних виходів. Висота і ширина в просвіті евакуаційних виходів (дверей) для будинків різного призначення

встановлюється відповідними НД. При цьому висота цих виходів повинна бути не менше ніж 2,0 м, а ширина - 0,8 м.

Для гасіння пожежі використовуються: вода, хімічна і повітряно-механічна піна, негорючі гази, тверді вогнегасні порошки, спеціальні хімічні речовини і сполуки.

Вода не використовується при гасінні електричних установок, що знаходяться під напругою, оскільки при цьому виникає небезпека ураження людини, який виробляє гасіння, електричним струмом, а також при гасінні карбіду кальцію через вибух виділяється при цьому ацетилену. Зазвичай при гасінні пожежі подачу води на вогнище полум'я здійснюється у вигляді компактних струменів під тиском.

Пожежні крани розміщуються так, щоб забезпечувалося зіткнення компактних струменів від двох суміжних кранів в найбільш високою і найбільш віддаленій точці будівлі, що обслуговується цими кранами.

Для гасіння загоряння водою в системі автоматичного пожежогасіння використовуються пристрої спринклери і дренчери.

Необхідно передбачити наявність вогнегасників для конкретної споруди. Приміщення повинні бути оснащені порошковими вогнегасниками на 5 літрів класу Д, при цьому їх кількість не повинна бути менше двох.

При гасінні пожежі порошковими вогнегасниками, необхідно враховувати можливість утворення високої запиленості і зниження видимості вогнища пожежі (особливо в приміщенні невеликого обсягу) в Внаслідок освіти порошкового хмари.

При гасінні електрообладнання за допомогою газових або порошкових вогнегасників необхідно дотримуватися безпечну відстань (не менше 1 м) від розпилює сопла і корпусу вогнегасника до струмопровідних частин.

## **2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ**

## 2.1. Загальні відомості

Метою проекту є розширення функціонального призначення будівель за адресою вул. Океанська, 4, м. Дніпро. В результаті робіт, що будуть проведені по монтажу фотоелектричного обладнання, з'явиться можливість виробляти електричну енергію з енергії сонячної радіації. Дах будівель буде використовуватися як основа під фотоелектричну станцію для максимальної ефективності виробництва електричної енергії.

Фотоелектричні модулі будуть встановлені на існуючому скаті будівлі з кутом 6 градусів.

Площа ділянки даху, відведеної для розміщення генеруючої електростанції на сонячних панелях, становить 1579 м<sup>2</sup>.

Будівля розташована на території зі звичайними геофізичними, кліматичними та інженерно-геологічними умовами.

Клімат району помірно-континентальний. Літо спекотне, сухе; зима – з частими відлигами. Середньорічна температура повітря складає +7,5°C при абсолютній максимальній в липні (+40°C) та абсолютній мінімальній в січні (-20°C). Середньорічна кількість опадів складає 475 мм. В окремі посушливі роки кількість опадів зменшується до 250 мм. Дощові води витрачаються, головним чином, на інфільтрацію та поверхневий стік. Переважний напрямок вітру – північно-західний, в зимовий період – східний.

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів складає 1,1 м.

Територія відноситься до I кліматичного району.

Панелі будуть розміщені на покрівлі конструкцій. Інвертори та розподільний щит на стіні будівлі складу.

Основна напруга видачі потужності СЕС складає 0,4 кВ.

Кабелі постійного струму від фотостолів до інвертора прокладаються в дротовому лотку закритому кришкою по покрівлі. Переріз жил кабелю вибрано по втраті напруги виходячи з стартової напруги MPPT контролера інвертора.

Кабелі змінного струму від інверторів до РЩ прокладаються в дратовому лотку закритому кришкою по стіні складу.

Всі металеві частини електроустаткування, які унаслідок порушення ізоляції можуть опинитися під напругою, підлягають заземленню.

Для запобігання імпульсних перенапруг, викликаних прямим або непрямым ударом блискавки в проєкті застосовані ПЗІП на вводі в РЩ та ПЗІП як опція до інвертора.

Контур заземлення складається з 4-х вертикальних заземлювачів зі сталі круглої  $\varnothing 16$  мм довжиною 5 м і шини заземлення зі штаби сталевий 40x4 мм довжиною 17 м і з'єднується з шафою РЩ. Опір заземлюючого пристрою повинен бути не більше 4 Ом у будь-який час року.

Нульовий робочий і нульовий захисний провідник не слід приєднувати на один контакт.

Для виконання моніторингу СЕС інвертори об'єднуються в локальну мережу EtherNet підключену до встановленого контролеру (SMA Data Manager M) який в свою чергу приєднаний до глобальної мережі інтернет таким чином забезпечується доступ через мережу інтернет до встановленого обладнання.

Для забезпечення прогнозу графіку роботи СЕС на 4-24-48 годин використовується спеціалізоване програмне забезпечення, що у своєму алгоритмі має декілька статистичних та аналітичних математичних моделей для прогнозування роботи станції.

## 2.2. Вибір основного електротехнічного обладнання

### 2.2.1. Фотоелектричні модулі

Основне електроенергетичне обладнання що обирається - теллурид кадмієві CdTe сонячні модулі моделі First Solar FS-4. Зазначені модулі перетворюють сонячну енергію в електричну.

Фотоелектричні CdTe модулі, моделі First Solar FS-4 відповідають вимогам IEC 61730, IEC 61215, IEC 61701, IEC 62716 і UL 1703. Технічна характеристика модулів наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічні параметри модулів

Електричні параметри ФЕМ при стандартних умовах випробувань					Розміри			Маса, не більше, кг
					Довжина , мм, ±1 мм	Ширина, мм, ±1 мм	Товщина, мм, ±1 мм	
довідкові значення				Pном, Вт				
Uн, В	Iн, А	Uхх, В	Iкз, А					
не менше								
70,1	1,68	88,1	7,83	117,5	1200	600	6,8	12

ФЕМ призначені для використання в загальносвітовому кліматичному виконанні (О, WW), який об'єднує всі типи макрокліматів, крім антарктичного холодного (АХЛ, АС) і морських (М і ТМ, М і ТГМ). Кліматичні вимоги по ГОСТ 15150, а впливу на вироби з ГОСТ 20.57.406, в тому числі, вимоги відповідно до стандартів IEC 61215 \*, IEC 60721-3 \*:

- Мінімальна робоча температура середовища мінус 40° С;
- Максимальна робоча температура середовища 85° С;
- зміни температури середовища від мінус 40 до 85° С;
- відносна вологість (85  $\pm$  3)% при температурі 85° С.

ФЕМ пожежо - і вибухобезпечні, не виділяють в навколишнє середовище шкідливих речовин. Ніяких обмежень за умовами зберігання, використання та впливу на навколишнє середовища немає.

Допустимі рівні електромагнітних випромінювань і радіочастот відповідно до ГОСТ 12.1.006.

Фотоелектричні модулі розроблені з метою тривалої експлуатації і з мінімальним обслуговуванням на цей період. Періодичні випробування проводять по ДСТУ 8282:2015. Обслуговування модулів здебільшого зводиться до їх огляду на випадок виникнення візуальних дефектів модулю. Але перед встановленням модулів слід уважно ознайомитися із загальними положеннями керівництва по встановленню і експлуатації модулів, дотримання яких забезпечує гарантійний термін експлуатації.

Модулі моделі First Solar FS-4, упаковані відповідно до вимог ТУ, можуть транспортуватися на будь-які відстані, будь-яким транспортом в умовах встановлених ГОСТ 15150 при дотриманні правил перевезень діючих на конкретному типі транспорту.

Продукція компанії First Solar, США характеризується високими експлуатаційними показниками. Згідно технічних умов на виготовлення модулів моделі First Solar FS-4 гарантована вихідна потужність спадає лінійно не більше як на 14 відсотків протягом 25 років. Модулі моделі First Solar FS-4 сертифіковані згідно Європейським стандартам, сертифікати IEC 61730, IEC 61215.

### **2.2.2. Електричні інвертори**

Для прийому струму від сонячних модулів використовуються електричні інвертори моделі STP 25000TL-30 виробництва компанії SMA SOLAR TECHNOLOGY AG, ФРН. Інвертори використовуються для з'єднання фотоелектричних модулів з мережею шляхом перетворення постійного струму сонячних батарей в перемінний струм мережі. Кожен інвертор має власний керуючий мікропроцесор з можливістю віддалено зчитувати і задавати основні параметри інвертора. Таким чином їх особливістю є фактична автономність кожного інвертора з можливістю

централізованого управління, моніторингу та контролю від центрального комп'ютера системи управління.

Живлення внутрішніх систем інвертора забезпечується від фотоелектричних модулів.

У проекті використовується інвертори моделі STP25000TL-30 у варіанті виготовлення з вузлом захисту від перевантаження категорії II, захищає інвертор від надлишкового вхідної напруги і забезпечує захист від ураження блискавкою.

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики інвертора

Характеристика	Значення
Кількість фаз	Три
Макс. вхідна потужність постійного струму	25550 Вт
Макс. вхідна напруга	1000 В
Діапазон напруги МРРТ трекерів	390-800 В
Номінальна вхідна напруга	600 В
Мін. вхідна напруга / пусковий напруга	150 В/188 В
Макс. вхідний струм для МРРТ 1 / МРРТ 2 трекерів	33 А/33 А
Кількість МРРТ трекерів	2 шт
Номінальна вихідна потужність змінного струму	25000 Вт
Макс. повна потужність	25000 ВА
Номінальна вихідна напруга змінного струму	3 / N / PE; 220 / 380 В 3 / N / PE; 230 / 400 В 3 / N / PE; 240 / 415 В
Діапазон вихідної напруги	180-280 В
Вихідна частота змінного струму	50/60 ± 5 Гц
Номінальна частота мережі / номінальну напругу мережі	50 Гц / 230 В
Нічне споживання	1 Вт
Макс. вихідний струм / номінальний вихідний струм	36.2 А/ 36.2 А



Коефіцієнт потужності	1
Макс. ККД	98.3 %
Габаритні розміри (ШхВхГ)	665 / 690 / 265 мм
Вага	61 кг
Робочий температурний діапазон	-25...60°C
Рівень шуму	<51 Дб
Ступінь захисту	IP65

Інвертор відстежує показники централізованої електричної мережі. Інвертор має також великий ряд захисних пристроїв: від КЗ в мережі змінного струму, від замикань на землю, від перевантажень в мережі постійного струму, а також від зворотних струмів в фотоелектричних модулях. До того ж інвертор реєструє, аналізує і запам'ятовує вхідні дані з кожного стрингу фотоелектричних модулів і видає стабілізовану з точки зору частоти і напруги електричну енергію для трансформаторів. Інвертор влаштовано спеціальним програмним забезпеченням, яке дозволяє не тільки спостерігати і реєструвати, а й автоматично вибирати режими роботи в залежності від умов сонячного випромінювання і стану централізованої електричної мережі.

Для забезпечення прогнозу графіку роботи СЕС на 4-24-48 годин використовується спеціалізоване програмне забезпечення, що у своєму алгоритмі має декілька статистичних та аналітичних математичних моделей для прогнозування роботи станції.

### **2.3. Планування розміщення ФЕМ та розрахунок кількості обладнання**

Для планування розміщення ФЕМ використовується план даху будівлі.

Оскільки дах двохскатний, було виконане моделювання роботи СЕС з розміщенням ФЕМ на одному та двох скатах даху.

За результатами моделювання був обраний варіант з розміщенням ФЕМ на південно-східному скаті як більш економічно доцільний.

Після цього, проводимо розстановку ФЕМ на даху, з розміщення лотків для прокладання кабелів.

Схема розміщення ФЕМ наведена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1. – Розміщення ФЕМ

Таким чином, до складу даного об'єкту входять наступні споруди, будівлі і системи:

- Основне електроенергетичне обладнання - CdTe сонячні модулі моделі First Solar FS-4 потужністю 117,5 Вт в кількості - 952 штук;
- Електричні інвертори моделі Sunny Tripower STP 25000 TL-30 виробництва компанії «SMA Solar Technology AG», Німеччина, в кількості 4 штуки;
- Внутрішньо майданчикові мережі постійного струму напругою до 1,0 кВ і змінного струму напругою до 0,4 кВ;
- Кабельні лінії напругою 0,4 кВ та 10 кВ;
- Металоконструкції, змонтовані на дахах будівель;
- Комплектна трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ потужністю 1000 кВА – 1 шт.;
- Розподільний пристрій 10 кВ – 1шт;

- Система моніторингу на базі Data Manager.

## **2.4. Електротехнічні рішення**

Мережі постійного струму та мережі 0,4 кВ генерованих потужностей.

### **Загальні дані.**

Електрична енергія постійного струму, що виробляється сонячними модулями з сонячного випромінювання, надходить до інверторів, де перетворюється в електричну енергію змінного струму напругою 0,4 кВ. Електрична енергія напругою 0,4 кВ надходить до ГРЩ, де розподілюється між споживачами електричної енергії цеху.

Фотоелектричні панелі, номінальною потужністю 425 Вт (максимум) ланцюгами з'єднані в групи (string). Групи підключаються за прикладеною схемою до інвертора FRONIUS ECO 27.0-3-S потужністю 27 кВт.

Інвертори підключаються до системи розподілу електричної енергії.

### **Сонячні модулі.**

Для перетворення сонячного світла в електроенергію постійного струму проектом передбачено

встановлення сонячних модулів. Дані модулі виготовлені за технологією з використанням полікристалічного кремнію.

До складу модуля входить приєднувальна коробка, яка інтегрована в його конструкцію. Кожна коробка має два кабелі з роз'ємами які оснащені ключами плюсового і мінусового виводів для швидкої комутації та виключення помилкових з'єднань. Модуль обрамлений в алюмінієву раму для його механічної фіксації на металевому каркасі.

Оскільки кут нахилу даху досить невеликий, монтаж панелей безпосередньо на його поверхню недоцільно. Додатково зменшує генерацію великий кут відхилення від оптимального азимуту. Для використання

максимального потенціалу СЕС прийнято рішення встановлення сонячних панелей на додаткові кріплення (див. креслення) для улаштування максимально ефективного куту нахилу панелі, азимуту та для можливості задіяти якомога більшу площу даху.

### **Інвертор.**

Передбачено встановлення інверторів FRONIUS ECO 27.0-3-S номінальною потужністю 27 кВт.

Інвертори FRONIUS ECO 27.0-3-S, (4 шт.), перетворюють електроенергію постійного струму, яку виробляють сонячні модулі в електроенергію змінного трифазного струму синусоїдальної форми.

### **Блискавкозахист та заземлення.**

Оскільки розміщення сонячної електростанції передбачається на даху (найвищій точці місцевості) зростає небезпека враження обладнання та людей блискавкою. Передбачається використання існуючого блискавкозахисту.

Для мереж 0,4 кВ генерації проектом передбачено систему заземлення типу IT.

Для запобігання ураження людей електричним струмом рекомендовано приєднання до захисного

заземлення:

- корпусів інверторів;
- корпусів сонячних панелей
- частин металевих конструкцій кріплень

### **Облік електроенергії.**

В нашому випадку фото-електрична станція використовується для задоволення власних потреб заводу і генерація до мережі не передбачається. Для запобігання «виходу» потужності до зовнішніх мереж електропостачання необхідно встановити лічильники типу Fronius Smart

Meter або аналогічні, з передбаченою системою контролю «вихідної» енергії.

### **Захист ланцюгів сонячних панелей.**

Для захисту від зворотного струму сонячні панелі комплектуються блокуючими діодами, які підключені паралельно сонячним панелям та розташовані в приєднувальних коробках.

### **Вибір кількості та потужності фотоелектричних модулів та мережевих інверторів.**

Кількість фотоелектричних модулів (324 шт) типу Longi Solar LR4-72HPH-425M (або аналог) для розміщення на даху цеху обрано з огляду на площу даху, наявності вільного місця для встановлення сонячних панелей, витримки мінімально-необхідні відстані між сусідніми панелями для запобігання "затінення" їх одна одною.

Оскільки відведеної площі під ФЕС недостатньо для покриття усіх потреб цеху. Потужність модулів обрано максимальна з представлених на українському ринку на даний момент, для максимально можливої генерації.

Інвертори FRONIUS ECO 27.0-3-S потужністю 27 кВт у кількості 4 штук обрані згідно із кількістю панелей та їх максимальною потужністю.

Максимальна потужність панелі 425 Вт, до одного інвертора підключається 90 та 72 панелі. (нерівномірна кількість зумовлена необхідністю підтримки мінімального рівня напруги на вході інвертора і відповідно неможливості зменшення кількості панелей в одному string див схему).

Сумарна вхідна потужність панелей складає:

$$P_{\text{інв}} = N \times P_{\text{пан}}$$

де

N - кількість панелей

P<sub>пан</sub> - потужність однієї панелі

$$P_{\text{інв}/1} = 90 \times 425 = 38,25 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{інв}/2} = 72 \times 425 = 30,6 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{інв}/3} = 90 \times 425 = 38,25 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{інв}/4} = 72 \times 425 = 30,6 \text{ кВт}$$

Більша від номінальної потужності інвертора, потужність панелей дозволить виконати біль рівномірну максимальну генерацію на протязі світлового дня. І в свою чергу не матиме негативного впливу на інвертор.

Розрахунок цехової електричної мережі з можливістю повного або часткового живлення від альтернативних джерел електричної енергії

Згідно існуючої схеми електричної принципової групової мережі, живлення електрообладнання цеху виконується з семи розподільчих щитів (РЩ1, РЩ2.1, РЩ2.2, РЩ3.1, РЩ3.2, РЩ4, РЩ5) вхідною напругою 0,4 кВ. Максимальна потужність щитів розподільчих складає відповідно:

1. 100 кВт
2. 125 кВт
3. 125 кВт
4. 100 кВт
5. 100 кВт
6. 125 кВт
7. 125 кВт

Для отримання значення максимальної потужності цеху складемо ці значення:

$$P = 100 + 125 + 125 + 100 + 100 + 125 + 125 = 800 \text{ кВт}$$

Для отримання значення необхідної (розрахункової) потужності необхідно значення максимальної потужності скорегувати відповідно до значення коефіцієнту використання обладнання. Значення даного коефіцієнту складається з відношення потужності одночасно використовуваного обладнання до максимального її значення та складає (відповідно до наданих даних)  $k = 0,78$ .

$$P/p = 800 \times 0,78 = 624 \text{ кВт.}$$

Для визначення відсотка електричної енергії яку можна замінити власною генерацією, визначаємо кількість кВт×год, що споживає цех протягом року.

$$W = P/p \times H$$

де  $H$  - кількість годин на рік протягом якого використовується основна частина обладнання цеху. (4380 год).

$$W = 624 \times 4380 = 2\,733\,120 \text{ кВт}\times\text{год}$$

## Власна генерація

Розрахунок середньої річної генерації СЕС виконуємо за допомогою програми PV Syst з наступними вихідними даними (остаточний варіант з найкращою генерацією в м. Дніпро).

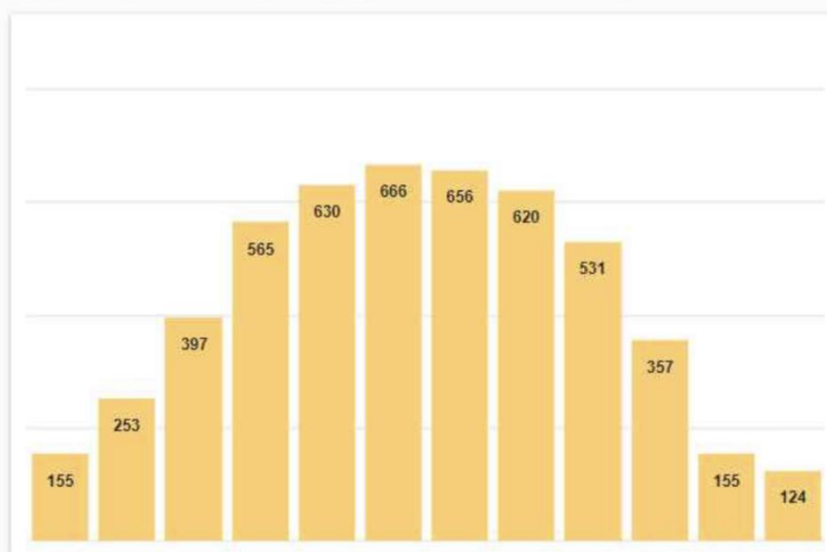
### 2. Данные для расчета

Мощность панели	Количество панелей
425 Вт	324 Шт
Угол наклона	Азимут
37 °	0 °

Після виконання розрахунку отримуємо наступні результати для значень середньодобової та середньорічної генерації електричної енергії для нашої Фото-електричної станції:

### 3. Среднесуточный прогноз

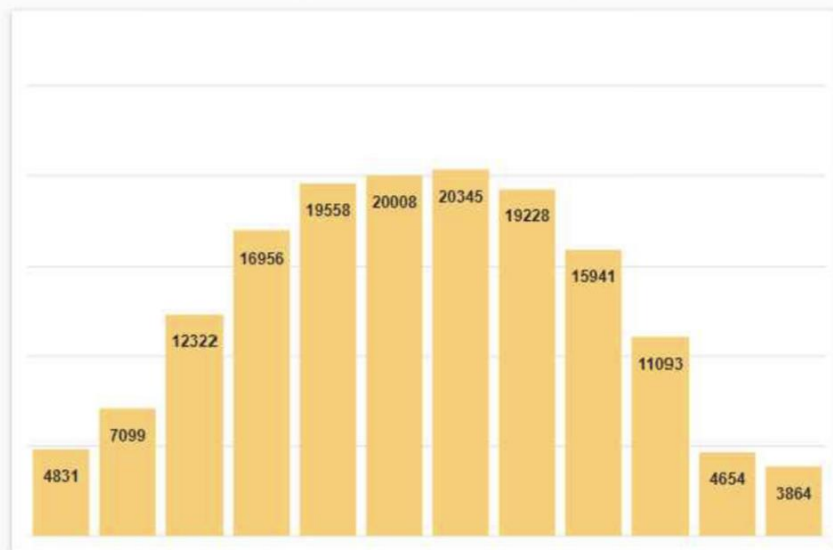
Средняя выработка станции в сутки, в зависимости от месяца, кВт · час





#### 4. Среднемесячный прогноз

Ежемесячный прогноз по выработке солнечной станции, кВт · час



За даних нашої сонячної електростанції річна генерація складає 155 899 кВт×год.

З отриманих результатів ми можемо розрахувати відсоток компенсованої електричної енергії за рахунок встановлення СЕС:

$$\Delta = W_{\text{сес}} / W \times 100\%$$

де W - енергія що споживається цехом за рік

W/сес - енергія вироблена СЕС

$$\Delta = 155\,899 / 2\,733\,120 \times 100\% = 5,7\%$$

Отже річна економія електричної енергії при максимальній завантаженості виробничих потужностей складає 5,7%.

## **Обґрунтування раціональної компенсації реактивної потужності в цехових електричних мережах**

Так як на відміну від приватних споживачів, промислові підприємства обладнуються ще й лічильниками реактивної енергії, тому її компенсація є пріоритетним завданням. Також якщо реактивна складова скомпенсована, результуючий струм мережі буде менше, що дозволить заощадити на перетині кабелів для підключення навантаження.

Різниця між активною і реактивною складовою регламентується коефіцієнтом потужності  $\cos\varphi$ . Визначається формулою  $\cos\varphi = P / S$ , де  $P$  - активна, а  $S$  повна потужність.

Розглянемо основні способи компенсації реактивної потужності:

1. Конденсаторні установки - найбільш простий і дешевий спосіб. Суть полягає в тому, що секції конденсаторів підключаються до мережі через автоматичний вимикач в залежності від потреби.

2. Фільтро-компенсуючі пристрої (ФКП) - являє собою (L-C) фільтр, налаштований на певні гармоніки мережі. Це дозволяє не тільки компенсувати реактивну складову, але і поліпшити гармонійний склад мережі.

3. Фільтро-компенсуючі пристрої (ФКП) з декомпенсатором реактивної потужності або статичний компенсатор - являє собою той же (L-C) фільтр, але з декомпенсатором, тобто при зміні складової мережі немає необхідності кожного разу підключати та відключати фільтр. ФКУ і декомпенсатор рівні за потужністю. Один з найбільш зручних способів компенсації, а й один з найдорожчих. Як правило повністю автоматизований.

4. Синхронний компенсатор - є полегшеним синхронний двигун який не виконує механічної роботи. У перевозбудженном режимі  $\cos\varphi > 1$ , в недовозбудженієм режимі  $\cos\varphi < 1$ . Тобто він автоматично регулює  $\cos\varphi$ .

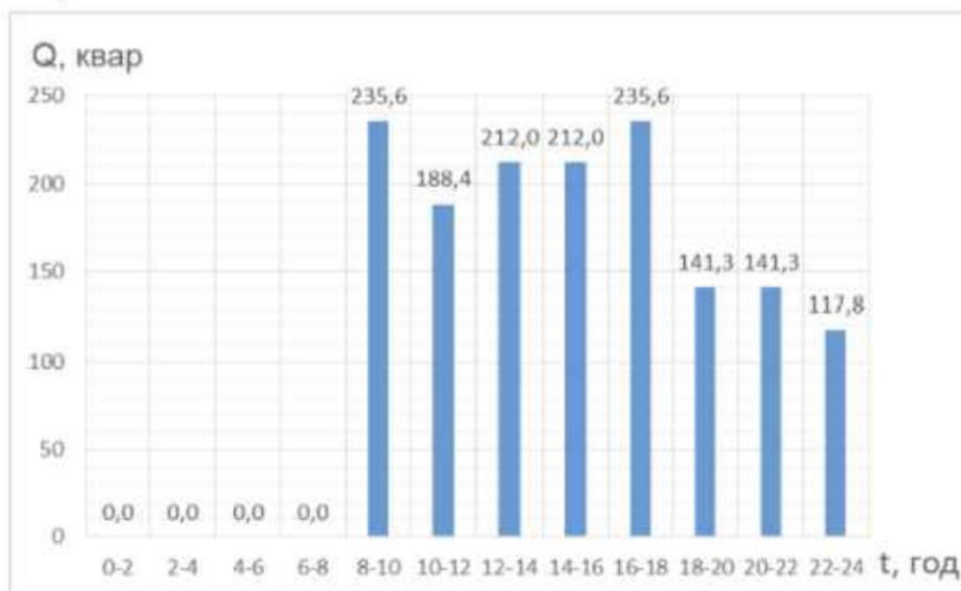
Через вартості і високих витрат на обслуговування практично ніде не впроваджується, а на багатьох підстанціях замінюється на більш дешеве і сучасне обладнання. За допомогою збудника регулюється величина споживаної або віддається реактивної потужності.

Висновок: існує кілька способів компенсації реактивної потужності на підприємстві. Для вибору якогось з пристроїв слід більш детально вивчити графік навантаження підприємства, роботу перетворювальних пристроїв (наявність вищих гармонік), а також схему електропостачання підприємства (де доцільніше розмістити компенсатор). Кожен з чотирьох наведених варіантів істотно різняться в ціні. Тому при виборі пристрою слід врахувати всі чинники і зробити правильний вибір. Оскільки на розгляд прийнято фасовочний цех, де виконується постійна робота, відсутні великі споживачі реактивної потужності, а  $\cos\varphi = 0,92$  доцільно буде використати конденсаторні установки як найдешевшу схему, бо при постійній рівномірній роботі цеху відсутні зміни та коливання реактивної потужності і відповідно  $\cos\varphi$ .

### **Аналіз графіків електричних навантажень цеху**

Під навантаженням у даний момент часу розуміється його діюче значення, що показується вимірювальним приладом з досить малою інерцією, наприклад стрілочним амперметром. Звичайно мають справу із трьома видами навантажень: по струму  $I$ , по активній  $P$  и реактивній  $Q$  потужностях. Крива зміни навантаження в часі  $I(t)$ ,  $P(t)$  або  $Q(t)$  називається графіком навантаження.

На рисунку наведено добовий графік реактивного навантаження цеху. З огляду на економію електроенергії і регулювання напруги компенсацію реактивної потужності найдоцільніше здійснювати якнайближче до її споживачів.



Добовий графік реактивної потужності.

Враховуючи конфігурацію графіка електричних навантажень, доцільно встановити регульовані конденсаторні установки на шинах 0,38 кВ.

Потужність конденсаторної установки необхідно прийняти 250 квар, наприклад КРМ «ВЕГ» 0,4 250/5. Конденсаторна установка КРМ «ВЕГ» 0,4 250/5 призначена для автоматичної компенсації реактивної потужності електроенергії. Розрахункова потужність компенсації реактивної енергії становить 250 квар і має потужність мінімальної ступені 5 квар, кількість ступенів 8, що дозволяє максимально ефективно використовувати установку для економії енергоресурсів підприємства.

У складі установки використовується набір конденсаторів 50 + 50 + 50 + 50 + 25 + 10 + 10 + 5. Номінал установки 800 А, що відповідає максимальному струму навантаження на підприємстві.

Корпус конденсаторних установок КРМ "ВЕГ" 0,4 250/5 виготовлений з високоякісної сталі. Має клас захищеності IP 21.

Компенсатори реактивної потужності, звані також КРП або пристрої компенсації реактивної потужності в своєму складі мають конденсатор реактивної потужності або групу конденсаторів. Компенсація реактивної потужності здійснюється завдяки включенню в електричний

ланцюг конденсатора реактивної потужності. Включення конденсатора реактивної потужності відбувається вручну або автоматично регулятором реактивної потужності. Коли включення виробляє автоматичний регулятор реактивної потужності, такі пристрої компенсації реактивної потужності називаються автоматичними установками компенсації реактивної потужності.

Пристрої компенсації реактивної потужності з автоматичним регулюванням дозволяють найбільш ефективно використовувати конденсатор реактивної потужності, або групу конденсаторів, і отримати найбільш бажаний економічний ефект з мінімальними значеннями по генерації та споживання реактивної енергії.

## Моделювання роботи СЕС

Моделювання роботи СЕС для визначення основних техніко-економічних показників проводимо за допомогою програми PV Syst.

### Grid-Connected System: Simulation parameters

**Project :**                      **New Project**

<b>Geographical Site</b>	<b>Prijut</b>	<b>Country</b>	<b>Ukraine</b>	
<b>Situation</b>	Latitude	48.30° N	Longitude	31.86° E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	219 m
	Albedo	0.20		
<b>Meteo data:</b>	<b>Prijut</b>	Meteonorm 7.2 (1991-2010), Sat=100% - Synthetic		

**Simulation variant :**    **Sklad1**

Simulation date    08/04/19 14h39    (version 6.79)

<b>Simulation parameters</b>	<b>System type</b>	<b>Tables on a building</b>		
<b>Collector Plane Orientation</b>	Tilt	6°	Azimuth	-36°
<b>Sheds configuration</b>	Nb. of sheds	1050	Identical arrays	
	Sheds spacing	0.61 m	Collector width	0.60 m
Shading limit angle	Limit profile angle	78.0°	Ground cov. Ratio (GCR)	98.4 %
<b>Models used</b>	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
<b>Horizon</b>	Free Horizon			
<b>Near Shadings</b>	Linear shadings			
<b>User's needs :</b>	Unlimited load (grid)			

# **PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)**

PV module		CdTe	Model	FS-4117-2 May 2015	
Original PVsyst database			Manufacturer	First Solar	
Sub-array "Sub-array #1"					
Number of PV modules		In series	9 modules	In parallel	84 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	756	Unit Nom. Power	117.5 Wp
Array global power		Nominal (STC)	88.8 kWp	At operating cond.	81.2 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	576 V	I mpp	141 A
Sub-array "Sub-array #2"					
Number of PV modules		In series	10 modules	In parallel	10 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	100	Unit Nom. Power	117.5 Wp
Array global power		Nominal (STC)	11.75 kWp	At operating cond.	10.75 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	640 V	I mpp	17 A
Sub-array "Sub-array #3"					
Number of PV modules		In series	8 modules	In parallel	12 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	96	Unit Nom. Power	117.5 Wp
Array global power		Nominal (STC)	11.28 kWp	At operating cond.	10.32 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	512 V	I mpp	20 A
Total	Arrays global power	Nominal (STC)	112 kWp	Total	952 modules
		Module area	685 m²	Cell area	644 m²
Inverter					
Original PVsyst database			Model	Sunny Tripower 25000TL-30	
Characteristics			Manufacturer	SMA	
		Operating Voltage	390-800 V	Unit Nom. Power	25.0 kWac
Sub-array "Sub-array #1"					
		Nb. of inverters	6 * MPPT 50 %	Total Power	75 kWac
				Pnom ratio	1.18
Sub-array "Sub-array #2"					
		Nb. of inverters	1 * MPPT 50 %	Total Power	12.5 kWac
				Pnom ratio	0.94

## Grid-Connected System: Simulation parameters

<b>Sub-array "Sub-array #3"</b>	Nb. of inverters	1 * MPPT 50 %	Total Power	12.5 kWac
			Pnom ratio	0.90
<b>Total</b>	Nb. of inverters	4	Total Power	100 kWac

### PV Array loss factors

Array Soiling Losses		Loss Fraction	2.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const) 20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1 67 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2 627 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3 418 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss		Loss Fraction	0.0 %
Module Mismatch Losses		Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss		Loss Fraction	0.10 %
Incidence effect (IAM): User defined profile			

0°	30°	50°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.990	0.960	0.940	0.890	0.820	0.690	0.000

### Spectral Correction

#### FirstSolar model

Coefficient Set	C0	C1	C2	C3	C4	C5
	0	0	0	0	0	0

### System loss factors

Wires: 3x120.0 mm²	187 m	Loss Fraction	2.0 % at STC
--------------------	-------	---------------	--------------

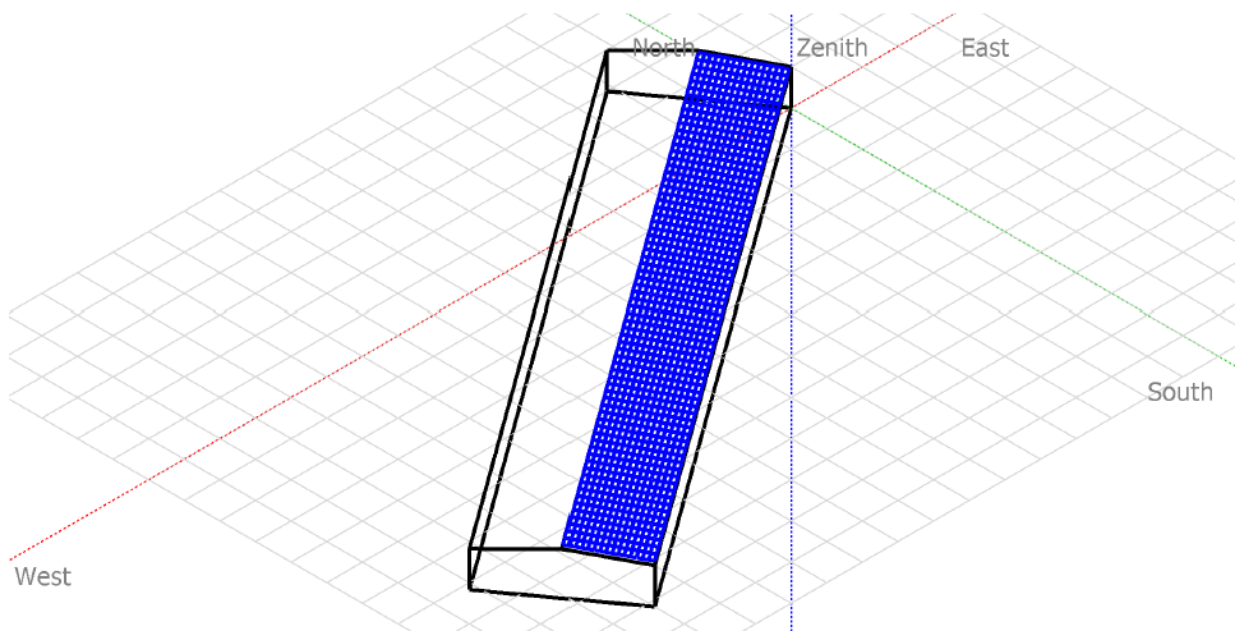
### Main system parameters

#### System type Tables on a building

#### Near Shadings

PV Field Orientation	Linear shadings	tilt	6°	azimuth	-36°
PV modules	Model	FS-4117-2	May 2015	Pnom	118 Wp
PV Array	Nb. of modules	952		Pnom total	<b>112 kWp</b>
Inverter	Model	Sunny Tripower	25000TL-30		25.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	4.0		Pnom total	<b>100 kW ac</b>
User's needs	Unlimited load (grid)				

### Perspective of the PV-field and surrounding shading scene





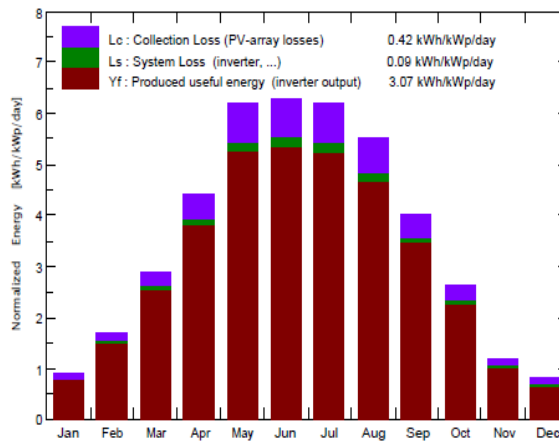
## Main simulation results

System Production

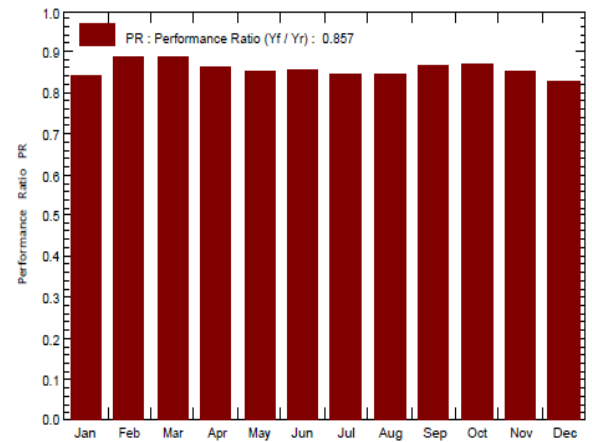
Produced Energy **125.3 MWh/year**  
Performance Ratio PR **85.74 %**

Specific prod. **1120 kWh/kWp/year**

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 112 kWp



Performance Ratio PR

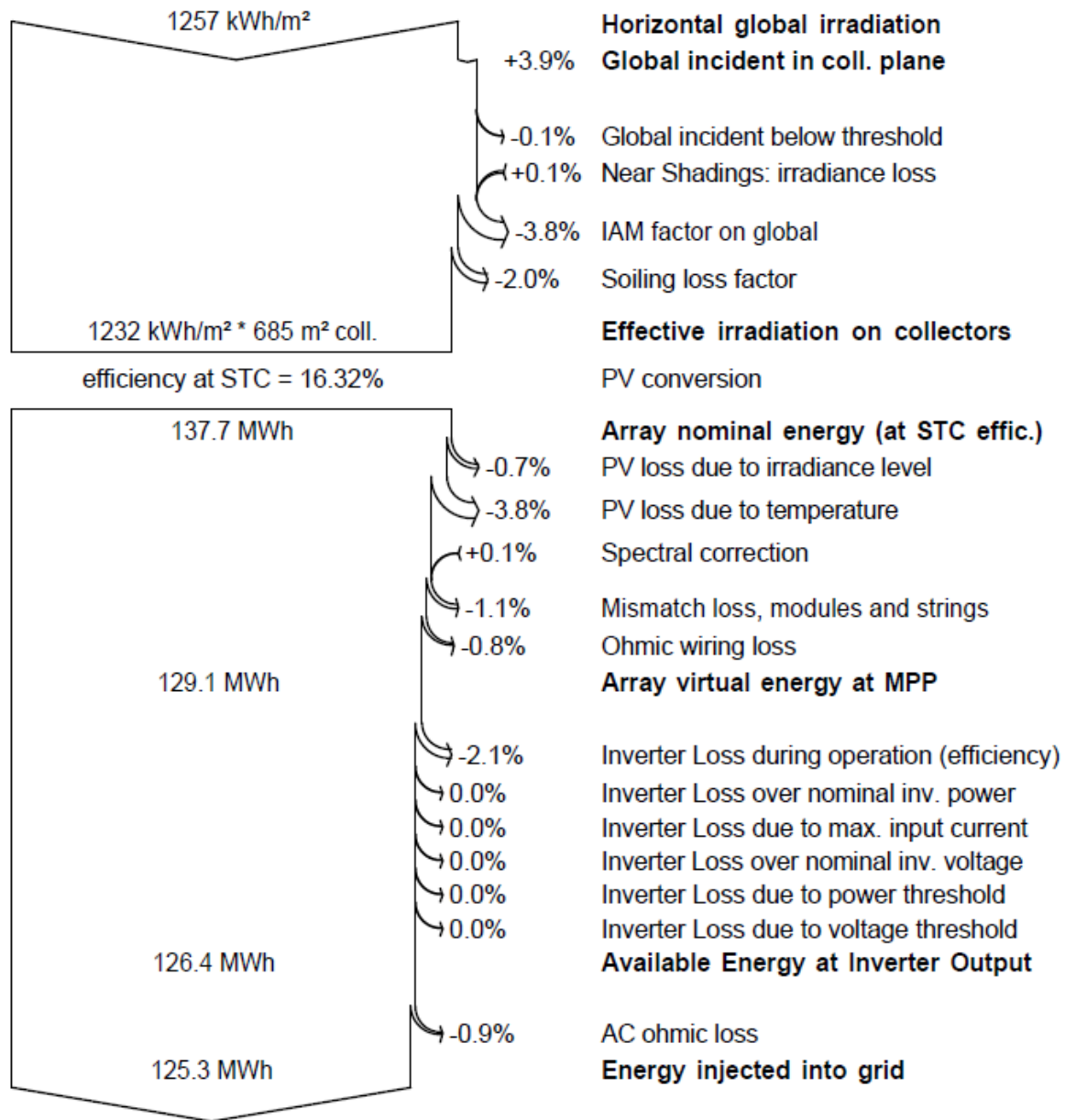


## Balances and main results

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	26.0	17.37	-3.25	28.7	26.1	2.79	2.69	0.839
February	44.3	27.28	-2.84	47.6	44.2	4.85	4.71	0.885
March	85.0	46.66	2.55	89.9	84.6	9.19	8.93	0.888
April	128.3	57.79	9.73	133.1	125.9	13.24	12.85	0.863
May	188.6	71.73	15.80	192.3	182.8	18.86	18.28	0.850
June	186.0	85.60	18.42	188.6	178.9	18.58	18.01	0.854
July	188.7	84.63	21.81	191.9	182.2	18.79	18.21	0.848
August	165.9	65.49	20.99	170.9	162.2	16.72	16.22	0.848
September	114.0	51.84	14.79	120.3	113.3	12.00	11.66	0.866
October	75.1	34.08	9.10	81.7	75.7	8.17	7.95	0.870
November	32.5	18.24	2.93	35.9	33.0	3.54	3.43	0.853
December	22.3	14.69	-1.93	25.0	22.7	2.40	2.32	0.827
Year	1256.8	575.39	9.08	1306.1	1231.6	129.13	125.27	0.857

Legends:	GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
	DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
	T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
	GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

## Loss diagram over the whole year



## 2.4. Вибір кабелів та розробка електричних схем з'єднання

Розрахунок довжин і перетинів кабелів проводимо з урахуванням розстановки інверторів, розподільних шаф струмах і втратах в кабелях

Таблиця 2.3 - Потреба у кабелях та проводах

Число і переріз жил	Метри
Кабель АВВГнг 5х10	16
Кабель АВВГнг 5х25	144
Кабель ВВГнг 1х4	1454

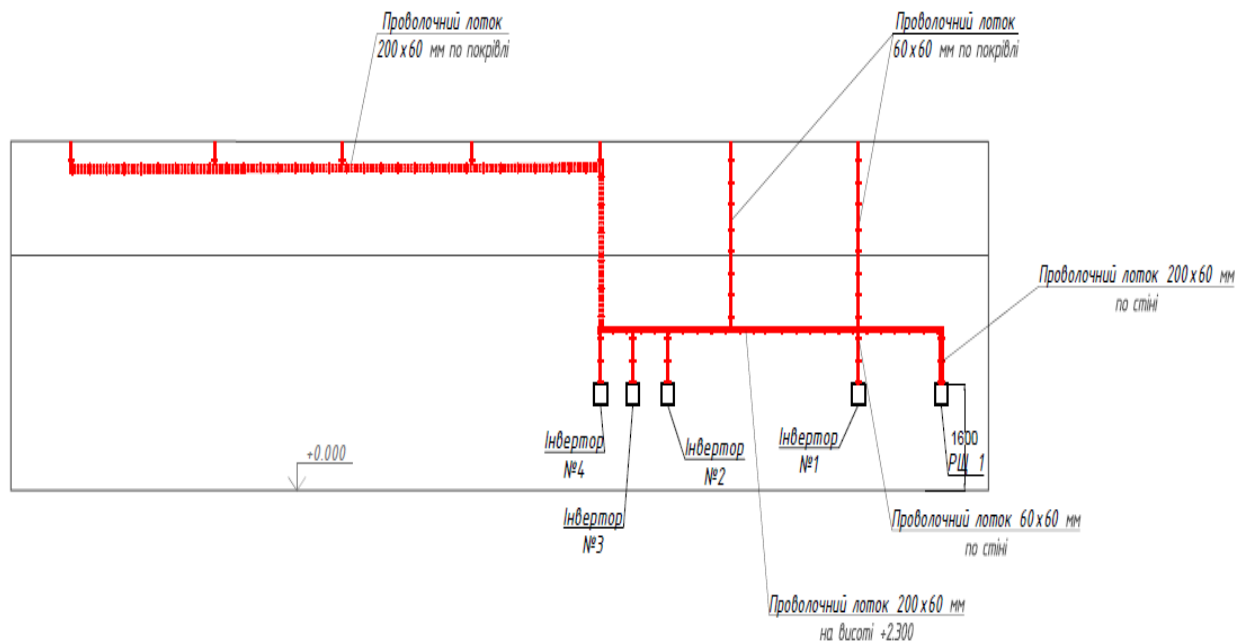


Рисунок 2.2. – План прокладки кабелів

На рис. 2.3-2.5 наведені схема електрична принципова розподільної мережі, схема електрична принципова групової мережі та схема електрична принципова підключення фотоелектричних модулів до інвертору.



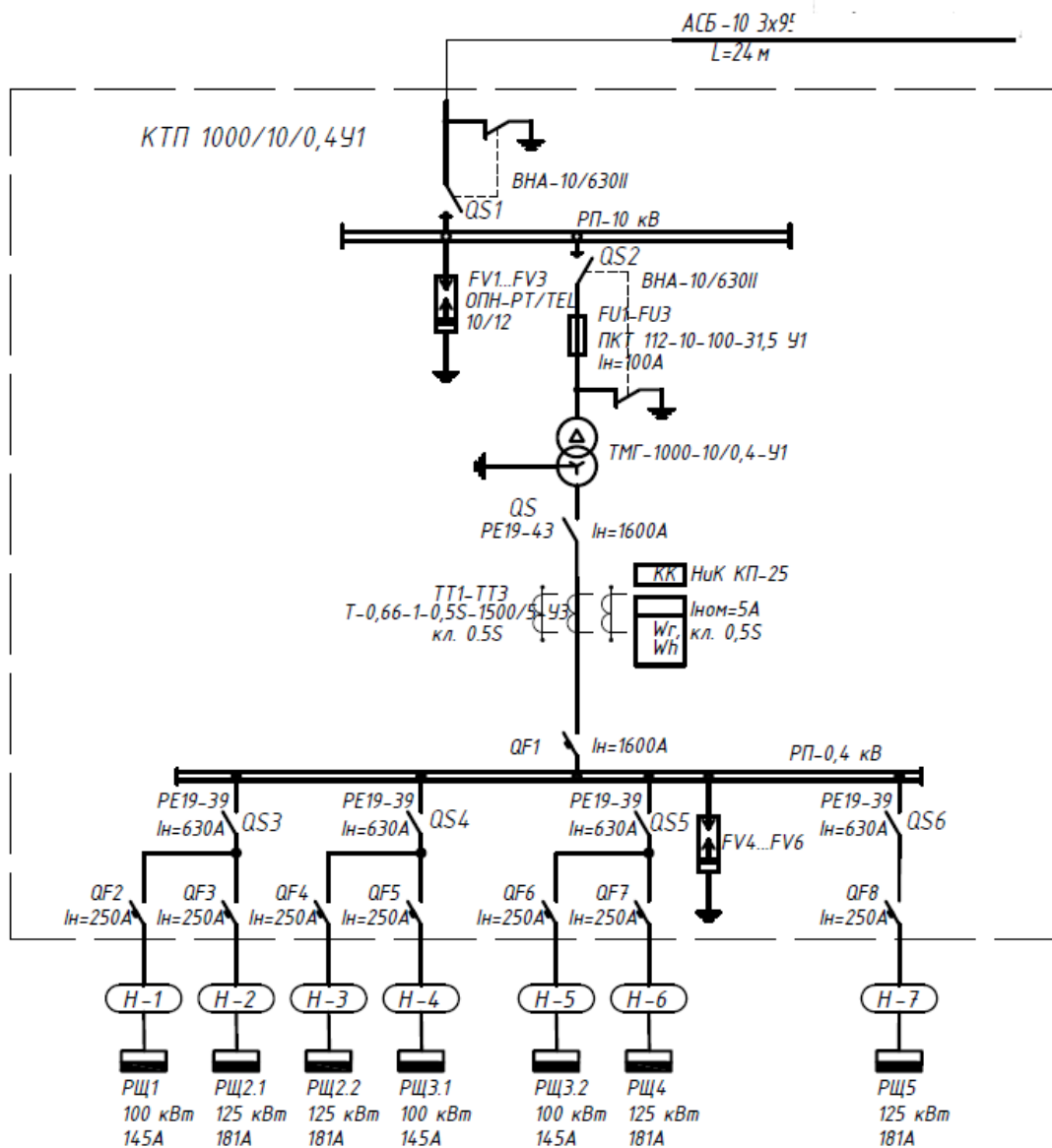


Рисунок 2.4. – Схема електрична принципова групової мережі

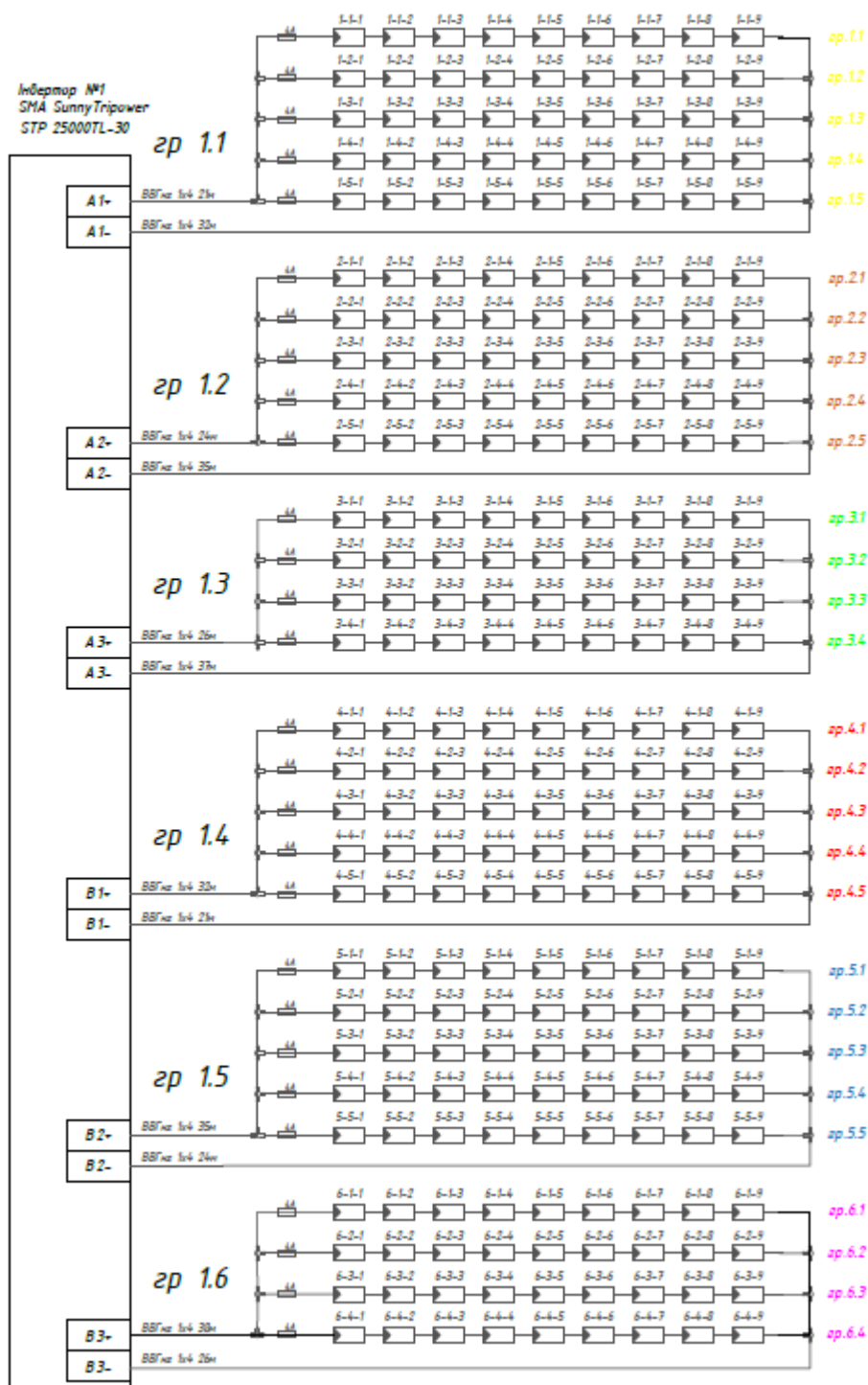


Рисунок 2.5. – Схема електрична принципова підключення фотоелектричних модулів до інвертору

## **2.5. Рішення по організації експлуатації СЕС**

Фотоелектричні модулі, виготовлені за технологією «тонка плівка» на основі CdTe, мають суттєві переваги, порівняно з класичними модулями, виготовленими на основі кремнію. Зокрема, при зниженні рівня сонячної інсоляції на поверхні модуля їх ефективність практично не змінюється, тоді як у модулів на основі кремнію ефективність спадає пропорційно сонячному випромінюванню. Вищезгадана сонячна інсоляція залежить від таких чинників: час доби, хмарність та рівень забрудненості модуля.

Отже пилове забруднення фотоелектричних модулів, виготовлених за технологією “тонка плівка” на основі CdTe не становить суттєвого впливу на їх ефективність роботи і тому їх примусове очищення від бруду є недоцільним як з економічної так і з технологічної точки зору.

З метою досягнення максимально можливої продуктивності станції Замовнику будівництва СЕС рекомендується впровадити процедури технічної оцінки якості експлуатації станції. Для надання даної оцінки необхідно розробити спеціальну методику і відповідне програмне забезпечення.

Якість експлуатації СЕС визначається рівнем впровадження та виконання вимог експлуатаційної (включаючи ремонтну) документації, якості експлуатаційного (або ремонтного) обладнання і інструментів, достатньої кількості і якості запасних частин, матеріалів та пристроїв, що застосовуються при експлуатації (ремонті, зберіганні, транспортуванні) продукції також від якості праці осіб, які експлуатують дану продукцію.

Фактично отримані показники функціонування СЕС можуть прийматися в якості первинних (наприклад кількість виробленої електроенергії), або визначатися розрахунковим методом (наприклад коефіцієнт використання номінальної потужності СЕС).

У той же час термін «розрахункові показники функціонування СЕС» використовується для позначення технічно досяжних величин відповідних показників, величини яких не є фактично отриманими. Вони визначаються

по розрахунковим методам на основі паспортних параметрів СЕС і фактично реєстрованих характеристик сонячної радіації на майданчику. Розрахункові показники функціонування СЕС використовуються для оцінки фактично отриманих шляхом їх зіставлення.

У методиці з технічної оцінки якості експлуатації станції повинні бути визначені наступні показники:

Фактор готовності, що характеризує технічну здатність СЕС виробляти електричну енергію в прийнятій для аналізу період часу.

Коефіцієнт використання номінальної потужності дає інтегральну оцінку наступних факторів: сонячного режиму, досконалості конструкції, якості виготовлення, якості обслуговування, якості робіт по ремонту обладнання, якості роботи диспетчерів.

Коефіцієнт використання на СЕС енергії сонця надає оцінку питомої величини втрат електроенергії від технічно досяжного обсягу її виробництва.

Коефіцієнт власних потреб СЕС, що враховує витрату електроенергії на власні потреби СЕС і живлення мережевого обладнання, а також втрати електроенергії в електричних кабелях СЕС.

За результатами робіт з технічної оцінки експлуатації СЕС замовнику робіт має надаватися звіт. До звіту додається технічне завдання. У звіті надається узагальнена оцінка технічної експлуатації СЕС, як підприємства.

В обов'язковому порядку в звіті повинно бути надано детальне обґрунтування прийнятих оцінок обумовлених показників. У звіті також даються рекомендації щодо заходів з поліпшення рівня експлуатації СЕС, зокрема зменшення втрат технічно можливого обсягу вироблення електроенергії.

У разі отримання негативних результатів по оцінці технічної експлуатації СЕС в звіті наводиться перелік і опис недоліків в експлуатації і рекомендації по їх усуненню.



### Основні техніко-економічні показники

1. Площа даху – 1579 м<sup>2</sup>;
2. Встановлена потужність СЕС - 112 кВт
3. Кількість ФЕМ - 952 шт.
4. Кількість інверторів - 4 шт.
5. Середньорічна розрахункова виробка електроенергії СЕС – 125,3 МВт\*годин/рік.
6. Кількість виробленої електроенергії по місяцям

	Кількість виробленої електроенергії, МВт*год
Січень	2,69
Лютий	4,71
Березень	8,93
Квітень	12,85
Травень	18,28
Червень	18,01
Липень	18,21
Серпень	16,22
Вересень	11,66
Жовтень	7,95
Листопад	3,43
Грудень	2,32
<b>Усього за рік</b>	<b>125,26</b>

### **3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ**

### **3.1. Вступ**

Компанія ЧПТФ "Кріоліт-Дніпро" існує на ринку України з 1995 року. На сьогоднішній день асортимент компанії налічує більше 150 позицій, серед яких: цукерки, іриски, мармелад, зефір, драже, вафельні трубочки, печиво, східні солодощі, при постійно зростаючому обсязі виробництва.

В дипломній роботі розглянуте питання розширення функціонального призначення будівель підприємства шляхом монтажу дахової сонячної електростанції.

В результаті робіт, які будуть проведені по монтажу фотоелектричного обладнання, з'явиться можливість виробляти електричну енергію з енергії сонячної радіації. Тим самим, дах будівель буде використовуватися як основа під фотоелектричну станцію для виробництва електричної енергії.

В економічній частині дипломного проекту необхідно визначити капітальні витрати і експлуатаційні витрати по впровадженню нової мережі електропостачання.

### **3.2. Розрахунок капітальних витрат**

Капітальні вкладення – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні витрати по реалізації проектного технічного рішення можуть включати:

- витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю та обліку витрачання ресурсів, приладів діагностики стану обладнання, тощо;
- витрати, пов'язані з використанням монтажних і налагоджувальних робіт, також відноситься до капітальних;
- витрати фінансових коштів на проведення проектно-конструкторських робіт, підготовку персоналу та виконання інших робіт,

необхідних для реалізації технічного рішення

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}}(\sum_{i=1}^k \Pi_i) + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{пр}},$$

де  $K_{\text{об}}(\Sigma)$  - вартість придбання електрообладнання(засобів автоматизації, програмного забезпечення і т.д.) за проектом або сумарна вартість комплектуючих елементів і-го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення;

$k$  - кількість необхідних комплектуючих елементів;

$Z_{\text{тзс}}$  - транспортно-заготівельні і складські витрати;

$Z_{\text{м}}$  - витрати на монтажні роботи;

$Z_{\text{н}}$  - витрати на налагоджувальні роботи;

$Z_{\text{пр}}$  - інші одноразові вкладення коштів.

Таблиця 3.1-Зведення капітальних витрат

Тип обладнання	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
Інвертор Sunny Tripower STP 25000 TL-30	шт.	4	45727	182908
ФЕМ First Solar FS-4	шт.	952	4900	4664800
Кабель АВВГнг 5х10	м.	16	22,83	365,28
Кабель АВВГнг 5х25	м.	144	50,74	7306,56
Кабель ВВГнг 1х4	м.	1454	10,93	15892,22
Лоток дротовий ГЦ 60х60х3000мм	шт.	31	266,4	8258,4
Лоток дротовий ГЦ 200х60х3000	шт.	27	501	13527
Всього				4893057,46

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт приймається на рівні 8-10 % від вартості обладнання.

Розраховуємо вартість монтажно-налагоджувальних робіт,  $K_{\text{мн}}$ , тис.грн

$$K_{\text{мн}} = K_{\text{об}} * 0,1$$

Де  $K_{\text{об}}$ -вартість обладнання, тис.грн;

$$K_{\text{мн}} = 4893057,46 * 0,1 = 489305,75 \text{ грн}$$

Вартість транспортно-заготівельних і складських робіт приймаємо 7 % від вартості обладнання і матеріалів:

$$Z_{\text{тзс}} = 4893057,46 * 0,07 = 342514,02 \text{ грн}$$

Таким чином, капітальні інвестиції складають:

$$K_{\text{пр}} = 4893057,46 + 489305,75 + 342514,02 = 5724877 \text{ грн}$$

### **3.3. Розрахунок експлуатаційних витрат**

Експлуатаційні витрати – це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період (рік), що виражені у грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат по електротехнічному устаткуванню та енергомережам відносяться:

1. амортизаційні відрахування ( $C_a$ );
2. заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $C_z$ );
3. єдиний соціальний внесок ( $C_c$ );
4. витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж ( $C_{\text{пр}}$ );
5. вартість витрат електроенергії ( $C_e$ );
6. інші витрати ( $C_{\text{ін}}$ ).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати по об'єкту проектування складають:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_{\text{пр}} + C_e + C_{\text{ін}}, \text{ тис.грн.}$$

### 3.4. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання (експлуатації) об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання.

Оскільки електрообладнання відноситься до 4-ої групи основних фондів, мінімально допустимий строк корисного використання становить 5 років, однак для фотоелектричної станції, що має високу надійність приймаємо строк корисного використання - 10 років.

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду дорівнює:

$$H_a = \frac{\Phi_n}{\Phi_n * T_n} * 100, \%$$

де  $T_n$  - термін корисного використання (амортизаційний період);

$\Phi_n$  - первісна вартість об'єкта основних засобів

$$H_a = \frac{5724877}{5724877 * 10} * 100 \% = 10 \%$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

$$C_a = \frac{\Phi_n * H_a}{100}$$

$$C_a = \frac{5724877 * 10}{100} = 572488 \text{ грн}$$

Таблиця 3.2 - Розрахунок амортизаційних відрахувань

№ п/п	Найменування	Капітальні інвестиції, тис. грн	Норма Амортизації, %	Сума Амортизації, тис. грн.
1	Проектний варіант	5724877	10	572488

### 3.5. Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу (робітники, ІТП, керівники), що обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їх чисельністю, режиму роботи, за погодинними тарифними ставками, посадовими окладами, формами і системами оплати праці та преміювання, що застосовують на підприємстві.

До додаткової заробітної плати належать премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством.

Номінальний річний фонд робочого часу одного працівника  $F_n$  визначається відповідно до режиму його роботи (кількістю робочих днів і тривалістю зміни).

Таблиця 3.3 - Розрахунок річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу

№ п/п	Найменування професій робітників	Списочний склад Осіб	Годинна тарифна ставка, грн.	Номінальний річний фонд робочого часу, годин	Усього основна зарплата Грн.
1	Головний інженер-електрик (сумісник - інженер з охорони праці та техніки безпеки)	1	42,49	1848	78521,52
	Усього				78521,52

$$(D_k - D_{св} - D_{вих} - D_{відп}) * T_{зм} = (365 - 10 - 104 - 20) * 8 = 1848 \text{ год,}$$

де, -  $D_k$  – кількість днів в році;

$D_{св}$  – кількість святкових днів

$D_{вих}$  – кількість вихідних за рік;

$D_{відп}$  – кількість днів відпустки;

$T_{зм}$  – робочий день, год

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 8-10% від основної заробітної плати.

Таким чином, загальна величина річного фонду заробітної плати складає:

$$C_z = Z_{осн} + Z_{дод}$$

де  $Z_{осн}$   $Z_{дод}$  - основна і додаткова заробітна плата відповідно.

$$C_z = 78521,52 + 0,1 * 78521,52 = 86373,67 \text{ грн.}$$



### 3.6. Розрахунок єдиного соціального внеску

Єдиний соціальний внесок визначається на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$C_c = 0,22 * C_z$$

$$C_c = 0,22 * 86373,67 = 19002,21 \text{ грн.}$$

### 3.7. Витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного устаткування і мереж включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтникам і визначаються за фактичними даними підприємства або укрупнено у відсотках до капітальних витрат:

-для кабельних і повітряних ліній -0,5 %;

-для підстанцій (у тому числі електроустаткування) – 1%

$$C_T = 0,01 * K_{пр}$$

$$C_T = 0,01 * 5724877 = 57248,77 \text{ грн}$$

### 3.8. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і визначаються за фактичними даними підприємства.

$$З_{м.р.} = \int_{i=1}^n R_i t_i m_i R_{\Sigma i} + \frac{S_i \Pi_i}{T_i} T_{\phi}$$

де  $n$  – число пристроїв автоматики, що підлягають ремонту;

$R_i$  - годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн;

$t_i$ - трудомісткість одного ремонту при категорії складності ремонту в одну ремонтну одиницю, вид ремонту середній – 7 год./од.;

$m_i$ - число ремонтів за рік, середніх – 1;

$R_{\Sigma i}$ - сумарна категорія складності ремонту в залежності від виду електрообладнання (трансформатори – 10);

$S_i$ - вартість однотипних замінних елементів, грн.;

$\Pi_i$ - кількість однотипних замінних елементів;

$T_i$ - середній термін служби деталей даного типу, год;

$T_{\phi}$ - число роботи апаратури на рік, год.

### **3.9. Розрахунок вартості спожитої електроенергії**

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування та втрат електроенергії за формулою:

$$C_e = W_p \cdot C_e = 3\,857 \cdot 194,1 = 748\,643,7 \text{ грн},$$

де  $W_p$ - кількість спожитої електроенергії за рік, кВт\*год;  $C_e$ - тариф на електроенергію станом на жовтень 2020 року, грн./кВт\*год.

### **3.10. Розрахунок інших витрат**

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати на охорону праці, на спецодяг тощо. Відповідно до практики ці витрати визначаються у розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

$$C_{in} = 86373,67 \cdot 0,04 = 3454,95 \text{ грн.}$$

Отже, річні експлуатаційні витрати складають:

$$C = 738567 \text{ грн.}$$

### 3.11. Визначення річної економії від впровадження наукового-технічного рішення

Річна економія від впровадження наукового-технічного рішення ( $E_{кр}$ ) полягає у:

- безпосередній економії електроенергії;
- збільшенні випуску продукції, після модернізації об'єкта.

$E_{кп} = E_{кр} \pm \Delta C$ , грн. – повна економія

$$E_{кп} = 255\,550 + 150\,500 = 406\,050$$

### 3.12. Визначення та аналіз показників економічної ефективності

Коефіцієнт економічної ефективності (прибутковості) капітальних витрат  $E_p$  показує, скільки гривень додаткового прибутку (економії) приносить одна гривня капітальних витрат:

$$E_p = E_{кп} / K_{пр}, \text{ долі од.},$$

$$E_p = 406 / 5\,724 = 0,07,$$

де  $E_{кп}$  – загальна річна економія від впровадження оптимізації, тис.грн;

$K_{пр}$  – капітальні витрати за варіантом, тис.грн.

Термін окупності капітальних витрат  $T_p$  показує, за скільки років вони окупляться за рахунок загальної економії від впровадження технічного рішення:

$$T_p = K_{пр} / E_{кп}, \text{ років} \quad (4.14)$$

$$T_p = 14 \text{ років.}$$

Нормативне значення коефіцієнта ефективності визначається за таким алгоритмом : якщо підприємство здійснює фінансування капітальних витрат за рахунок позикових коштів, то в якості нормативного значення  $E_n$ , приймають величину кредитної ставки  $N_{кр}$ .

$$E_p > (N_{кр} + N_{інф})/100, \quad (4.15)$$

де  $N_{кр}$  – банківська кредитна ставка, %;

$N_{інф}$  – річний рівень інфляції, %.

$$E_p > (110 + 104)/100$$

Проект вважаємо доцільним, бо  $E_p > E_n$ .

### **3.13. Висновки до економічного розділу**

В даному дипломному проекті були розраховані капітальні витрати на будівництво мережевої дахової сонячної електростанції, розташованої на даху компанії ЧПТФ "Кріоліт-Дніпро". Капітальні затрати, в свою чергу, складаються з вартості устаткування, затрат на будівельно-монтажні роботи, на монтажну- налагоджувальні роботи та на доставку обладнання.

Річні експлуатаційні витрати складаються з амортизаційних відрахувань, заробітної плати обслуговуючого персоналу, відрахувань на соціальні заходи.

У результаті маємо такі дані:

Капіталовкладення склали 5724877 грн.;

Річні експлуатаційні витрати склали 738567 грн.

## ВИСНОВОК

В технологічній частині наведена характеристика підприємства, особливості технологічного виробництва, приведена характеристика споживачів електричної енергії підприємства "Приватна виробничо-торгівельна фірма "Кріоліт-Дніпро". Також були розглянуті небезпечні чинники об'єкта, для якого модернізується система електропостачання. Описано та запропоновано інженерно-технічні заходи з охорони праці. Розглянуті питання пожежної безпеки.

У спеціальній частині наведені загальні відомості, виконаний вибір основного електротехнічного обладнання, планування розміщення фотомодулів та розрахунок кількості електротехнічного обладнання, моделювання роботи СЕС, вибір кабелів та розробка електричних схем з'єднання, запропоновані рішення по організації експлуатації СЕС.

У економічній частині розраховано капітальні і експлуатаційні витрати, визначено річну економію від побудови сонячної електростанції, проведено аналіз показників економічної ефективності.

Під час виконання економічної частини були виконані розрахунки капітальних витрат, які пов'язані з будівництвом мережевої сонячної електростанції вони склали: 5724877 грн.

Виконаний розрахунок річних експлуатаційних затрат, що склали - 738567 грн. До них відносяться: амортизаційні відрахування, величина річного фонду заробітної плати, відрахування в фонд соціального захисту, затрати на технічне обслуговування, а також електроенергія спожита підприємством за рік. та інші витрати.

## ДОДАТКИ

## Відомості матеріалів дипломного проекту

[illegible]

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бондаренко В.П. Коба Н.Ф. Справочник прораба электромонтажника – К.: Строитель, 1989. - 304 с.
2. Джурабаев К.Т., Астафьев В.С. Организация и планирование электротехнического производства. Управление электротехническим предприятием. –М.:Вища школа, 1989. – 367 с.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, - Х.: Індустрія, 20074. Кащенко П.С. «Курсове і дипломне проектування» ”- Методичні рекомендації, НМЦ, 2005г.
4. Правила влаштування електроустановок (укр). вид. 3-те, перероб. і доп. 2010. 736 с.
5. Методические указания к преддипломной практики и дипломного проектирования студентов образовательно-квалификационного уровня бакалавр направления подготовки 6.050701 «Электротехника и электротехнологии», специальности 7.(8) 05070107 «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»/ Упорядники: Ф.П. Шкрабець, Ю.В. Куваєв, О.В. Остапчук. – Дніпропетровськ: Державний ВНЗ «НГУ», – 2013. – 26 с.
6. Методические указания к выполнению экономической части дипломного проекта І.В. Шереметьєва, Л.В. Тимошенко, Дніпропетровськ, ВНЗ «НГУ», 2015.-15с.
7. Алферов Ж.И. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики / Ж.И.Алферов, В.М.Андреев, В.Д.Румянцев // Физика и техника полупроводников, 2004, том 38, вып. 8. 937-948 с.
8. Андреев С.В. Солнечные электростанции - М.: Наука 2002