

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Розробка фотоелектричної системи електропостачання
автозаправної станції

Виконала: студентка 4 курсу, групи ЕТс-41
спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Ухач І.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Філюк Я.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мовчан Л.Т
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Шелестовський Б.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 30 » січня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ухачу Івану Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка фотоелектричної системи електропостачання автозаправної станції

Керівник роботи ... Філюк Ярослав Олександрович, к.т.н.

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

Затверджені наказом ректора від « 23 » січня 2023 року № 4/7-47

2. Термін подання студентом завершеної роботи 16 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Розглянути можливі моделі систем автономного електропостачання на базі ВДЕ. Провести техніко-економічний розрахунок ефективності інтегрованої фотоелектричної станції на АЗС

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Пилипець М.І., д.т.н., професор кафедри МТ		
Нормоконтроль	Мовчан Л.Т. к.т.н., доц. кафедри ЕІ		

7. Дата видачі завдання 01 лютого 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	26.02.2023	
2	Аналітичний розділ	31.03.2023	
3	Проектно-конструкторський розділ	16.04.2023	
4	Розрахунковий розділ	30.04.2023	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	14.05.2023	
6	Висновки	31.05.2023	
7	Оформлення пояснювальної записки	03.06.2023	
8	Оформлення графічної частини	14.06.2023	

Студент

_____ (підпис)

Ухач І.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Філюк Я.О.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТс–41. - Т. : ТНТУ, 2023.

Стор.61; Рис. 27; табл. 13; джерел 12; додатків -.

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Розробка фотоелектричної системи електропостачання автозаправної станції».

Мета кваліфікаційної роботи полягає в удосконаленні системи електропостачання бензозаправки шляхом інтеграції фотоелектростанції.

Проведено огляд способів зниження втрат електроенергії в електромережах, а також проведено оцінку ресурсів сонячної енергетики: перспективи, особливості роботи та розрахунків.

Розроблена система електропостачання об'єкта на основі сонячної електростанції. Актуальність та економічна доцільність розробки підтверджуються енергоефективністю даної технології та пропозицією вирішення існуючої проблематики в енергогосподарстві країни. Ефективність використання геліоенергетичних ресурсів для генерації електричної енергії на малих сонячних електростанціях відкриває перспективу інтеграції розробленого проекту у рамках стандартів цифрової енергетики.

Розроблена система електропостачання з використанням ВДЕ є перспективною на ринку енергоефективних технологій, що має великий потенціал з урахуванням вдосконалення технологій.

Ключові слова: система електропостачання, фотоелемент, сонячна електростанція

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ЗМІСТ	4
ВСТУП	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Способи зниження втрат електроенергії в електромережах	8
1.2 Оцінка ресурсів сонячної енергетики: перспективи, особливості роботи та розрахунку	9
1.3 Висновки до розділу	17
2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Оцінка потенціалу для застосуванням ВДЕ	18
2.2 Порівняльний аналіз розміщення схем сонячних електростанцій	20
2.3 Аналіз електроспоживання енергії на АЗС	23
2.4 Автономна гібридна електростанція з паралельною роботою дизельної та фотоелектричної системи живлення	32
2.5 Висновки до розділу	37
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	38
3.1 Моделювання енергетичних балансів в автономній системі електропостачання АЗС	38
3.2 ФДЕС із роздільною роботою фотоелектричної системи та дизельної частини	43
3.3. Оптимізація ФДЕС із роздільною роботою фотоелектричної системи та дизельної частини	47
3.4 Висновки до розділу	53
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	54

4.1 Організація охорони праці на підприємстві	54
4.2. Проведення планування заходів цивільного захисту на підприємстві у випадку надзвичайних ситуацій	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	60

ВСТУП

Актуальність роботи. Розвиток та ускладнення систем електропостачання, зростаючі вимоги до економічності та надійності їх роботи, широке впровадження пристроїв управління розподілом та споживанням електроенергії посилюють актуальність проблеми пошуку нових джерел енергії. Розвиток відновлюваної енергетики є ключовим фактором енергетичної безпеки та сталого розвитку у багатьох країнах на сьогоднішній день. Основні переваги відновлюваних джерел енергії перед традиційними не поновлюваними видами палива полягають у невичерпності та екологічності. Використання відновлюваних джерел електроенергії (ВДЕ) не змінює енергетичний баланс планети.

Електропостачання віддалених споживачів здійснюється від локальних джерел: електростанцій малої потужності, генераторних установок на основі двигунів внутрішнього згорання (бензинових, дизельних, газопоршневих, газотурбінних). Отримувана за допомогою таких джерел електроенергія має високу вартість, часто не забезпечується безперебійне живлення споживачів. Для вирішення даних проблем з електроживленням АЗС, а також для використання погодно-кліматичного потенціалу деяких регіонів можна використовувати так звані альтернативні джерела енергії, які дозволять отримувати електрику за допомогою невичерпних природних ресурсів.

Використання відновлюваних джерел енергії для виробництва електроенергії дозволяє суттєво скоротити витрати та підвищити надійність електропостачання, останнє особливо важливо для споживачів, таких як урядові установи, лікарні, підприємства хімічної та військової промисловості та інші.

Енергетичні проблеми - одні з найважливіших світових проблем сьогодення вони зачіпають найбезпосереднішим чином багато країн. Недостатність виробництва електроенергії, її дорожнеча стримують не лише створення промисловості та переробних галузей, а й соціальний розвиток. Основу локальної енергетики складають дизельні генератори (ДГ) та дизельні електростанції (ДЕС) на їх основі. Як джерела електроенергії автономних систем електропостачання вони мають очевидні переваги і відомі недоліки, до головних з яких відносяться велика витрата органічного палива на вироблення одного кВт·год електроенергії та

забруднення навколишнього середовища. Водночас повноцінної заміни їм немає. Серйозною проблемою ізольованих від центральних енергосистем споживачів є далекий і дорогий транспорт палива, обмежений термінами сезонного завезення, що є однією з головних причин зниження надійності електропостачання.

Мета роботи є удосконалення системи електропостачання бензозаправки шляхом інтеграції фотоелектростанції.

Для досягнення поставленої мети в даній роботі необхідно було:

1. Провести аналіз електроспоживання АЗС, і виявити недоліки, які потребують поліпшень.
2. Розглянути можливі моделі систем автономного електропостачання на базі ВДЕ
3. Провести проектування та оптимізацію фотодизельної системи електропостачання.
4. На основі виконаного розрахунку зробити вибір електричного обладнання
5. Провести техніко-економічний розрахунок ефективності інтегрованої фотоелектричної станції на АЗС.

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Способи зниження втрат електроенергії в електромережах

Втрати електроенергії бувають абсолютні (загальні), технологічні і комерційні (в кВт·год або %). Абсолютні втрати є різницею електроенергії, відпущеної в мережу і корисно відпущеною.

Електроенергія, відпущена в мережу, визначається за сумарним показанням електрولیчильників, встановлених у джерел електроенергії, корисно відпущена – за сумарним показанням електрولیчильників, встановлених у споживачів електроенергії та оплаченою споживачами [1-3].

Відносні загальні втрати визначаються шляхом поділу абсолютних втрат на електроенергію, відпущену в мережу (зазвичай у %), відносні технологічні втрати: шляхом поділу технологічних втрат на загальні втрати (зазвичай в %), відносні комерційні шляхом поділу комерційних втрат на загальні втрати (зазвичай у %). Технологічні втрати визначаються розрахунковим шляхом. Вони зумовлені фізичними процесами передачі та розподілу електроенергії, поділяються на умовно-постійні (практично незалежні від навантаження) та змінні (залежні від навантаження) і можуть бути виражені у кВт·год або % від абсолютних втрат.

Як правило, вони мають місце у проводах ліній електропередачі та в обмотках трансформаторів та електричних машин. Умовнопостійні втрати пропорційні квадрату напруги і найчастіше відбуваються у магнітопроводах трансформаторів та електричних машин. Це втрати на вихрові струми та на гістерезис. Комерційні втрати визначаються як різницю абсолютних і технологічних втрат і може бути виражені в кВт·ч чи % від абсолютних втрат. У цей вид втрат становить приблизно 15 % і більше від загальних втрат. В Іраку офіційно прийнято вважати, що вони не перевищують 13% [4-5].

Комерційні втрати мають дві складові: похибки при вимірі електроенергії, відпущеної в мережу, та корисно відпущеної електроенергії; б розкрадання електроенергії.

Похибки при вимірі кількості електроенергії залежать від похибок вимірювальних-комплексів – електролічильників, трансформаторів струму, трансформаторів напруги та ліній приєднання. На їхню величину впливає низький коефіцієнт потужності навантаження у споживачів, несиметрія напруги та несинусоїдність напруги в мережі. Особливо великі похибки мають старі електролічильники індукційного типу. Вони занижують показання до 15, а окремих випадках до 20 %. В даний час в республіці Ірак кількість електролічильників, з терміном служби, що закінчився, становлять 80-92% від загального числа. Крім того, треба враховувати, що на величину похибок впливають магнітні та електричні поля різної частоти, недовантаження та перевантаження вимірювальних комплексів, недостатня чутливість електролічильників при малих навантаженнях

1.2 Оцінка ресурсів сонячної енергетики: перспективи, особливості роботи та розрахунку

Відомо, що Сонце щомиті дає Землі понад 80 тисяч мільярдів кіловат енергії, тобто у кілька тисяч разів більше, ніж усі електростанції світу.[7] Населені пункти з невеликою кількістю населення, віддалені від джерел енергії, споживають малу кількість енергії, що значною мірою ускладнює процес формування потужної централізованої енергосистеми [6].

Використання відновлюваних джерел енергії може призвести до різкого зниження витрат бюджетних коштів на завезення палива для віддалених електростанцій, що працюють на паливі з вуглеводнів, а також до підвищення надійності доставки населенню електричної енергії Також розвиток альтернативної енергетики може стати стимулом для освоєння віддалених та важкодоступних територій з метою розвитку іншої діяльності [8].

Внаслідок відсутності численних необхідних вихідних даних для розрахунку технічного та економічного потенціалу сонячної енергії, вчені приймають низку припущень. Тому результати визначення технічного та економічного потенціалу сонячної енергії слід кваліфікувати як експертну оцінку, оскільки вона є єдиним методом, який використовується в даний час.

Технічний ресурс сонячної радіації при виробництві електроенергії знаходиться множенням валового потенціалу на 0,001 (Приймається частка площі) і на 0,15 (ККД фотоелектричних сонячних модулів [7,3]).

Економічний ресурс сонячної енергетики порівняно з іншими ВІЕ значно скромніший. Так, він більш ніж у 3,5 рази менший за вітрову енергетику і приблизно в 23 рази меншу за малу гідроенергетику.

Проте темпи розвитку сонячної енергетики передбачають найближчим часом значне поліпшення її економічного потенціалу, з досягнутого рівня техніки та сучасних економічних та господарських умов. Нині метод фотоелектричного перетворення на світі став одним із пріоритетних напрямів отримання сонячної електроенергії. Це обумовлено тим, що він забезпечує: максимальну екологічність перетворення енергії; можливість отримання енергії практично у будь-якому районі; значний термін служби; малі витрати на обслуговування; незалежність ефективності перетворення сонячної енергії від встановленої потужності. Важливою обставиною є той факт, що сонячні фотоелектричні установки (СФЕУ) відрізняються відносною простотою конструкції, низькою металоємністю, можуть працювати з однаковою ефективністю в будь-якому діапазоні потужності та на будь-якій географічній широті. Проблеми практичної реалізації будівництва СФЕУ обумовлені передусім високою вартістю фотоперетворювачів.

Конструктивно СФЕУ містить (рисунк 1.1):

- сонячні батареї (СБ), що містять фотоелементи;
- інвертор (І), виконаний на напівпровідникових приладах, як правило, у своїй конструкції, що містить трансформатор;
- акумуляторні батареї (АБ);
- систему управління та захисту (СУЗ).

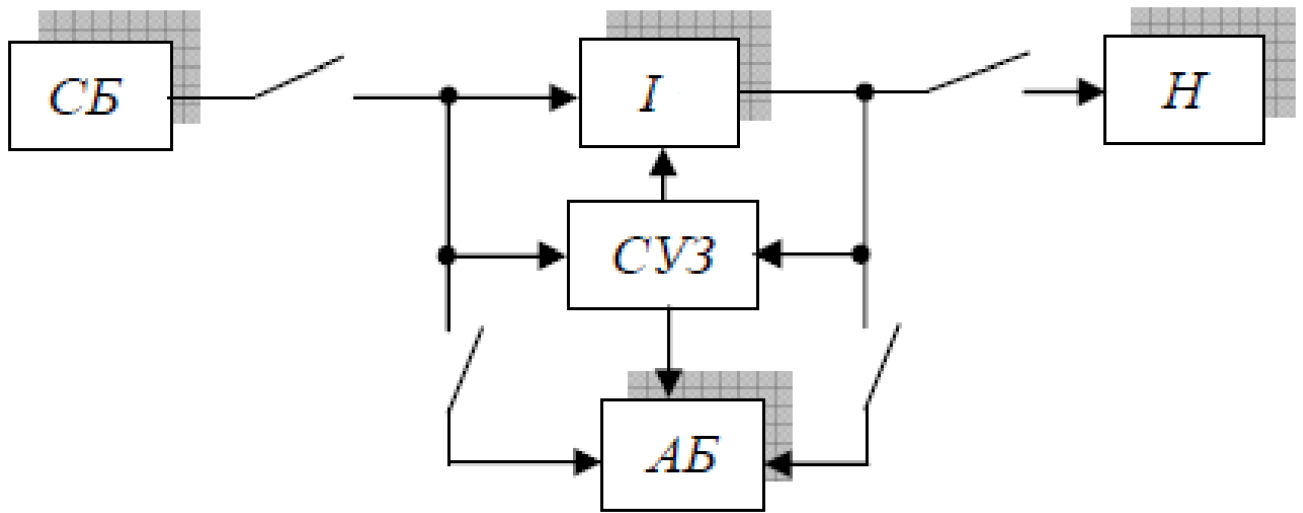


Рисунок 1.1 – Структурна схема СФЕУз підключеним навантаженням

Сонячні батареї СБ перетворюють енергію сонячного випромінювання на електричну енергію постійного струму. Інвертор перетворює напругу постійного струму в напругу змінного струму, яке трансформатор здійснює узгодження напруги сонячних батарей СБ з напругою навантаження Н. Акумуляторні батареї є резервним джерелом живлення. Система управління та захисту СУЗ забезпечує стабілізацію напруги, перехід живлення навантаження від резервного джерела та захист пристрою від аварійних режимів роботи [9].

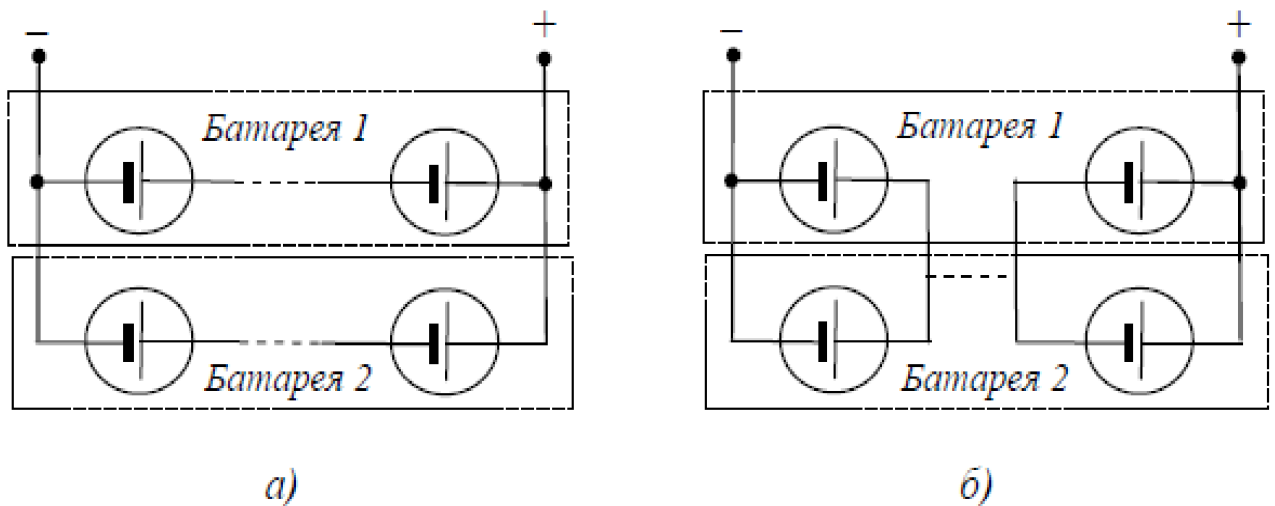


Рисунок 1.2 – Схеми включення елементів сонячних батарей

Струм СФЕУ можна збільшити за допомогою паралельного включення сонячних батарей (рисунок 1.2, б). Сонячні батареї повинні мати однакову

кількість елементів, що забезпечують однакову напругу. Внаслідок різної освітленості сонячних елементів, показаних на рисунку 1.2, а генеровані ними напруги будуть трохи відрізнятися один від одного. Тому ефективно працюватиме лише один сонячний елемент. При включенні сонячних елементів за схемою, показаною на рисунку 1.2, напруги, що генеруються ними, більш рівномірно розподіляються по сонячній батареї. Внаслідок цього часткове затінення елементів не принесе шкоди для роботи сонячної батареї [10].

Для збільшення напруги СФЕУ необхідно послідовно включати елементи сонячних батарей. Напруга в цьому разі дорівнюватиме сумі напруги на всіх складових сонячних елементів. Струм, що віддається СФЕУ, буде обмежений струмом найгіршого елемента.

Для СФЕУ з великою площею сонячних панелей, що складаються з безлічі послідовно-паралельних сполучених осередків, необхідно враховувати тінювий ефект, який виникає при частковому затемненні панелі. Якщо комірка в послідовному ланцюгу повністю затемнена, вона з джерела енергії перетворюється на споживача. Через послідовний зв'язок з освітленими осередками в колі протікає струм, що розігріває затінений осередок потужністю втрат, що виділяється на її внутрішньому опорі. Таким чином відбувається зменшення електричної потужності СБ. Для того, щоб зменшити вплив тінювого ефекту на енергетичні характеристики СБ, послідовний ланцюг фотоелектричних модулів за допомогою обхідних діодів ділять на кілька ділянок (рисунок 1.3).

Відомо, що СБ, що генерується, потужність збільшується при більш низьких температурах. Однак максимуму потужності при різних температурах відповідають різні напруги. Для усунення цього недоліку СФЕУ повинен мати стабілізатор напруги.

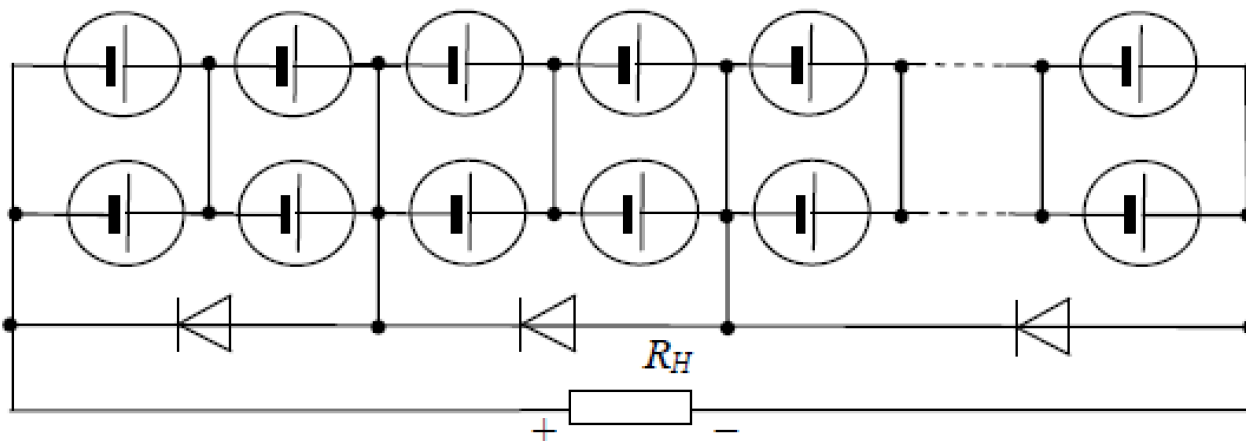


Рисунок 1.3 – Схема включення обхідних діодів між сонячними елементами СБ

Величина навантаження СБ у значній-ступеня впливає на величину потужності, що знімається з неї. Робоча точка фотоелектричної панелі може бути визначена як точка перетину її ВАХ із ВАХ навантаження. Так само може бути визначена робоча точка на перетині енергетичних характеристик фотоперетворювача і навантаження. З рисунок 1.4 видно, що максимальну потужність можна зняти з СБ на навантаженні з опором R_2 .

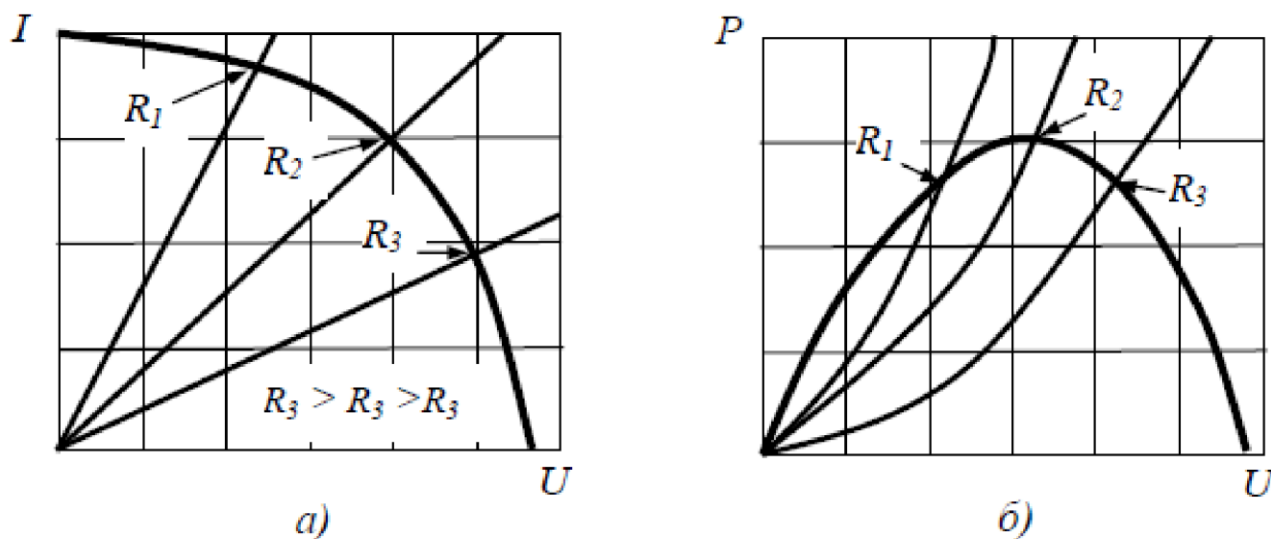


Рисунок 1.4 – ВАХ фотоперетворювача при різних опорах навантаження (R_1 , R_2 , R_3)

Сонячні елементи на основі кремнію мають ККД 12 - 15%. ККД лабораторних зразків нині сягає 23%. Світове виробництво сонячних/елементів перевищує 50 МВт на рік та збільшується щорічно-на 30%.

Вплив інтенсивності сонячного випромінювання з вигляду вольтамперної характеристики (ВАХ) сонячної батареї (СБ) ілюструється кривими наведеними на рисунку 1.5, а. При зниженні інтенсивності сонячного випромінювання ВАХ фотоелемента зсувається донизу, що визначає значне зниження струму короткого замикання. Напруга холостого ходу при цьому зменшується незначно [11-12].

Кут падіння сонячних променів на поверхню впливає на інтенсивність опромінення фотоелектричної СБ. Струм навантаження, джерелом якого є СБ, визначається за формулою

$$I_h = I_o \cdot \cos a \quad (1.1)$$

де I_o - максимальний струм панелі, що опромінюється перпендикулярно падаючими світловими променями, а - Кут падіння сонячних променів, відкладений від нормалі приймальної поверхні-панелі.

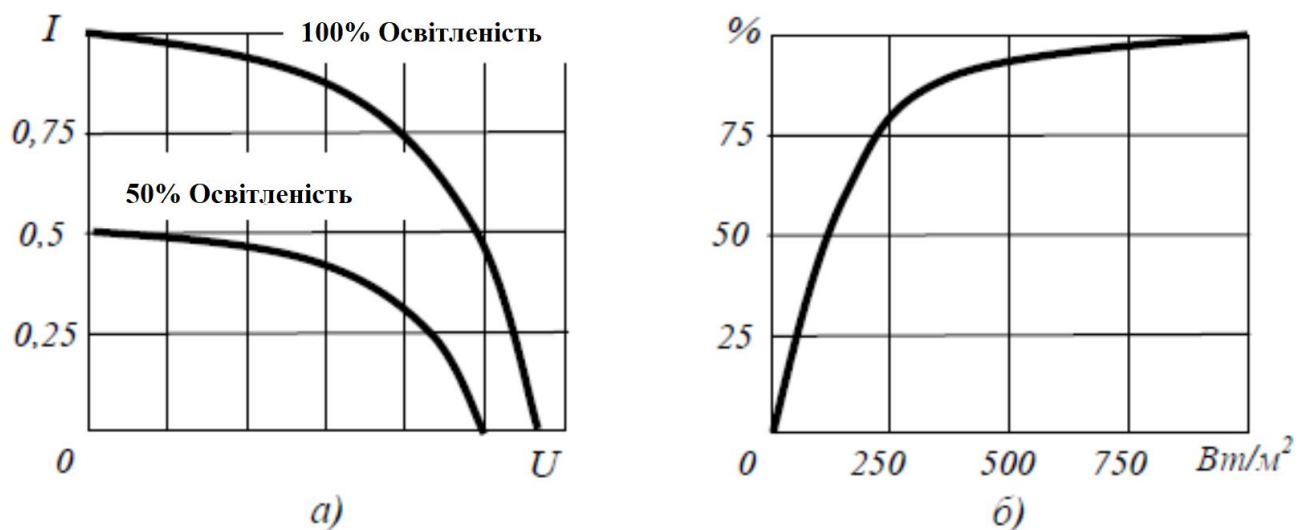


Рисунок 1.5 – ВАХ фотоелемента (а) та залежність ефективності фотоперетворення (б) від інтенсивності сонячного випромінювання

Залежність (1.1) дає задовільний результат для кутів $a = 0 - 50^\circ$. При збільшенні кута параметри фотоперетворювального модуля помітно відхиляються від косинусоїдальної залежності і при $a = 85^\circ$ фотоелемент припиняє генерувати електроенергію. ККД фотоперетворювального модуля (елемента) мало залежить від інтенсивності сонячного випромінювання у робочому діапазоні. На рисунку 1.5, видно, що у діапазоні зміни інтенсивності сонячного

випромінювання 800 – 1000 Вт/м² ефективність фотоперетворення змінюється незначно. Отже, потужність СБ у хмарний день знижується порівняно із сонячним тільки через меншу сонячну енергію, що падає на приймальну поверхню фотоперетворювача. Зазвичай, за невеликої хмарності, СБ може видавати до 80% своєї максимальної потужності. У похмуру погоду ця величина знижується до 30%. Основними недоліками сонячних фотоелектричних станцій (СФЕС) є:

- висока вартість фотоелементів, що перетворюють сонячну радіацію на електроенергію постійного струму;
- застосування інверторів, що здійснюють перетворення електроенергії постійного струму на електроенергію змінного струму, знижують їх ККД;
- наявність акумуляторних батарей, що застосовують як резервні джерела, і забезпечують безперебійне електропостачання споживачів, значно підвищує вартість сонячної електростанції.

Ці недоліки призводять до того, що в даний час вартість електроенергії, що виробляється за допомогою СФЕС, перевищує кілька разів вартість електроенергії, що виробляється від традиційних джерел електроенергії.

Сонячні електростанції можна використовувати як вирішення локальних енергетичних завдань, і глобальних проблем енергетики. Найбільш практичне застосування у світі отримали гібридні (комбіновані) сонячно-паливні електростанції з параметрами: ККД близько 14%, температура пари 371⁰С, тиск пари 100 бар [13].

Оскільки питома вартість сонячної електростанції не залежить від її розмірів та потужності, у ряді випадків доцільно модульне розміщення СФЕС на даху сільського будинку, котеджу, ферми. Власник СФЕС продаватиме електроенергію енергосистемі вдень, і купуватиме її в енергетичній компанії за іншим лічильником у нічний час. Перевагою такого використання, окрім політики заохочення малих та незалежних виробників енергії, є економія на опорних конструкціях та площі землі, а також поєднання функції даху та джерела енергії.

В зв'язку з високою надійністю термін служби СФЕС за основним компонентом - кремнієм та сонячними елементами-може бути збільшений до 50 – 100 років. Для цього потрібно виключити з технології герметизації полімерні

матеріали. Єдиним/обмеженням може бути необхідність їх заміни більш ефективні. ККД 25 - 30% буде досягнуто у виробництві в найближчі 10 років. У разі заміни сонячних елементів кремній може бути використаний повторно та кількість циклів його використання не має обмежень у часі.

Вихідними даними визначення економічної ефективності використання СФЭС являються:

- середньомісячна денна енергетична освітленість E (кВт/м²); середні річні суми сумарної-радіації на горизонтальну
- поверхню $E_{\text{РІК}}$ (кВт год/м²); середньомісячні суми сумарної радіації на горизонтальну поверхню $E_{\text{МІС}}$ (кВт год/м²).

Технічно прийнятний рівень сонячної радіації в даний час може бути визначений з виразу:

$$E \geq 0,2 \text{ кВт/м}^2 \quad (1.2)$$

Для виробництва електричної енергії змінного струму, крім власного фотоелектричного перетворювача, потрібен автономний інвертор (АІ), акумуляторні батареї (АБ) та комутаційна апаратура, узгоджувальні пристрої та ін.

Для визначення необхідної потужності СБ необхідно використовувати дані не про повну встановлену потужність споживачів електроенергії, а про середньодобове споживання електроенергії W [14].

Експлуатація автономних СФЕС як багаторічної безперервної роботи передбачає відсутність періодичної підзарядки АБ від зовнішньої мережі. В цьому випадку СБ при мінімумі її пікової потужності має повністю забезпечити електроенергією автономний об'єкт.

Для визначення потужності СФЕС необхідно розрахувати загальну кількість електроенергії, яка може виробити один сонячний модуль за розрахунковий проміжок часу. Для розрахунку необхідно значення сонячної радіації, яке береться за період роботи станції, коли сонячна радіація є мінімальною $E_{\text{МІС}}$. У разі цілорічного використання, як правило, це за грудень.

Визначивши значення сонячної радіації за період, що цікавиться і розділивши його на 1000, виходить так звана кількість пікогодин, тобто, умовний

час, протягом якого сонце світить як би з інтенсивністю 1000 Вт/м. Сонячний модуль потужністю P_M протягом вибраного періоду виробляє кількість енергії

$$W_M = \frac{k P_M E}{1000} \text{ кВт.} \quad (1.3)$$

E - Значення інсоляції за обраний період, кВт; k - Коефіцієнт, що враховує поправку на втрату потужності сонячних елементів при нагріванні на сонці, а також похило падіння променів на поверхню модулів протягом дня.

1.3 Висновки до розділу

Розглянуті особливості роботи та розрахунку економічної ефективності СФЕС дозволяє підвищити ефективність передпроектних робіт з розробки комбінованих (гібридних) станцій, що генерують електричну та теплову енергію, одержувану від сонячної радіації.

2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Оцінка потенціалу для застосуванням ВДЕ

Режим електропостачання передбачає роботу АЗС від ФЕС вдень разом із зарядом акумуляторів, а вночі живлення виробляється від АКБ. Потужність ФЕС доцільно вибрати з техніко-економічних міркувань після аналізу вироблення потужності за допомогою калькулятора "Helios House" та даних метеослужб Західної України [15].

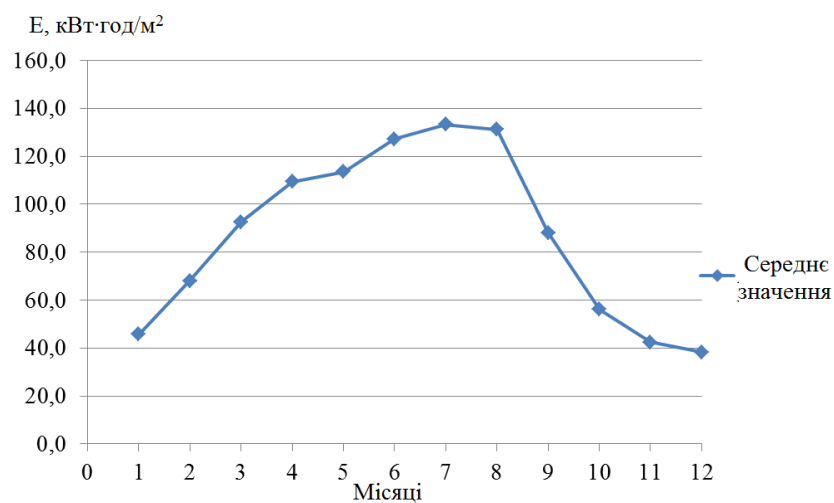


Рисунок 2.1 – Графік зміни середньомісячного значення густини енергії сонячного випромінювання протягом року

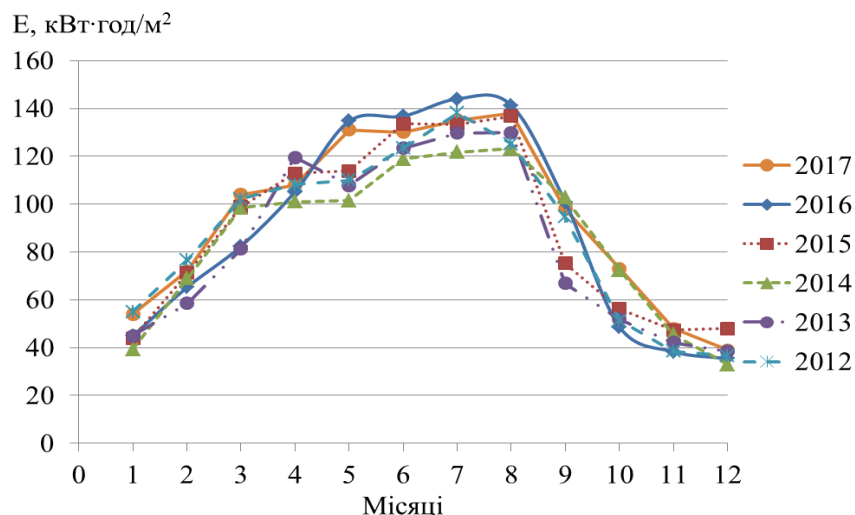


Рисунок 2.2 – Графік помісячної зміни густини енергії сонячного випромінювання для кожного місяця за 2012 - 2017 рік

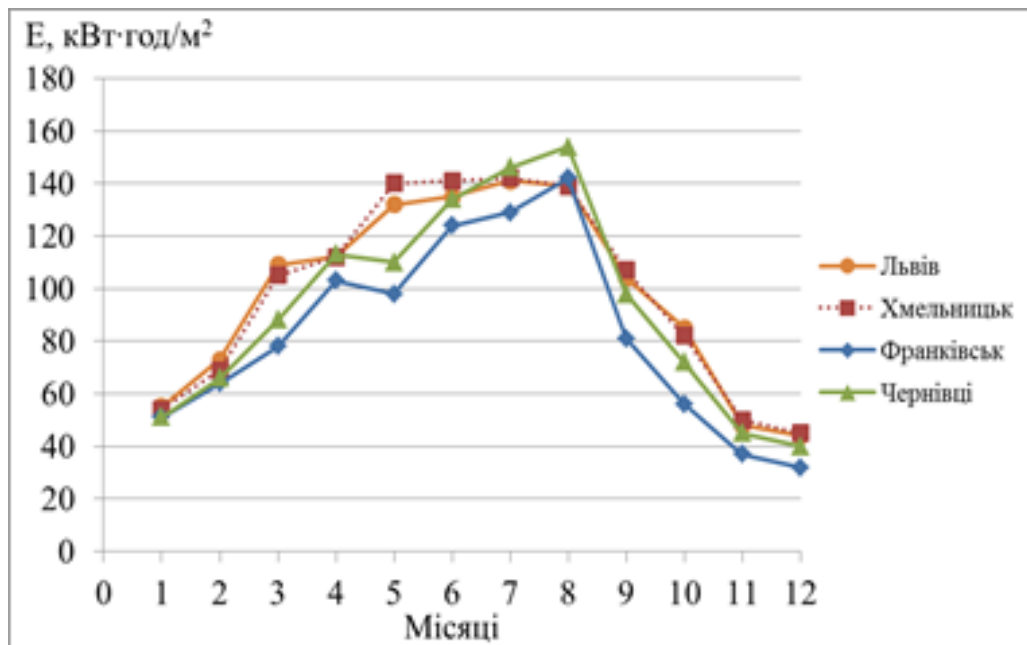


Рисунок 2.3 – Графік зміни густини енергії сонячного випромінювання протягом кожного місяця

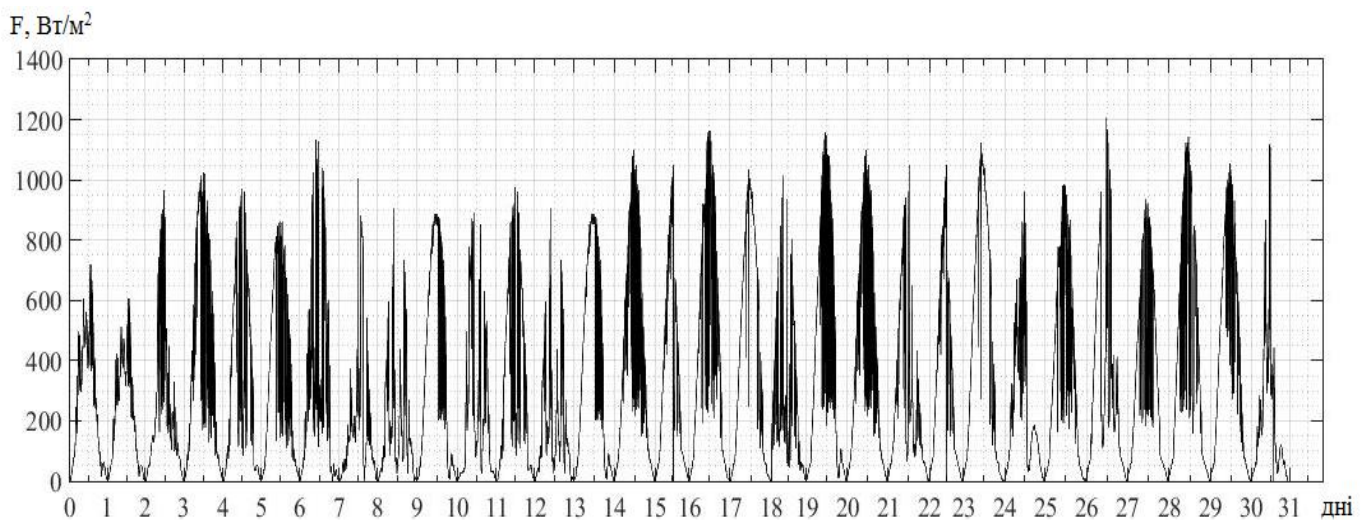


Рисунок 2.4 – Графік зміни густини потоку сонячного випромінювання протягом травня

Дані графіки чітко показують потужні значення сонячної інсоляції вдень, що триває з 5.00 до 21.00 влітку, а також з 7.00 до 17.00 взимку.

2.2 Порівняльний аналіз розміщення схем сонячних електростанцій

Для розміщення АЗС було обрано Західну Україну, оскільки для нього проводилися дослідження щодо ефективності використання сонячної енергетики.

Всі об'єкти АЗС у сукупності виконуються як єдиний комплекс, з невеликим наповненням, але функціонально самостійний. Порівняльний аналіз схем станцій дозволяє виділити постійні принципи проектування та основні функціональні блоки в структурі сучасних АЗС.

Рекомендації розміщення ВДЕ на АЗС: найкращим місцем для встановлення джерел сонячної енергії є покрівля навісу, оскільки вона має найбільшу площу поверхні з усіх об'єктів АЗС, максимально височить над об'єктами і деревами, буває найменш затінена. Важливо враховувати орієнтацію для отримання максимального потоку сонячних променів.

Сонячна електрика максимально ефективно, коли сонячне світло попадає перпендикулярно на поверхню, отже, для підвищення ефективності враховують орієнтацію панелей, яка відповідає середньорічним параметрам положення сонця в зеніті. Нахил та орієнтація може формуватися конфігурацію навісу в залежності від орієнтації та розміщення АЗС на плані. Таким чином, виходячи з вищеперечисельного, визначається силует навісу.

За наявності рекламного щита його можна також використовувати для встановлення і отримання енергії сонця. На рисунку 2.6 проілюстровано використання установки на рекламному щиті для живлення щита, навісу та магазину. Також за такого розташування сонячних панелей ефективніше використовувати рекламний щит як окремий блок живлення, при цьому розміщати сонячні панелі на навісі.

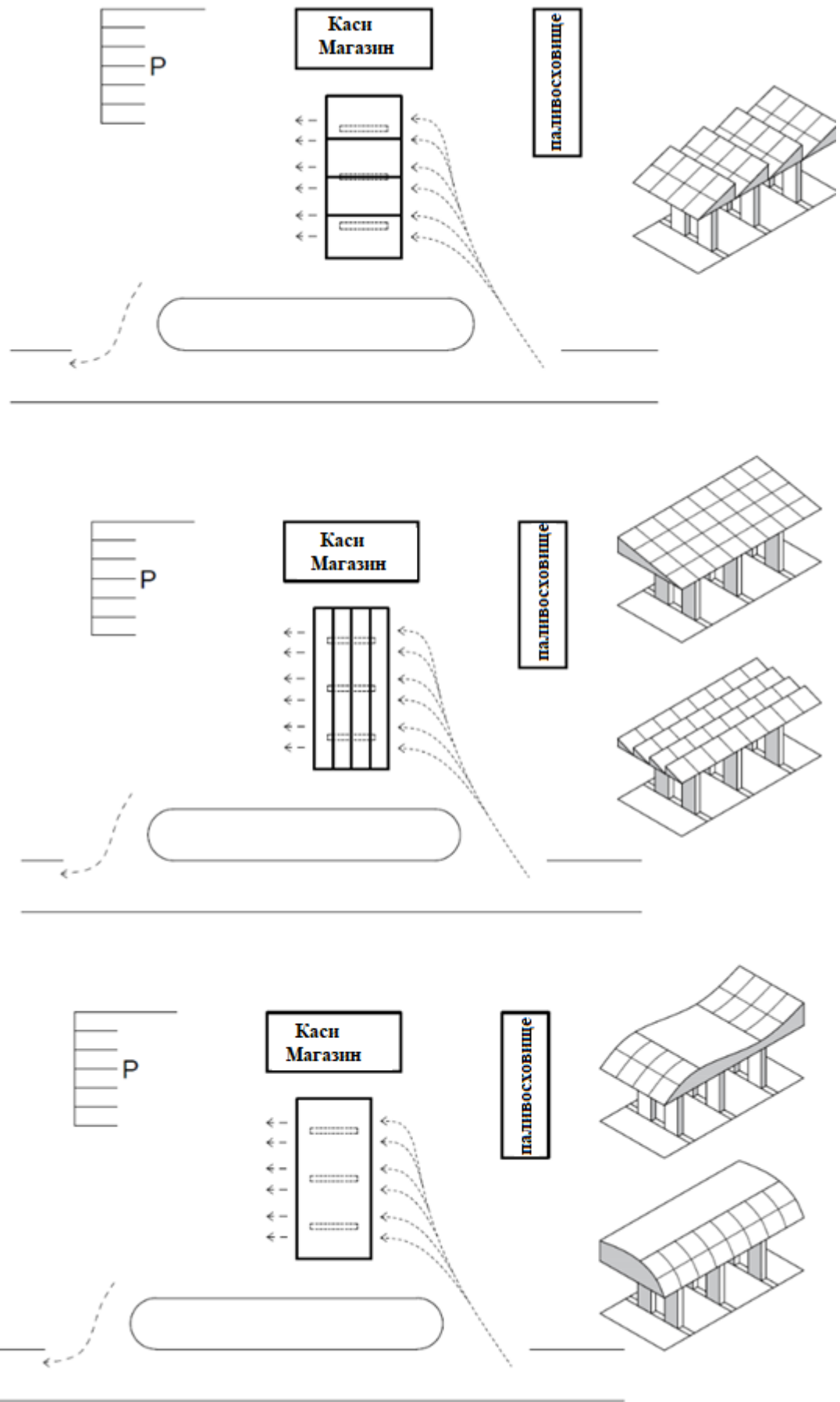


Рисунок 2.5 – Варіанти форми навісу із встановленням сонячних панелей

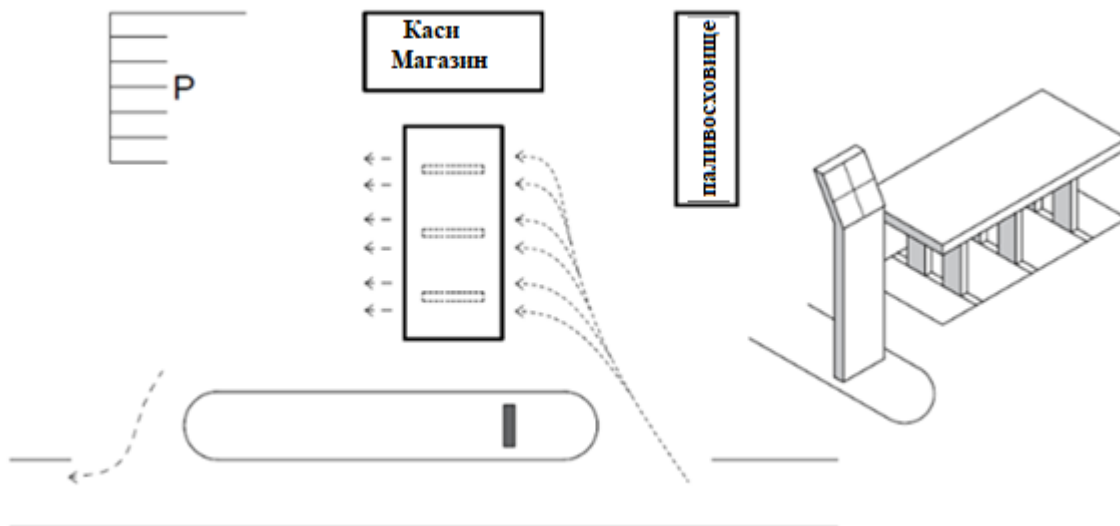


Рисунок 2.6 – Встановлення сонячних панелей на рекламному щиті

Сьогодні на альтернативних джерелах енергії працюють не лише автомобілі, а й деякі АЗС. Мабуть, серед них найефективніша технологія – отримання сонячної енергії.

Експерименти із забезпеченням автозаправних станцій електроенергією для повного забезпечення потреб об'єкту розпочали проводити досить давно.

Принцип дії фотоелектричної станції складається в прямому перетворенні енергії сонця в електричну за допомогою батарей. Перетворення сонячного світла в електричну відбувається в фотоелементах батарей, які під впливом сонячного світла виробляють постійний струм. Енергія може бути використана безпосередньо споживачами. Крім того, її можна накопичувати в акумуляторних батареях для подальшого споживання. Для отримання змінного струму використовуються перетворювачі постійного струму змінний - інвертори. Є два типи фотоелектричних систем: автономні та з'єднані з електричною мережею мережеві фотоелектричні системи електропостачання.

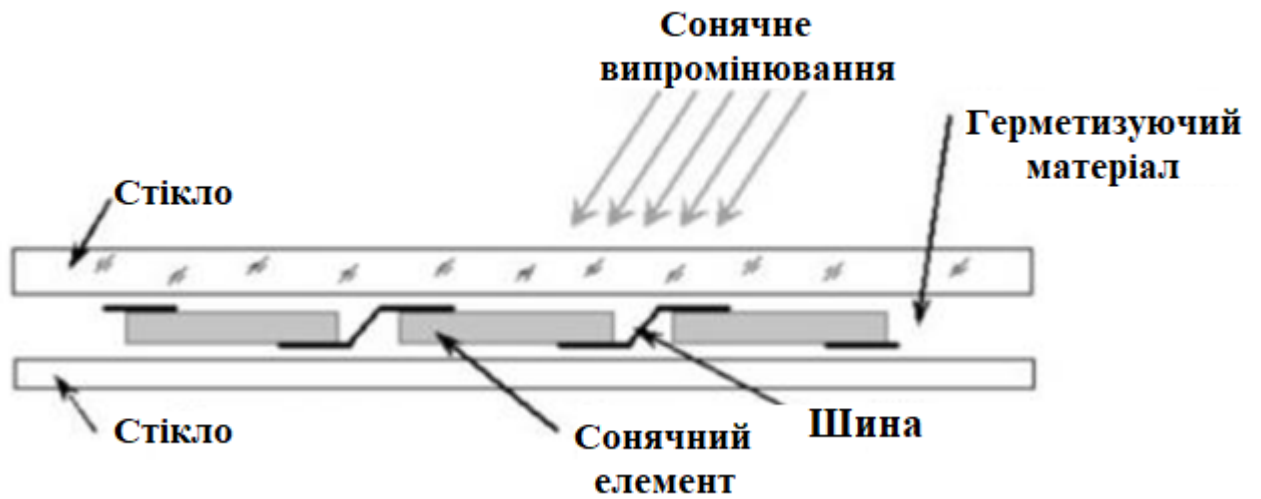


Рисунок 2.7 – Схема будови сонячної батареї

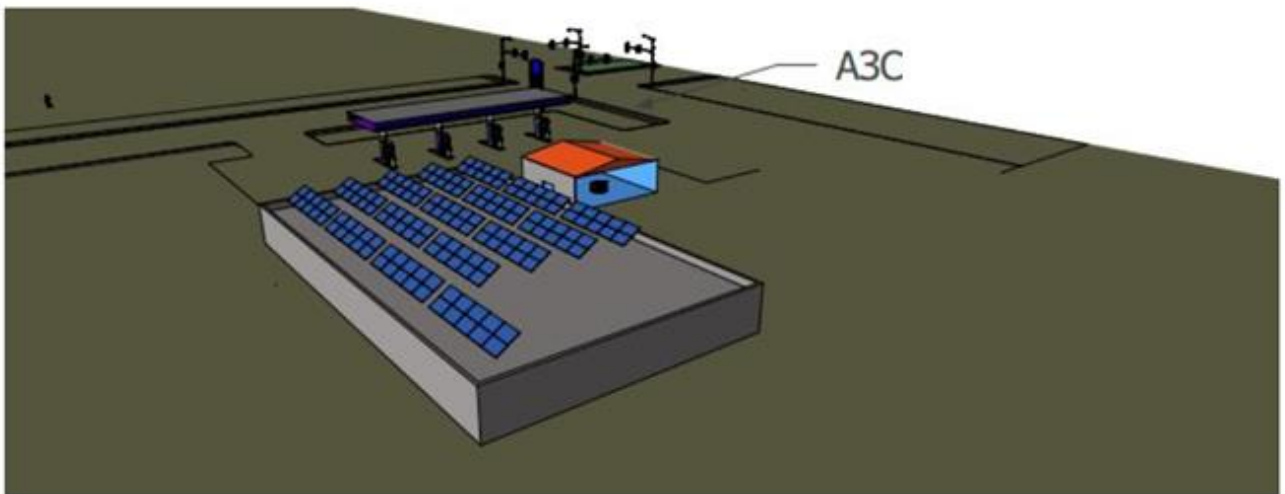


Рисунок 2.8 – Модель автозаправної станції із розміщення сонячних батарей

2.3 Аналіз електроспоживання енергії на АЗС

Склад електроспоживаючого обладнання об'єктів автономного електропостачання (наприклад, автозаправної станції, котеджного селища, фермерського господарства тощо) відрізняється значною різноманітністю за потужністю та часом використання. Електроспоживання має дуже нерівномірний характер протягом доби, місяця, сезону та року в цілому. Якщо розрахувати середньозважену потужність, яку споживає господарство, то вона виявиться не дуже високою. Основну увагу слід приділити піковій потужності, що споживається.

Для електроприймачів III категорії електропостачання може виконуватися від одного джерела живлення за умови, що перерви електропостачання, необхідні для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищують 1 доби. За ступенем забезпечення надійності електропостачання електроприймачі АЗС належать до III категорії.

Виняток становлять електроприймачі протипожежних пристроїв, охоронної сигналізації та аварійне (евакуаційне) освітлення. Зазначені електроприймачі є споживачами першої категорії.

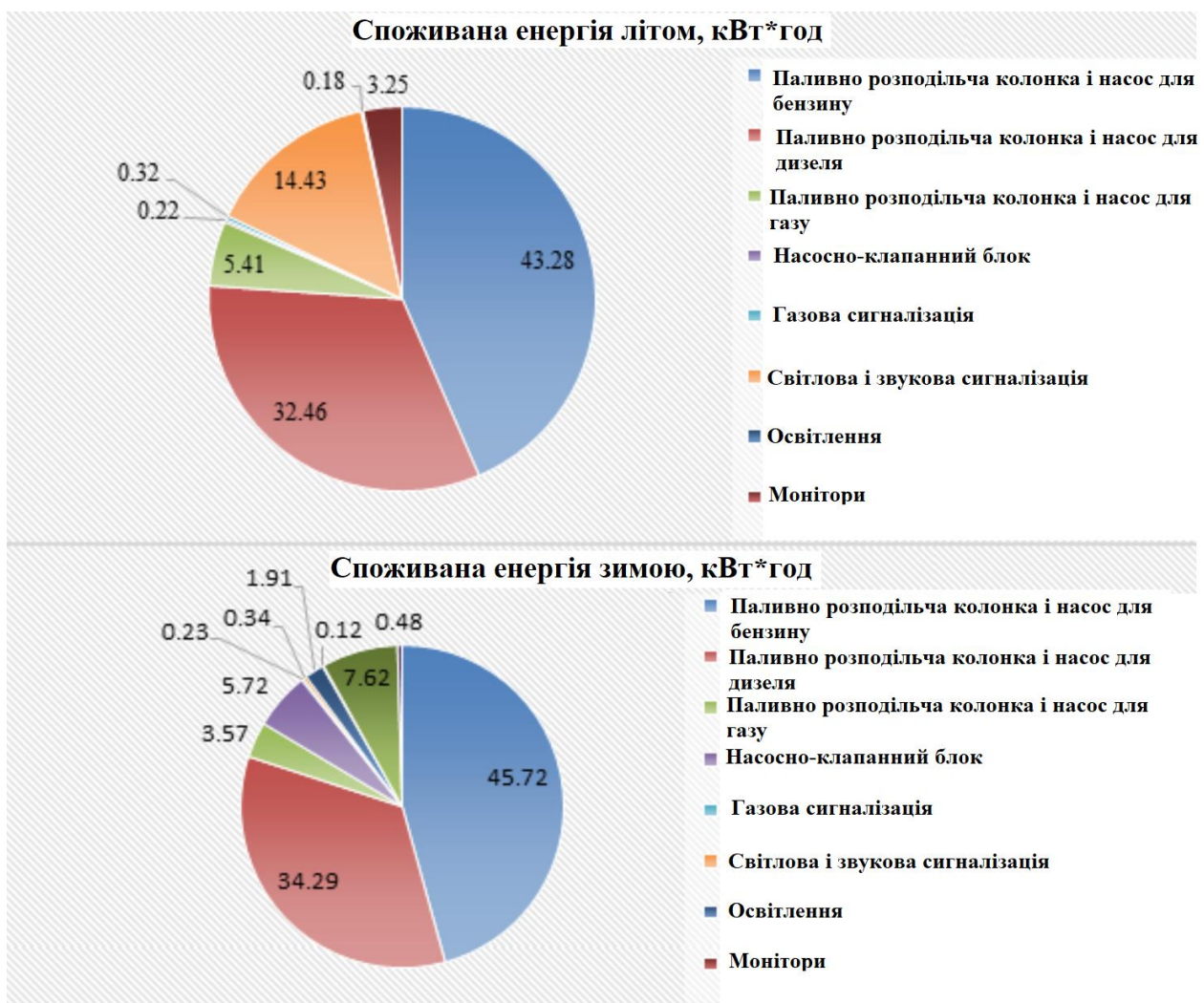


Рисунок 2.9 – Структура споживання електроенергії на АЗС

Використання ВДЕ в гібридних системах енергозабезпечення об'єктів скорочує час роботи ДЕС, що приводить до зменшення об'ємів споживання палива і збільшенню терміну використання дизельних генераторів

Підсумкове добове споживання за зимовий день:

$$W_{\text{доб}} = \sum W_i = 4,05 + 4,05 + \dots + 0,05 + 0,05 = 238,95 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.1)$$

Підсумкове добове споживання за літній день:

$$W_{\text{доб}} = \sum W_i = 4,05 + 4,05 + \dots + 0,05 + 4,05 = 221,79 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.2)$$

Згідно отриманих даних будується добовий графік споживання електроенергії АЗС рисунок 2.10.

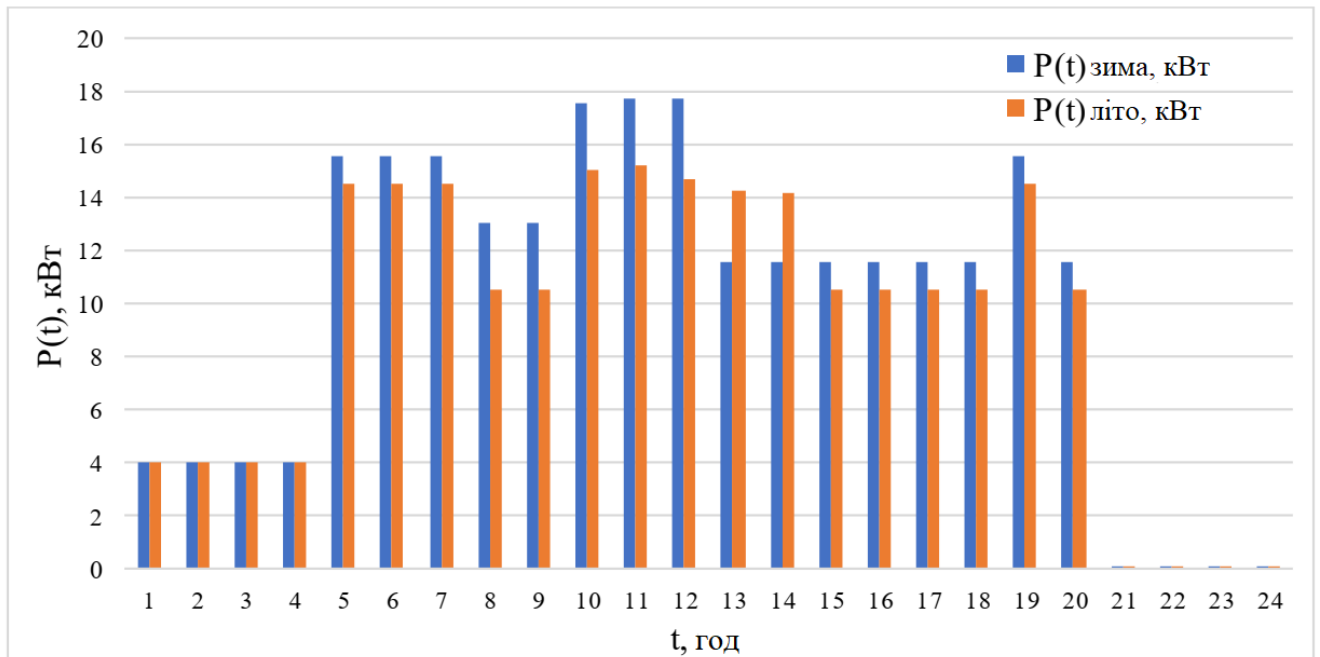


Рисунок 2.10 – Добовий графік споживання електроенергії АЗС для зимового та літнього періоду

Річне споживання електроенергії розраховується за наступним виразом

$$W_{\text{ср. рік.}} = (W_{\text{ср. доб. зима}} \cdot 30 \cdot 6) + (W_{\text{ср. доб. літо}} \cdot 30 \cdot 6) = \\ = (238,95 \cdot 30 \cdot 6) + (221,79 \cdot 30 \cdot 6) = 82845 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.3)$$

Визначимо середньодобове навантаження для зимового та літнього графіка:

$$P_{\text{ср. літо}} = \frac{W_{\text{ср. літо}}}{24} = \frac{221,79}{24} = 9,24 \text{ кВт} \quad (2.4)$$

$$P_{\text{ср. зима}} = \frac{W_{\text{ср. зима}}}{24} = \frac{238,98}{24} = 9,96 \text{ кВт} \quad (2.5)$$

Таблиця 2.1 - Середньодобове навантаження і енергія споживача в році

Сезони	$P_{\text{вечірн.макс}}$, кВт	$P_{\text{ср.доб}}$, кВт	$W_{\text{ср.доб}}$, кВт·год
Зима	18	9,96	238,95
Літо	14,55	9,24	221,79

Наступним кроком у розрахунку фотоелектричної системи електропостачання буде підрахунок загального добового енергоспоживання системи. Потужність кожного з приладів множиться на кількість аналогічних приладів (одного типу та потужності) та середньодобовий час роботи даного приладу. Сума отриманої енергії у кВт·год є добове енергоспоживання системи. Розглянемо приклад розрахунку енергоспоживання. Нехай є 4 шт паливорозподільчих колонки (ПРК) та насос для бензину з потужністю в 1,5 кВт, що працює 16 годин на добу, 3 шт ПРК і насос для дизельного палива, потужністю 1,5 кВт кожна, що працюють по 16 годин на добу паливорозподільчі колонки та насос гасу з потужністю 1,5 працюючий 5 годин на добу, 1 шт кВт, насосно-клапанний блок з потужністю 2 кВт, працюючий 3 години на добу, 2 шт, газова сигналізація з потужністю 0,02 кВт, працюючий 24 години на добу, 1шт , світлова та звукова сигналізація з потужністю в 0,03 кВт, що працює 24 години на добу, 1шт, телевізор з потужністю в 0,13 кВт, що працює 2 години на добу, 1шт, Повітрянагрівач з потужністю 1 кВт, що працює 16 годин на добу, 1шт, помпа з потужністю в 0,5 кВт, що працює 2 години на добу, 1шт : $1,5\text{кВт} \times 4\text{шт} \times 16\text{ годин} + 1,5\text{кВт} \times 3\text{шт} \times 16\text{ годин} + 1,5\text{кВт} \times 1\text{шт} \times 5\text{годин} + 2\text{кВт} \times 2\text{шт} \times 3\text{ години} + 0,02\text{кВт} \times 1\text{шт} \times 24\text{ години} + 0,03\text{ка} + 0,13\text{ кВт} \times 1\text{шт} \times 2\text{ години} + 1\text{ кВт} \times 1\text{шт} \times 16\text{ годин} + 0,5\text{ кВт} \times 1\text{шт} \times 2\text{ години} = 205,96\text{ кВт}\cdot\text{год}$.

Місячне енергоспоживання становитиме 6178,8 кВт·год

Розрахунок необхідно проводити окремо для навантажень, що використовують постійний струм, та окремо для навантажень змінного струму, оскільки потрібно буде враховувати й втрати в інверторі, що становлять 5-10%.

Потім необхідно розрахувати ємність та кількість акумуляторних бата рей, вибрати тип батареї. Бажано використовувати гелеві акумулятори Delta GEL 12 - 200 , для цього типу акумуляторів характерна глибока зарядка та розрядка. Його висока ефективність. Низька втрата батареї, низький саморозряд акумулятора.

Можна розмістити у будь-якому положенні. Його висока стійкість до ударів та вібрацій. Не потребують обслуговування. Призначений для повільного розряду протягом тривалого періоду часу. Це один з найбільш підходящих та найкращих типів сонячної енергетичної системи. Працює за умов високих температур. Його термін служби більше у порівнянні з кислотними батареями, також необхідно визначити, скільки енергії нам необхідно отримувати від акумуляторної батареї. Як правило, це визначається кількістю днів, протягом яких навантаження будуть працювати від акумулятора без його додаткової підзарядки. Необхідно також враховувати особливості роботи цієї системи електропостачання. У разі проектування комбінованої системи електропостачання, до якої входить дизель-або бензогенератор і модулі ФЕУ додаються для підвищення потужності та зниження витрат, то в цьому випадку можна вибрати акумуляторну батарею меншою, ніж розрахункова, ємності, оскільки її підзарядка можлива в будь-який момент часу.

Після розрахунку добового енергоспоживання системи необхідно визначити ємність акумуляторних батарей. Для цього підбирається номінальна напруга блоку акумуляторних батарей і задається кількість «хмарних» днів (днів, коли сонячна система буде працювати тільки від акумуляторів). Номінальна напруга може становити 12В, 24В, 48В і т.д., тобто має бути кратно 12В. Основними критеріями вибору номінальної напруги блоку АБ є:

- 1) наявність електронавантажень постійного струму;
- 2) загальна потужність системи. Чим більша потужність системи, тим вище має бути номінальна напруга блоку АБ.

Для малопотужних систем (менше 1 кВт) можливе застосування акумуляторної батареї з номінальною напругою 12В. Підбір акумуляторних батарей в залежності від загальної потужності системи забезпечує більш ефективну роботу інверторів та сприяє зменшенню струмів, що протікають через контролер, інвертор та кабелі.

Також слід враховувати той факт, що термін служби акумуляторної батареї залежить від глибини розряду, яка повинна становити не більше 50-60% від ємності АБ. Кількість енергії, накопиченої в АБ, розраховується множенням ємності акумулятора на її номінальну напругу.

Величина добового енергоспоживання, помножена на кількість, так званих, «хмарних» днів, - якраз і має скласти ці 50-60% від ємності. Наприклад, кількість «хмарних» днів, тобто днів безпідзарядки від сонячних батарей становить 3 дні. Отримавши, у разі, величину добового енергоспоживання 205,96 кВт·год множимо число днів – 3 і ділимо середню кількість днів – 50%:

$$205,96 \text{ кВт}\cdot\text{год} \cdot 3 : 0.5 = 1235,76 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Ця кількість енергії, яка повинна бути у повністю зарядженій акумуляторній батареї. Втрати акумуляторної батареї при різних температурах враховуються за допомогою спеціальних температурних коефіцієнтів. Цей коефіцієнт враховує зменшення ємності АБ при зниженні температури навколишнього середовища у приміщенні, де розміщені акумуляторні батареї.

Таблиця 2.2 – Температурний коефіцієнт для акумуляторної батареї

Температура	у градусах	Коефіцієнт
Фаренгейта	Цельсія	
80F	26.7C	1.00
70F	21.2C	1.04
60F	15.6C	1.11
50F	10.0C	1.19
40F	4.4C	1.30
30F	-1.1C	1.40
20F	-6.7C	1.59

Помноживши отримане значення величину температурного коефіцієнта, ми отримаємо значення необхідної ємності акумуляторних батарей. Місткість акумуляторних батарей вибирається із стандартного ряду ємностей, із заокругленням у велику сторону від розрахункової. Щоб було зрозуміліше, розрахункова ємність є величина, отримана/від поділу сумарної потужності споживачів на добуток напруги АБ та глибини розряду акумулятора.

В нашому прикладі, сумарна потужність споживачів дорівнює 205,96кВт·год. глибина розряду - 50%, а номінальна напруга акумуляторної

батареї 12В. Розрахункова ємність у нашому випадку становитиме (при повністю автономній сонячній електростанції без урахування днів роботи без підзарядки).

$$205,96 / (12 \cdot 0,5) = 34,3 \text{ A} \cdot \text{год} \quad (2.6)$$

Точніший розрахунок проводиться за формулою:

$$E = (P \cdot 1000 / 12) \cdot T \cdot 1,2 \quad (2.7)$$

де: E – ємність 12-ти вольтових батарей,

P – середнє споживання за годину,

T – необхідне час автономної роботи акумулятора,

1.2 – коефіцієнт втрати потужності.

Середнє споживання P визначається або шляхом підрахунків, або зняттям реальних показань лічильника. Час автономної роботи T – 3 доби « похмурих днів» (у нашому прикладі). Середнє споживання складе при середньодобовому споживанні 205,96 кВт·год.

$$P = 205,96 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 24 \text{ год} = 8,582 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.8)$$

Ємність батарей:

$$E = (8,582 / 12) \cdot 72 \text{ год} \cdot 1,2 = 61,79 \text{ A} \cdot \text{год} \quad (2.9)$$

Звідси слід, що мінімально необхідна ємність акумуляторних батарей у нашому випадку має становити 62 А·год. Враховуючи, що насправді батареї не працюють у розрахункових ідеальних умовах, слід підбирати акумулятори із запасом по ємності не менше 10-20 відсотків. Т. е. ємність акумуляторного блоку в нашому прикладі повинна бути 950-1000 А·год. Кількість паралельно з'єднаних акумуляторів в автономній сонячній системі знаходимо шляхом поділу отриманого значення ємності на ємність окремо взятого акумулятора.

Наступний етап – визначення потужності інвертора. Потужність інвертора підбирається, з сумарної потужності підключених одночасно електроприладів плюс щонайменше 25% запасу потужності. При виборі інвертора необхідно пам'ятати, деякі електро побутові прилади в момент пуску споживають потужність, що в кілька разів перевищує паспортну. Так, глибинні насоси в момент запуску споживають потужність у 3-4 рази, а компресорний холодильник у 12 разів більший, ніж зазначено в паспорті. Інвертори випускаються номінальною напругою 150, 300, 500, 800, 1500, 2500, 5000 Вт.

Кількість необхідних сонячних модулів залежить від розміру майданчика для розміщення модулів, необхідної кількості електроенергії та вартості. Насамперед потрібно визначити сумарну потужність сонячних модулів, з яких складатиметься Ваша сонячна електростанція. При розрахунку необхідно враховувати такі фактори, як:

- розташування сонячної електростанції;
- період використання (зима, літо або цілий рік);
- погодні умови, характерні/для цієї території;
- наявність деталей, що затуляють сонячні модулі від прямого потрапляння сонячних променів (дерев, будов тощо);
- можливість у конкретних умовах оптимального орієнтування сонячних модулів (наприклад, належним чином орієнтовані та з максимально зручним нахилом схилу дахів у разі розміщення модулів на даху);
- можливість стеження за сонцем за однією або двома координатами.

Розглянемо найпростіший випадок, коли у нас стаціонарна, нічим не загороджується система. Дані про кількість сонячної енергії в цій місцевості зазвичай можна отримати на метеостанції, або в компанії, що займається постачанням та встановленням сонячних батарей. Тут важливі дві характеристики: середньорічна сонячна інсоляція та інсоляція в найгірший за погодними умовами місяць року. Якщо фотоелектричну систему проектувати відповідно із середньорічними значеннями сонячної радіації, то електропостачання від такої системи буде нерівномірним: у деякі місяці електроенергії-у нас буде більше, ніж нам потрібно, в інші – менше. Якщо ж у розрахунках спиратися на другу цифру, то в цьому випадку Ви завжди зможете задовольнити свої потреби в електроенергії, крім тривалих періодів негоди.

Найгіршим у сенсі сонячної інсоляції при цілорічному використанні сонячної енергосистеми є у більшості регіонів грудень місяць (мала тривалість світлового дня, низька хмарність тощо). Слід брати до уваги і той факт, що значення інсоляції навіть для одного й того ж дня в році і того самого місця може сильно відрізнятись в залежності від орієнтації по відношенню до сонця майданчика з сонячними.-модулями. Тому при розрахунку кількості сонячної енергії, необхідної для роботи автономної сонячної електростанції, слідує

враховувати орієнтування, яке сприймає променисту енергію сонця майданчика. Сонячна інсоляція змінюється протягом дня через відносний рух Сонця та залежно від хмарності. Так, наприклад, опівдні, в ясну сонячну погоду, кількість сонячної енергії може досягати 1000 Вт/м^2 , а за хмарності навіть опівдні може опуститися до 100 Вт/м^2 і нижче. Вироблення електроенергії сонячними фотоелектричними батареями залежить від кута падіння сонячних променів і максимально, коли цей кут становить 90 градусів, тобто промені падають строго перпендикулярно. Чим більше відхилення від кута 90 градусів, тим більше променистої енергії відбивається, а не поглинається сонячними модулями. Тому особливо важливо правильно орієнтувати поверхню сонячних модулів та встановити потрібний кут нахилу.

При використанні автономної фотоелектричної системи тільки в літню пору, необхідно використовувати тільки значення для літніх місяців, аналогічно для зими. Для забезпечення оптимального електропостачання необхідно з середньомісячних значень протягом яких передбачається використовувати автономну сонячну електростанцію, вибрати найменші. Вибране середньомісячне значення для найгіршого місяця (у нашому прикладі – це грудень) потрібно розділити на число днів місяця, щоб отримати середньомісячне число пікових сонце-годин.

Кількість енергії, що виробляється сонячним модулем, розраховується за формулою:

$$W(\text{кВт} \cdot \text{год}) = k \cdot P \cdot E / 1000 \quad (2.10)$$

де: E ($\text{кВт} \times \text{год/м}^2$) – це середньомісячне значення інсоляції за обраний період;

P (Вт) – потужність модуля;

K - Коефіцієнт втрат потужності в модулі, значення якого влітку становить $0,5$, взимку - $0,7$.

Найменші втрати потужності взимку пояснюються меншим нагріванням елементів.

Сумарна потужність модулів розраховується за такою формулою:

$$\sum P = 1000 \cdot W / k \cdot E \quad (2.11)$$

де $\sum P$ – сумарна потужність фотоелектричних модулів.

Розділивши отримане значення сумарної потужності на потужність обраного Вами модуля, і округливши результат до цілого більшого числа, отримаємо необхідну систему кількість модулів. Фотоелементи заводського виробництва мають номінальну потужність, виражену у ваттах пікової потужності ($Вт_{п}$). Цю характеристику Ви можете знайти у специфікації виробу. Один піковий ват ($Вт_{п}$) – це значення потужності фотоелектричної установки за певних умов (коли сонячне випромінювання $1кВт/м^2$ падає на елемент за температури поверхні 25 градусів). Така інсоляція можлива за ясної погоди та Сонця в zenіті.

Щоб отримати один піковий ват необхідний фотоелемент розмірами 10×10 см. Існують і більші модулі $1м \times 40$ см, які здатні виробити $40-50$ $Вт_{п}$. Реальна продуктивність зазвичай становить близько 6 $Вт.год$ на день і, відповідно, 2000 $Вт.год$ на рік на 1 $Вт_{п}$. Для наочності, 5 ват. годин - це кількість енергії, що споживається 50 -ватною лампочкою протягом 6 хвилин.

2.4 Автономна гібридна електростанція з паралельною роботою дизельної та фотоелектричної системи живлення

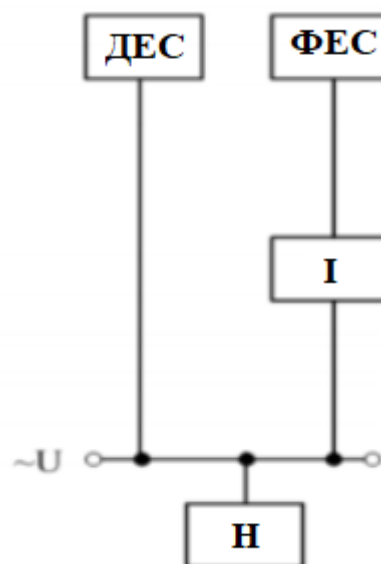


Рисунок 2.11 – Структура типових схем побудови гібридних ФДЕС

Для літнього періоду вечірній максимум дорівнює дорівнює $14,55$ кВт. Середньодобове літнє енергоспоживання становить $9,24$ кВт.

Паралельна робота фотоелектричної та дизельної частин гібридної електростанції передбачає використання ДЕС як основне енергоджерело. Фотоелектростанція із мережевим інвертором дозволяє економити дизельне паливо, генеруючи частину сумарної електроенергії. Зазвичай вважають, що поточна потужність ФЕС щодо ДЕС, за умовою стійкості мережного інвертора, має перевищувати 40% від сумарної генерації, тобто поточного навантаження. Як основне обладнання вибрано такі серійні складові гібридної електростанції. Встановлену потужність дизельної електростанції, за умовами надійності та можливості варіювання встановленою потужністю ФЕС, слід вибрати за вечірнім максимумом зимового добового графіка навантаження 18 кВт, тобто найближчий із промислового ряду дизель-генератор із запасом за потужністю 20%. Наприклад, підходить дизель-генератор типу Geko 20014ED-S/DEDA. Основні технічні характеристики цієї моделі наведені нижче.



Рисунок 2.12 – Дизель-генератор типу Geko 20014ED-S/DEDA

Таблиця 7. Параметри дизель-генератора

Модель	Geko 20014ED-S/DEDA
Виробник	Geko
Виконання	Відкрите
Потужність, Ква	20
Коефіцієнт потужності, $\cos \varphi$	0.8
Напруга, В	230/400
Частота, Гц	50
Виробник двигуна	Deutz
Модель двигуна	F3M2011
Витрата палива, л/год	4
Охолодження	Рідинне
Пуск	електричний стартер
Ємність бака, л:	160
Габарити, мм	1420*910*1100
маса, кг	610

НН-POLY280W використовується для побудови потужних сонячних електростанцій, оскільки рручніше використовувати фотоелектричні панелі великого номіналу. Це скорочує кількість комутаційних з'єднань на кіловат потужності та збільшує надійність системи. До того ж потужні сонячні батареї з полікристалічного кремнію мають меншу вартість за ват, ніж моделі маленьких номіналів. Це зумовлено складністю складання виробу та витратами на матеріали.

Техніко-економічні параметри вибраного фотоелектричного модуля наведені нижче:



Рисунок 2.13 – Сонячна панель (НН-POLY280W)

Таблиця 2.3 – Параметри фотоелектричного модуля

Модель	НН-POLY280W
Строк служби	25 років
Максимальна потужність, Вт	288-300
Оптимальна робоча напруга, В	36,5
Напруга холостого ходу, В	44,51
Оптимальний робочий струм, А	7,67
Струм короткого замикання, Ампер	8,29

Техніко-економічні характеристики мережевого інвертора наведено нижче. Мережевий інвертор (перетворювач) є технологічно найважливішою частиною сонячної енергосистеми. Вся енергія, що виробляється сонячними батареями, відразу ж передається в мережу для живлення навантаження. Мережевий інвертор працює лише спільно з мережею змінного струму без використання акумуляторних батарей. Крім того, інвертори відповідають за синхронізацію напруги з мережею і моніторинг мережевих параметрів. Класифікація мережевих інверторів залежить від номінальної потужності, числа фаз, вбудованого MPPT контролера заряду та діапазону допустимої напруги постійного струму.

Враховуючи обмеження на вироблення-електроенергії фотоелектричної частини ФДЕС, інвертор обрано половину пікової потужності споживання АЗС.

Обрали мережевий герметичний трифазний інвертор Sofar 20000TL 3-фази (2 MPPT)



Рисунок 2.14 – Інвертор Sofar 20000TL 3-фази

Таблиця 2.4 – Характеристики мережного інвертора

Модель	SOFAR 20000TL 3-фази
Потужність	20 кВт
Вхід (Постійна напруга):	
Максимальна потужність DC	22000Вт
Максимальна вхідна напруга	1000 В
Мінімальна (стартова) напруга	350 В
Номінальна напруга постійного струму	600 В
Діапазон напруг МРРТ	250В~960В
Число контролерів МРР стеження	2
Число входів DC (для кожного МРРТ)	2
Максимальний струм (для кожного МРРТ контролера)	24 А
Вхідний струм короткого замикання (для кожного МРРТ контролера)	30 А
Вихід (Зміна напруга):	
Номінальна потужність АС	20 кВт
Максимальна потужність АС	20 кВт
Номінальна напруга	3/Н/РЕ,230/400
Максимальний струм АС	22 А
Номінальна частота	50Гц/60Гц
Коефіцієнт потужності ($\cos\theta$)	1
Відхилення (ТНД%)	<3%
Кількість фаз	3
Максимальна ефективність	98,2%

2.5 Висновки до розділу

В ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз різних типів сонячних панелей, які представлені на ринку. У тому числі оцінювалася ефективність роботи панелей (ККД) у заданому кліматичному регіоні. За результатами порівняння було зроблено висновок, що оптимальним варіантом для реалізації у цьому проекті буде використання фотоелектричних батарей полікристалічного типу. Даний варіант має найкраще співвідношення ефективності роботи до вартості та тривалості роботи.

Техніко-економічне обґрунтування підтверджує, що цей проект має економічну ефективність та дозволяє в перспективі отримати значну економію коштів. Однак, крім цього використання для електропостачання офісної будівлі відновлювані джерела енергії дозволяє значно підвищити надійність електропостачання споживачів у разі виходу з ладу основного джерела електропостачання об'єкта. Сонячна електростанція у цьому випадку виконуватиме роль резервного джерела електропостачання.

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Моделювання енергетичних балансів в автономній системі електропостачання АЗС

Моделювання енергетичних балансів в автономній системі електропостачання здійснюється у комп'ютерній програмі helioshouse [15]. Зазначене програмне забезпечення дозволяє визначати середньодобове вироблення електричної та теплової енергії від сонця та вітру у вибраному місці розташування енергоустановки для кожного місяця року. Як вихідні дані вибираємо координати місця передбачуваної установки станції, наприклад Тернопіль.

Для визначення добового ходу вироблення електроенергії скористаємося програмою SunCalc яка показує рух сонця та фази сонячного світла протягом даного дня у заданому місці. Для розрахунку задаються характеристики доби: 15 число кожного місяця та відстежується тривалість світлового дня [11].

Тривалість зимового світлового дня (15 січня) в районі м.Тернопіль складає близько 9,46 годин з 7:05 до 17:19 години. Тоді, відповідно до графіка денне енергоспоживання становитиме 138,79 кВт*год, нічне – 106,7 кВт*год, або у відсотках, відповідно, 56,54 % та 43,46 %.

Тривалість літнього світлового дня (15 липня) в районі складає близько 14,1 годин з 06:06 до 21:12 годин. Тоді, відповідно до графіка, денне енергоспоживання становитиме 150,96 кВтг, нічне – 74,5 кВтг, чи відсотках, відповідно, 67 % і 33 %.

Для вибору встановленої потужності фотоелектричної частини необхідно проаналізувати енергетичний баланс ФДЕС у характерну літню добу. Максимальна інсоляція, отже, максимальна можлива потужність електроенергії ФЕС протягом світлового дня посідає 12 годин місцевого часу. Потужність електроспоживання навантаження у цей час становить $P=18,28$ кВт.

Отже, за умовами стійкості роботи мережевого інвертора ФЕС, розподіл цієї потужності між ФЕС та ДЕС складе:

$$P_{\text{ФЕС}} = 18,28 \cdot 0,4 = 7,312 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

$$P_{\text{ДЕС}} = 18,28 \cdot 0,6 = 10,968 \text{ кВт}. \quad (3.2)$$

В ранковий та вечірній годинник генерація від ФЕС зменшується і стійкість роботи інвертора буде забезпечена. Те саме можна сказати і про зимовий період.

Таким чином, потужність генерації ФЕС улітку не повинна перевищувати 7,312 кВт. Вибраний фотоелектричний модуль NH-POLY 280W у середньому за добу липня виробляє 1,76 кВт*год електроенергії.

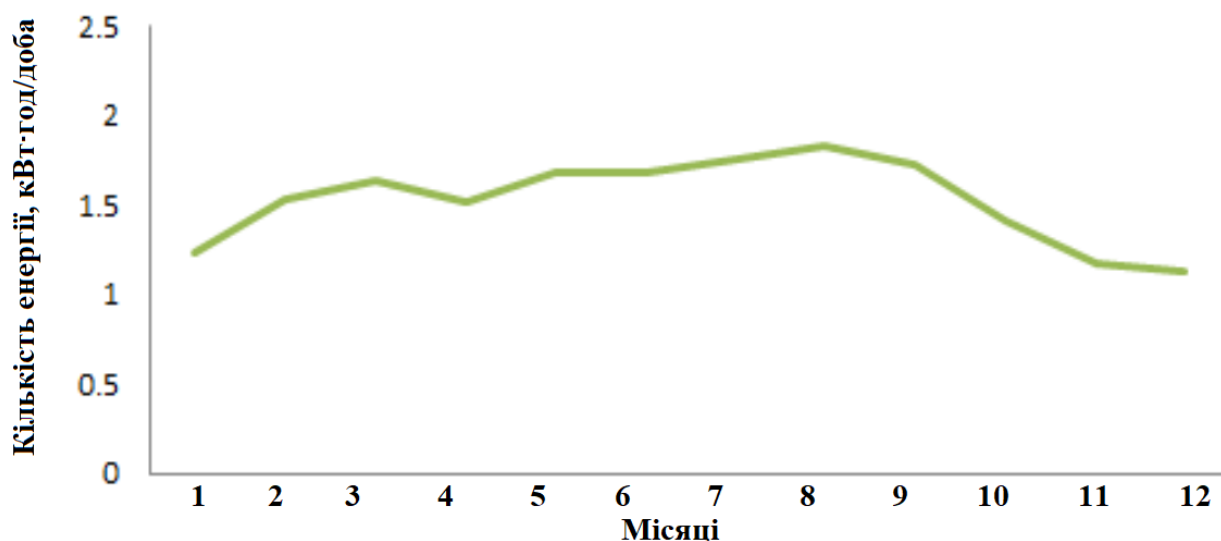


Рисунок 3.1 – Графік генерованої енергії одним модулем NH-POLY 280W в м. Тернопіль

Таблиця 3.1 – Генерована енергії одним модулем NH-POLY 280W

Місяць	Середньомісячна генерація, кВт·год/доба
Січень	1,23
Лютий	1,54
Березень	1,63
Квітень	1,52
Травень	1,68
Червень	1,68
Липень	1,76
Серпень	1,83
Вересень	1,72
Жовтень	1,41
Листопад	1,17
Грудень	1,13
Середньорічне виробництво електроенергії: 1,54 кВт·год/доба	
Сумарне виробництво електроенергії за рік: 562,29 кВт·год	

Шляхом порівняння річного вироблення електроенергії визначено оптимальне розташування фотоелектричних модулів у просторі – максимум енергії відповідає зенітному куту 33 град. та азимутальному – 180 град.

Зробимо розрахунок середньої потужності, що виробляється протягом сонячної доби липня для фотоелектричного модуля за формулою (1):

$$P_{\text{ср}} = \frac{W_{\text{с}}}{S_{\text{фм}} \cdot \Delta t} = \frac{1,76 \cdot 1000}{1,9 \cdot 14,1} = 65,7 \text{ Вт}, \quad (3.3)$$

де: $W_{\text{с}}$ - середньомісячне вироблення електроенергії модулем типу

НН- POLY 280W за досліджуваній місяць, у липні приймаємо

$W_{\text{с}} = 1,76 S_{\text{фм}}$ – загальна площа сонячної батареї, для модуля типу

НН- POLY280W згідно технічним характеристикам приймаємо $S_{\text{фм}} 1,9 \text{ м}^2$;

Δt тривалість світлового дня, приймаємо $\Delta t = 14,1 \text{ год}$.

Враховуючи співвідношення між середнім $P_{\text{ср}}$ та максимальним P_{max} здійснимо розрахунок максимальної потужності панелі, що видається, протягом світлового дня.

$$P_{\text{max}} = \frac{\pi}{2} \cdot P_{\text{ср}} = \frac{\pi}{2} \cdot 65,7 = 103,2 \text{ Вт}. \quad (3.4)$$

Максимальна кількість фотоелектричних модулів для забезпечення необхідної потужності генерації – у літній період визначається за формулою 3.5.

$$n = \frac{P_{\text{генер}}}{P_{\text{max}}} = \frac{7312}{103,2} = 70,85 \approx 71 \text{ шт}. \quad (3.5)$$

Таким чином встановлена потужність фотоелектричної частини ФДЕС складе $P_{\text{встан.ФЕС}} = n \cdot P_{\text{н}} = 71 \cdot 280 = 19.88 \text{ кВт}$ (де $P_{\text{н}}$ номінальна потужність сонячної батареї для модуля типу НН-POLY 280W $P_{\text{н}} = 280 \text{ Вт}$).

Графічні залежності середньодобового помісячного виробітку ФЕС з $n=71$ фотомодулями та зимового і літнього середньодобового електроспоживання наведено на рисунку 3.2.

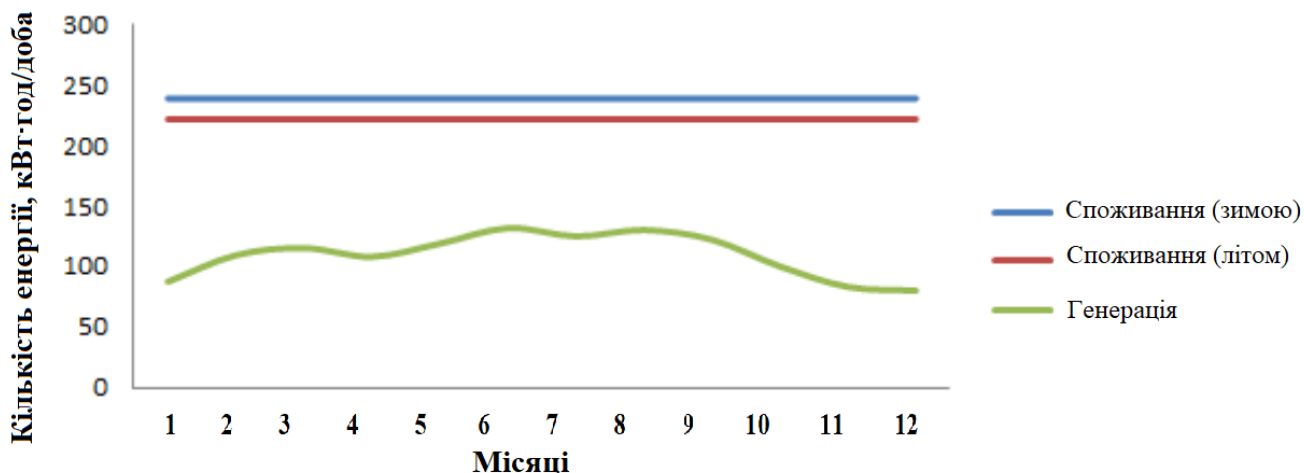


Рисунок 3.2 – Графічні залежності середньодобового помісячного виробітку ФЕС з n=71 фотомодулями та зимового і літнього середньодобового електроспоживання

Дані за середньомісячною вироблення електроенергії n=71 сонячними батареями по місяцях року представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Середньомісячне вироблення електроенергії n=71 сонячними модулями

Місяць	Середньомісячна генерація, кВт·год/доба
Січень	87,52
Лютий	109,49
Березень	115,40
Квітень	108,16
Травень	119,09
Червень	131,89
Липень	125,08
Серпень	130,27
Вересень	122,19
Жовтень	100,13
Листопад	83,24
Грудень	80,05
Середньорічне виробництво електроенергії: 109,38 кВт·год/доба	
Сумарне виробництво електроенергії за рік: 39922,43 кВт·год	

Знаючи встановлені потужності генеруючого обладнання автономної системи електропостачання: ДЕС та ФЕС його фактичне завантаження можна визначити коефіцієнти використання встановленої потужності цього обладнання – КВВП. КВВП визначається як відношення фактичного вироблення енергії до теоретичної, за виразом:

$$K = \frac{W}{P_{\text{встан.}} \cdot T} \cdot 100\% \quad (3.6)$$

де: W - обсяг енергії, вироблений складовою гібридного комплексу (ФЕС, чи ДЕС), за розрахунковий період, кВт·год;

$P_{\text{встан.}}$ встановлена потужність складової частини гібридного комплексу, кВт;
 T - відліковий період часу.

Розрахуємо середньорічний КВВП фотоелектричної частини ФДЕС:

$$K_{\text{ФЕС}} = \frac{W_{\text{ФЕС}}}{P_{\text{вст.ФЕС}} \cdot T_{\text{рік}}} 100\% = \frac{39922,43}{19,88 \cdot 8760} 100\% = 22,92\% \quad (3.7)$$

Розрахуємо середньорічний КВВП дизельної частини ФДЕС:

$$\begin{aligned} K_{\text{ДЕС}} &= \frac{W_{\text{ДЕС}}}{P_{\text{вст.ДЕС}} \cdot T_{\text{рік}}} 100\% = \frac{W_{\text{нав}} - W_{\text{ФЕС}}}{P_{\text{вст.ДЕС}} \cdot T_{\text{рік}}} 100\% = \\ &= \frac{238,95 \cdot 365 - 39922,43}{20 \cdot 8760} 100\% = 26,89\% \end{aligned} \quad (3.8)$$

Також можемо оцінити КВВП ДЕС та ФЕС за місяцями, розрахунки для дизельної частини ФДЕС будемо вести із припущення покриття середньодобового навантаження у зимовий час доби $W_{\text{ср.сут}} = 238,95$ кВт·год.

Розрахункові дані коефіцієнта використання встановленої потужності по місяцях для фотоелектричної та дизельної частини ФДЕС, використовується у вибраному місці, зведені в таблицю 3.3. Дизельна електростанція при повному забезпеченні електроспоживання АЗС повинна виробляти порядку $238,95 \cdot 365 = 87216,75$ кВт·год електроенергії. За вирахуванням енергії ФЕС $39922,43$ кВт·год залишається $47294,32$ кВт·год

Таблиця 3.2 – Коефіцієнт використання встановленою потужності по місяцям

Місяць	Кількість днів, N	ФЕС			ДЕС		
		$W_{с.ФЕС}$, кВт год/доба	$W_{м.ФЕС}$, кВт год	$K_{ФЕС.м}$, %	$W_{с.ДЕС}$, кВт год/доба	$W_{м.ДЕС}$, кВт год	$K_{ДЕС.м}$, %
Січень	31	87,52	2713,12	18,34	238,95	7392,26	31,45
Лютий	28	109,49	3065,72	20,73		6690,6	26,87
Березень	31	115,4	3577,4	24,19		7392,26	25,64
Квітень	30	108,16	3244,8	21,94		7168,5	27,15
Травень	31	119,09	3691,79	24,96		7392,26	24,87
Червень	30	131,89	3956,7	26,75		7168,5	22,20
Липень	31	125,08	3877,48	26,22		7392,26	23,62
Серпень	31	130,27	4038,37	27,30		7392,26	22,54
Вересень	30	122,19	3665,7	24,78		7168,5	24,22
Жовтень	31	100,13	3104,03	20,99		7392,26	28,82
Листопад	30	83,24	2497,2	16,88		7168,5	32,34
Грудень	31	80,05	2481,55	16,78		7392,26	33,00
Середньорічний КВВП, %		22,92			26,89		

3.2 ФДЕС із роздільною роботою фотоелектричної системи та дизельної частини

Дослідження проводяться для автономної системи електропостачання із роздільною роботою фотоелектричної та дизельної частин ФДСЕС [10]. Структурна схема ФДСЕС наведено на рисунку 3.3.

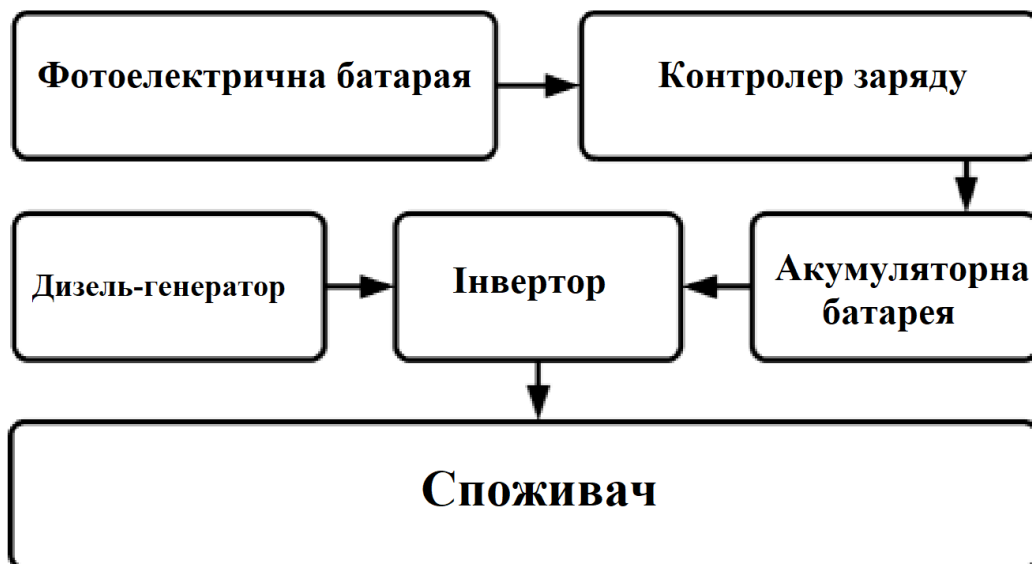


Рисунок 3.3 – Структурна схема з роздільною роботою фотоелектричної та дизельної частин

Моделювання енергетичних балансів в автономній системі електропостачання здійснюється в комп'ютерній програмі helioshouse.ru/on-line-kalkulyator.html. Зазначене програмне забезпечення дозволяє визначати середньодобове вироблення електричної та теплової енергії від сонця та вітру у вибраному місці розташування енергоустановки для кожного місяця року.

Середньомісячне вироблення електричної енергії по місяцям року за добу фотоелектричним модулем NH-POLY-280W, площею 310 м², орієнтованому просторі оптимальним чином: зенітний кут – 33⁰, азимутальний – 180⁰ наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Середньомісячне вироблення електричної енергії по місяцям року за добу фотоелектричним модулем NH-POLY-280W

Середньомісячне вироблення електричної енергії, кВт·год/доба											
Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1,23	1,54	1,63	1,52	1,68	1,86	1,76	1,83	1,72	1,41	1,17	1,13
Середньомісячне вироблення енергії 1,54 кВт·год/доба											
Сумарне вироблення енергії 569,29 кВт·год/доба											

Графічна залежність середньомісячного вироблення електроенергії представлена на рисунку 3.4.

Потрібно відзначити, що вироблення електроенергії визначається з урахуванням реальних умов хмарність.

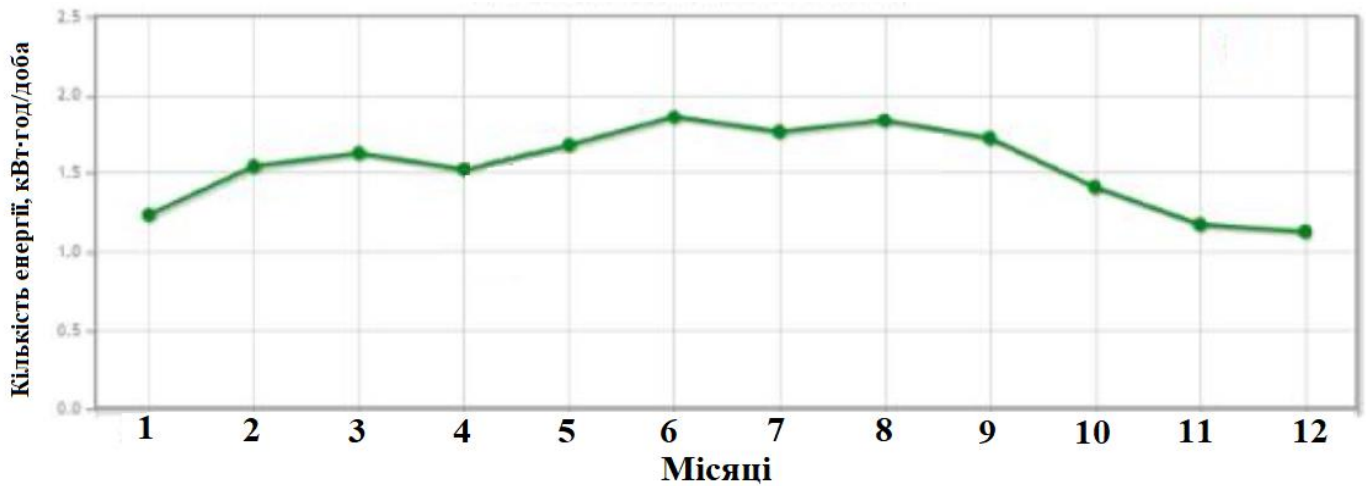


Рисунок 3.4 – Графічна залежність середньомісячного вироблення електроенергії

Для значення вечірнього максимуму 18 кВт, маємо середньодобове навантаження 9,96 кВт. Середньодобова енергія, відповідно, дорівнює 239 кВт·год. Для покриття такого навантаження в зимовий час необхідно щонайменше 220 фотоелектричних модулів зазначеного типу. Графіки середньодобового помісячного потенційного вироблення електроенергії 220 фотоелектричними модулями зазначеного типу та середньодобового електроспоживання селища наведено на рисунку 3.5. На цьому рисунку графічно показано літнє електроспоживання.

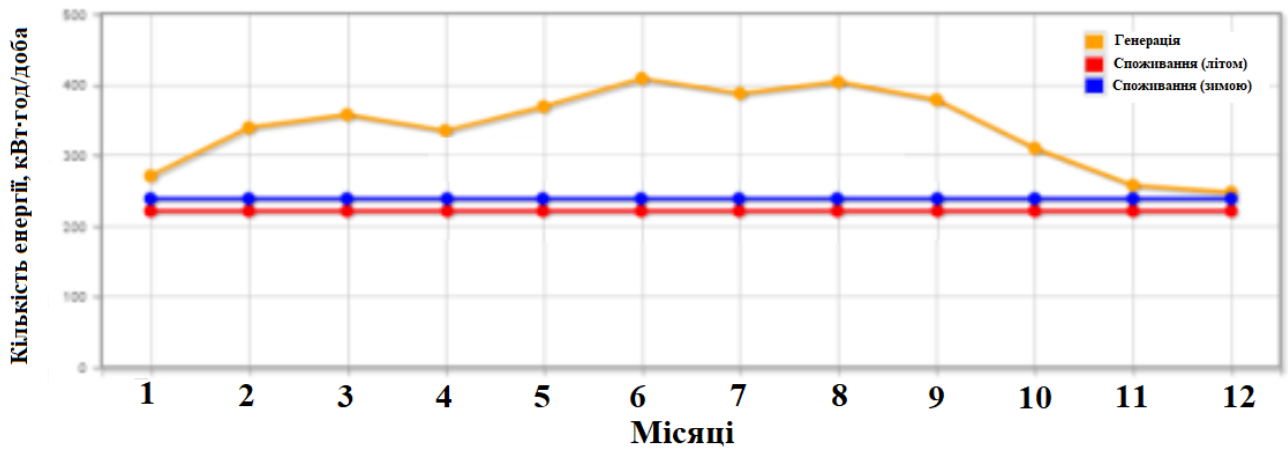


Рисунок 3.5 – Графічні залежності середньодобового помісячного вироблення ФЕС і зимового та літнього середньодобового електроспоживання.

Для літнього періоду вечірній максимум дорівнює 14,55 кВт, середнє добове навантаження – 9,24 кВт. Середньодобове літнє енергоспоживання становитиме 222 кВт·год. Чисельні значення середньодобового вироблення фотоелектростанції за місяцями наведено у таблиці 3.4.

За графічними залежностями видно можливість електропостачання тільки від фотоелектростанції. При цьому, за умови покриття навантажень у зимовий час, влітку потенційне вироблення фотоелектростанції перевищує потреби більш ніж 2 разів, що економічно не доцільно.

Таблиця 3.4 - Чисельні значення середньодобового вироблення електроенергії 220 -ма фотоелектричними модулями за місяцями

Середньомісячне вироблення електричної енергії, кВт·год/доба											
Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
277,36	346,99	365,72	342,75	377,39	417,96	396,38	412,83	387,23	317,31	263,79	253,67
Середньорічне вироблення енергії 346,62 кВт·год/доба											
Сумарне вироблення енергії за рік 126514,74 кВт·год											

3.3. Оптимізація ФДЕС із роздільною роботою фотоелектричної системи та дизельної частини

Електроенергія у розглянутому вище варіанті електрифікації виробляється лише ФЕС. Поставимо завдання зниження собівартості електроенергії шляхом оптимізації встановленої потужності вартості ФЕС з урахуванням відповідного перерозподілу виробітку електроенергії на дизельній електростанції.

Як метод оптимізації доцільно використовувати метод спрямованого перебору варіантів кількості фотоелектричних модулів. Зауважимо, що встановлену потужність дизельної електростанції за умовами надійності та можливості широкого варіювання встановленою потужністю ФЕС слід вибрати по максимуму зимового добового графіка навантаження – 18 кВт, тобто найближчий промислового ряду дизель-генератор із запасом за потужністю 20%. Наприклад, підходить дизель-генератор типу Geko 20014ED-S/DEDA.

1) Вироблення електроенергії проводиться за допомогою 200 фотоелектричних модулів та дизель генератора. Дані представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Чисельні значення середньодобового вироблення електроенергії 200 -ма фотоелектричними модулями за місяцями

Середньомісячне вироблення електричної енергії, кВт·год/доба											
Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
246,54	308,43	325,08	304,66	335,46	371,52	352,34	366,96	344,21	282,06	234,48	225,49
Середньорічне вироблення енергії 308,1 кВт·год/доба											
Сумарне вироблення енергії за рік 112457,55 кВт·год											

При зниженні кількості фотоелектричних модулів до 200 шт.-брак електроенергії ФЕС у зимовий період (листопад та грудень) у кількості 13,46 кВт·год на добу за грудень, 4,47 кВт·год в добу за Листопад. У зв'язку з нестачею

електроенергії необхідне включення ДЕС на якийсь час необхідний для компенсації енергетичного балансу ФЕС.

Для компенсації виконується включення ДЕС на 1 годину на добу у грудні. Внаслідок чого ДЕС ці три місяці пропрацює 31 мотогодин. При споживанні 4 л/год (при 75% навантаженні) витратить 124 літри палива. При усередненій ціні 50 грн/л вартість необхідного палива складе 6200 грн.

2) Вироблення електроенергії виробляється за допомогою 180 фотоелектричних модулів та дизель генератора. Дані представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Чисельні значення середньодобового вироблення електроенергії 180 -ма фотоелектричними модулями за місяцями

Середньомісячне вироблення електричної енергії, кВт·год/доба											
Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
221,89	277,59	292,58	274,2	301,91	334,37	317,11	330,27	309,79	253,85	211,03	202,94
Середньорічне вироблення енергії 277,29 кВт·год/доба											
Сумарне вироблення енергії за рік 101211,79 кВт·год											

У разі зниження кількості фотоелектричних модулів до 180 штук спостерігається нестача електроенергії ФЕС у зимовий період (листопад, грудень та січень) у кількості 36,01 кВт·год на добу за грудень, 27,92 кВт·год на добу за Листопад та 17,06 кВт·год на добу за Січень. У зв'язку з нестачею електроенергії необхідне включення ДЕС тимчасово необхідне компенсації енергетичного балансу ФЕС. Для компенсації виконується включення ДЕС на 2 години на добу у грудні, на 2 години на добу у листопаді, на 1 годину на добу у січні. Внаслідок чого ДЕС ці три місяці пропрацює 155 мотогодин і при споживанні 4 л/год (при 75% навантаженні) витратить 620 літрів палива. При усередненій ціні 50 грн/л вартість необхідного палива складе 31000 грн.

3) Вироблення електроенергії виробляється за допомогою 160 фотоелектричних модулів та дизель генератора. Дані представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Чисельні значення середньодобового вироблення електроенергії 160 -ма фотоелектричними модулями за місяцями

Середньомісячне вироблення електричної енергії, кВт·год/доба											
Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
197,23	246,75	260,07	243,73	268,37	297,21	281,87	293,57	275,37	225,65	187,58	180,39
Середньорічне вироблення енергії 246,48 кВт·год/доба											
Сумарне вироблення енергії за рік 89966,04 кВт·год											

При зниженні кількості фотоелектричних модулів до 160 шт. 41,72 кВт·год на добу за січень. У зв'язку з нестачею електроенергії необхідно включення ДЕС тимчасово необхідне компенсації енергетичного балансу ФЭС. Для компенсації виконується включення ДЕС на 4 години на добу у грудні, на 3 години на добу у листопаді, на 3 години на добу у січні. Внаслідок чого ДЕС ці три місяці пропрацює 307 мотогодин і при споживанні 4 л/год (при 75% навантаженні) витратить 1228 літрів палива. При усередненій ціні 50 грн/л вартість необхідного палива складе 61400 грн.

4) Вироблення електроенергії проводиться за допомогою 150 фотоелектричних модулів та дизель генератора. Дані представлені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Чисельні значення середньодобового вироблення електроенергії 150 -ма фотоелектричними модулями за місяцями

Середньомісячне вироблення електричної енергії, кВт·год/доба											
Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
184,91	231,32	243,81	228,5	251,59	278,64	264,26	275,22	258,16	211,54	175,86	169,12
Середньорічне вироблення енергії 231,08 кВт·год/доба											
Сумарне вироблення енергії за рік 84343,16 кВт·год											

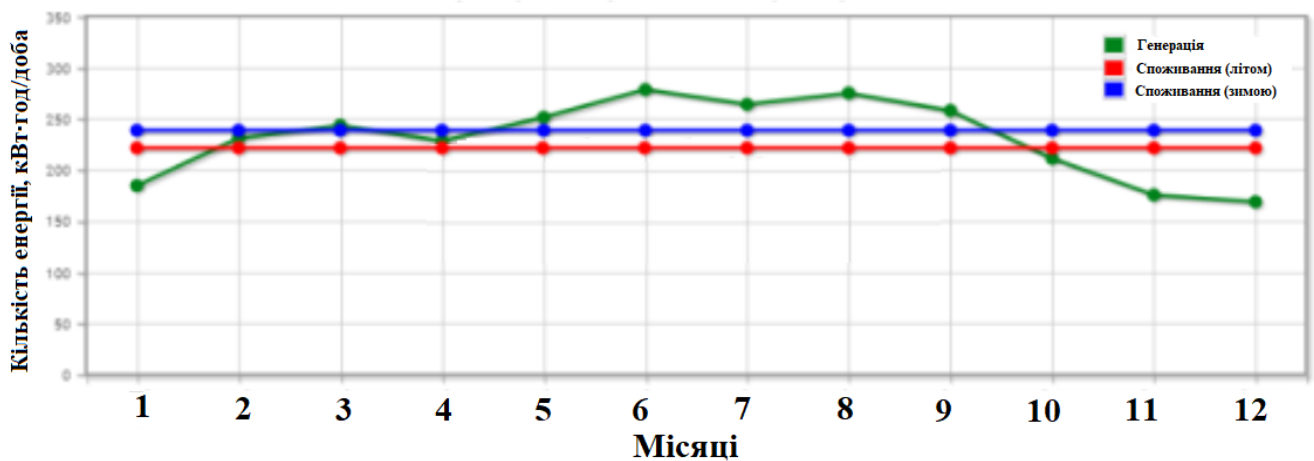


Рисунок 3.6 – Графічні залежності середньодобового помісячного вироблення ФЕС із 150 фотомодулями і зимового та літнього середньодобового електроспоживання

При зниженні кількості фотоелектричних модулів до 150 штук спостерігається нестача електроенергії ФЕС у зимовий період (Жовтень, листопад, грудень, січень, лютий та квітень) у кількості 27,41 кВт·год добу за жовтень, 63,09 кВт·год на добу за Листопад, 69,83 кВт·год на добу за грудень, 54,04 кВт·год на добу за Січень, 7,63 кВт·год на добу за Лютий та 10,45кВт·год на добу за квітень у зв'язку з нестачею електроенергії необхідно включення ДЕС тимчасово необхідне компенсації енергетичного балансу ФЭС.

Для компенсації виконується включення ДЕС на 2 год. у квітні. Внаслідок чого ДЕС ці три місяці пропрацює 520 мотогодин і при споживанні 4 л/год (при 75% навантаженні) витратить 2080 літрів палива. При усередненій ціні 50 грн/л вартість необхідного палива складе 104000 грн.

5) Вироблення електроенергії виробляється за допомогою 140 фотоелектричних модулів та дизель генератора. Дані представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Чисельні значення середньодобового вироблення електроенергії 140 -ма фотоелектричними модулями за місяцями

Середньомісячне вироблення електричної енергії, кВт·год/доба											
Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
172,58	215,9	227,56	213,27	234,82	260,06	246,64	256,87	240,95	197,44	164,13	157,84
Середньорічне вироблення енергії 215,67 кВт·год/доба											
Сумарне вироблення енергії за рік 78720,28 кВт·год											

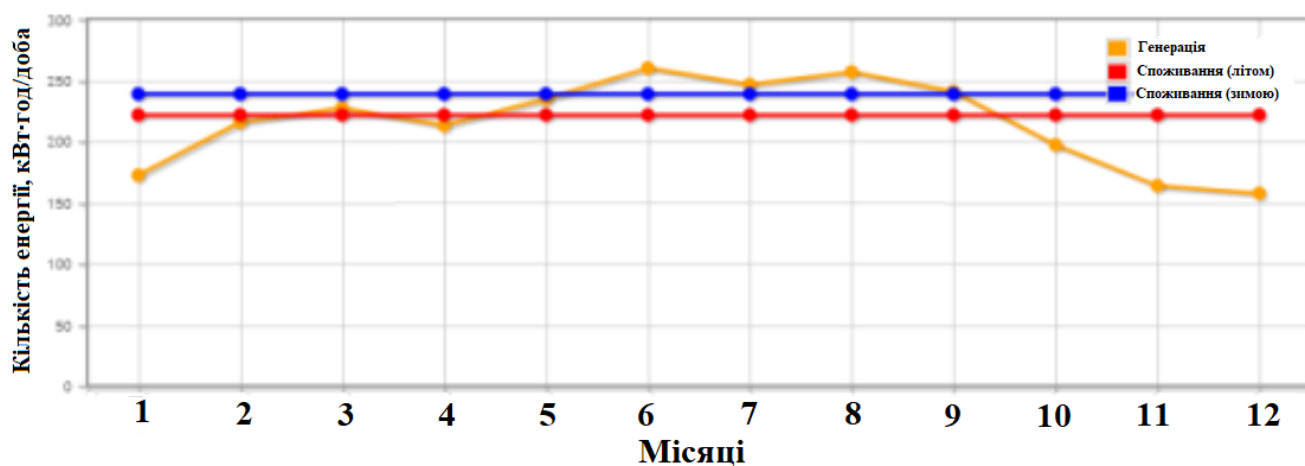


Рисунок 3.7 – Графічні залежності середньодобового помісячного вироблення ФЕС із 140 фотомодулями і зимового та літнього середньодобового електроспоживання

При зниженні кількості фотоелектричних модулів до 140 шт. на добу за Листопад, 81,11 кВт·год в добу за грудень, 66,37 кВт · год на добу за Січень,

23,05 кВт·год на добу за Лютий, 11,39 кВт · год на добу за березень, 25,68 кВт · год на добу за Квітень, та 4,13 кВт·год на добу за травень. У зв'язку з нестачею електроенергії необхідне включення ДЕС тимчасово необхідне компенсації енергетичного балансу ФЭС.

Для компенсації виконується включення ДЕС на 3 години на добу в Жовтні, на 5 годин на добу в листопаді, на 5 годин на добу в грудні, на 4 години на добу в січні у березні, на 2 години на добу у квітні, на 0 годину на добу у травні. Внаслідок чого ДЕС ці три місяці пропрацює 670 мотогодин і при споживанні 4 л/год (при 75% навантаженні) витратить 2680 літрів палива. При усередненій ціні 50 грн/л вартість необхідного палива складе 134000 грн.

Враховуючи, що в даному варіанті в осінньо-зимовому періоді нічне електроспоживання не забезпечується ФЕС і, відповідно, накопиченою енергією в акумуляторах доцільно зменшити кількість акумуляторних батарей на половину, тобто до 15 штук. Це забезпечить весняно-літнє електропостачання лише від ФЕС.

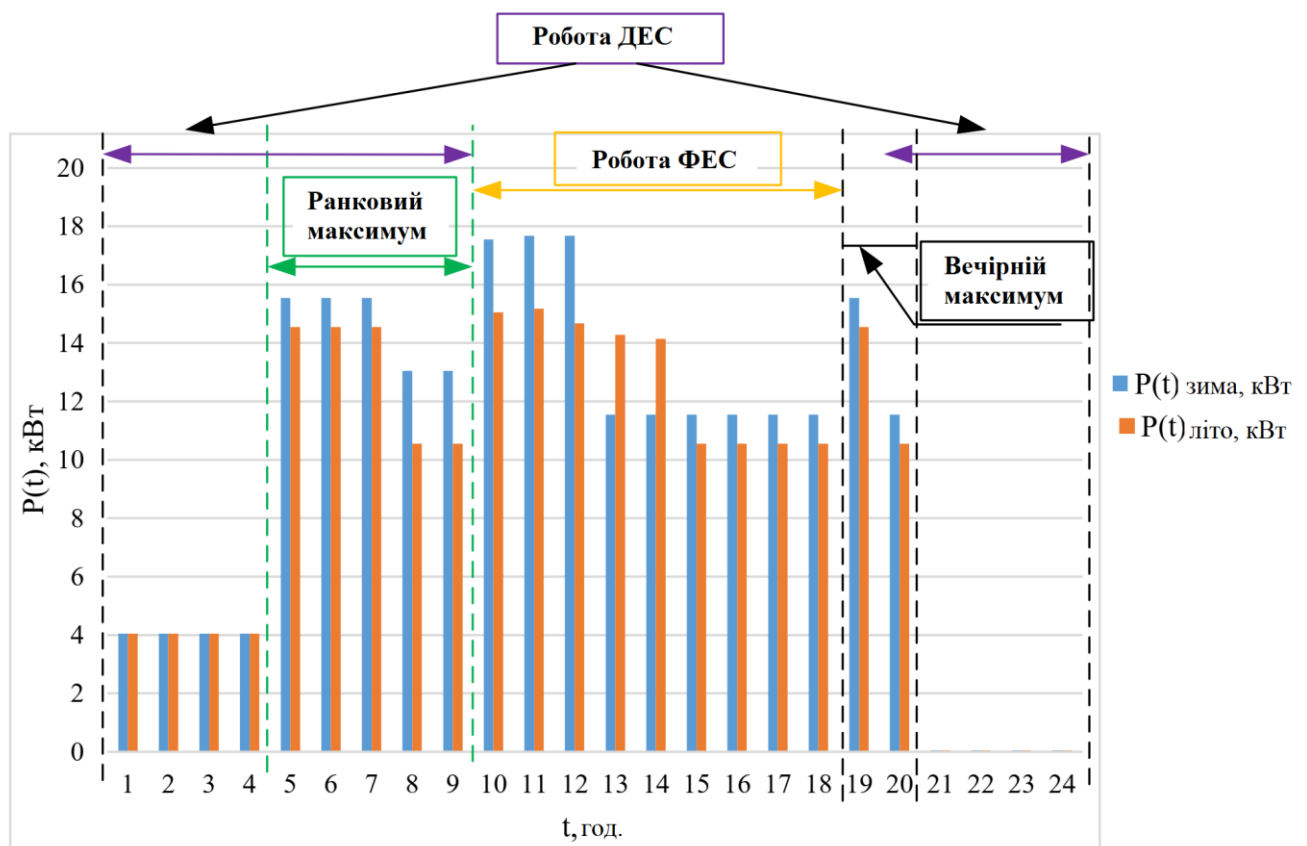


Рисунок 3.8 – Графік навантажень зимового та літнього періоду споживачів із розподілом покриття навантажень різними частинами ФДЕС

3.4 Висновки до розділу

В ході роботи було проведено проектування ФДЕС для електропостачання обраного об'єкта. Було проведено оптимізацію вибору фотоелектричної частини автономної фото-дизельної системи електропостачання (ФДЕС) із спільною роботою фотоелектричної та дизельної частин за критерієм максимуму-коефіцієнта використання встановленої потужності. Було визначено КВВП для фотоелектричної та дизельної частин ФДЕС, які склали 22,92 % та 26,89 %, відповідно.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці на підприємстві

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Організацією охорони праці на підприємстві займається власник (керівник). Для цього він забезпечує функціонування систем керування охороною праці:

- 1) створює відповідні служби і призначає посадових осіб, відповідальних за вирішення питань з охорони праці;
- 2) забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків і профзахворювань;
- 3) здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками правил експлуатації машин, механізмів, обладнання;
- 4) здійснює контроль за користуванням та індивідуальними засобами захисту;
- 5) при виникненні надзвичайних ситуацій і нещасних випадків, власник зобов'язаний вжити термінових засобів для допомоги потерпілим.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо директору підприємства і виконує наступні функції:

- проводить керівництво роботою з охорони праці;
- забезпечує інструкціями, стандартами та іншими нормативними документами;
- веде облік і аналіз нещасних випадків і профзахворювань;
- бере участь у розслідуванні нещасних випадків;
- забезпечує колективними та індивідуальними засобами захисту працюючих;

- забезпечує проведення навчання та інструктажів з охорони праці, своєчасне проведення атестацій і переатестацій робітників, які виконують роботи підвищеної небезпеки.

Навчання та інструктаж працівників з питань охорони праці проводиться з працівниками, які поступають на роботу, та в процесі їх трудової діяльності.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться з усіма щойно прийнятими на роботу працівниками, з учнями та студентами, які проходять практику.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці з новоприйнятими працівниками, або з групою осіб однієї спеціальності.

Повторний інструктаж проводиться з усіма працівниками на робочому місці через певні проміжки часу.

Позаплановий інструктаж проводиться у випадках введення в дію нових актів про охорону праці, заміні або модернізації устаткування, при порушенні працівником вимог охорони праці.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при виконанні разових робіт, які пов'язані з обов'язками за фахом.. Цільовий інструктаж фіксується наряд-допуском, що дозволяє проведення робіт.

Усі інструктажі проводяться керівником робіт (начальником дільниці, майстром).

Про проведення інструктажів, стажуванню та допуск до роботи особа, яка проводила інструктаж, робить запис у журнал. При цьому обов'язкові підписи того, хто проводить інструктаж, і того, хто інструктував. Журнали інструктажів повинні бути пронумерованими, прошнурованими і скріплені печаткою.

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівникові примірник інструкції з охорони праці за його професією, або вивісити її на робочому місці.

Робоче місце – це зона обслуговування окремим робітником відповідно визначеного місця технологічного процесу. Розмір зони залежить від особливостей технологічного процесу.

З метою економії сил і часу робітника, підвищення його працездатності необхідно раціонально облаштувати робоче місце: раціонально розмістити засоби

керування контролю виробничим процесом, забезпечити механізацією та автоматизацією праці.

4.2. Проведення планування заходів цивільного захисту на підприємстві у випадку надзвичайних ситуацій

Екологічна обстановка у світі останніми роками погіршилась і вважається несприятливою. Засоби масової інформації майже щодня повідомляють про надзвичайні ситуації, що відбуваються у світі: лісові пожежі, повені, цунамі, землетруси, обвали, зсуви, селеві потоки, виверження вулканів, урагани, смерчі, снігові й пилові бурі та інші стихійні лиха, аварії і катастрофи на підприємствах і транспорті, що супроводжуються загибеллю людей, руйнуванням населених пунктів і об'єктів господарювання, у тому числі й у сільському господарстві, а часто забрудненням і зараженням довкілля.

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

Масштаби, характер руйнувань і кількість постраждалих людей залежать від типу, масштабу і місця аварії, катастрофи або стихійного лиха, від швидкості розвитку надзвичайної ситуації, особливостей регіону, об'єктів господарювання і населених пунктів, що опинилися в районі надзвичайної ситуації. Таку ситуацію можна порівнювати з воєнними діями. Для проведення рятувальних робіт потрібне залучення великої кількості людей і матеріальних ресурсів, а несподіваний розвиток подій скорочує час на підготовку і проведення таких заходів [30].

Зниження масштабів людських втрат та матеріальних збитків, запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного і природного характеру, ліквідація їх наслідків є важливою загальнодержавною проблемою і одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади, всіх органів керування цивільної оборони, керування всіх рівнів, спеціалістів і населення. Кардинальне вирішення проблем захисту населення і територій України від НС, зменшення їх соціально-

економічних і екологічних наслідків можливе лише шляхом проведення цілого комплексу заходів.

У значній мірі досягнення цієї мети залежить від уміння керівників усіх рівнів (від об'єктового до урядового), спрогнозувати усі можливі наслідки НС, чітко спланувати заходи щодо їх запобігання та ліквідації, організувати керування під час їх виконання, високого стану готовності до дій у НС органів керування, сил і населення [Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 №5403-VI, ст. 130]. Виконання всіх умінь, завдань, перш за все, буде залежати від якості планування та повноти виконання запланованих заходів на об'єктовому рівні [16, с. 395].

Суть планування заходів ЦЗ, на випадок НС полягає в аналізі стану ЦЗ;

- оцінка обстановки, яка може скластися при виникненні аварій, катастроф і стихійних лих та застосування противником сучасних засобів ураження;
- розробка заходів, спрямованих на захист населення та підвищення стійкості функціонування в мирний час та в особливий період;
- установлення послідовності, строків, способів здійснення намічених заходів і виконавців та визначенні необхідних ресурсів для їх проведення.

Головною метою планування заходів ЦЗ є створення умов для:

- організованого і своєчасного проведення заходів захисту робітників, службовців, їх сімей і населення, яке мешкає в зоні можливого ураження;
- забезпечення успішного проведення рятувальних і невідкладних робіт (РiНР) при ліквідації наслідків НС техногенного та природного характеру;
- участі в територіальній обороні та антитерористичній діяльності в особливий період.

Планування має бути також спрямоване на те, щоб запобігти або максимально знизити людські та матеріальні втрати, а також забезпечити життєдіяльність галузі, регіону підпорядкованих їм об'єктів і населення у разі виникнення вищезазначених ситуацій.

При плануванні заходів ЦЗ на особливий період повинно забезпечуватися взаємне узгодження і ув'язка їх із заходами мобілізаційного розгортання народного господарства та заходами, які проводять військове командування та органи керування ЦЗ [16, с. 396].

Планування повинно бути реальним, цілеспрямованим, конкретним, точним, гнучким, перспективним, базуватися на глибоко продуманих рішеннях, обґрунтованих розрахунках та враховувати специфіку і особливості діяльності. Воно повинно здійснюватися завчасно та забезпечувати своєчасний ввід планів ЦЗ в дію, особливо під час раптового виникнення НС техногенного та природного характеру і в особливий період.

Документами для планування є укази Президента України, законодавчі акти ВРУ, постанови та розпорядження КМУ, «План реагування на НС державного рівня», витяги з рішення начальника ЦЗ області, району по організації та веденню ЦЗ на території області або району, витяг з «Плану організації евакозаходів та визначення місць розміщення евакуйованого населення».

На об'єктах господарювання повинні бути розроблені два плани, а саме:

- дій з попередження та ліквідування НС (на мирний час);
- цивільного захисту (на воєнний час) [30].

Головна мета цих планів – максимальне зниження людських та матеріальних втрат у будь-яких умовах обстановки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У представленій кваліфікаційній роботі можна зробити наступні висновки:

1. Проведений аналіз особливості роботи та розрахунку економічної ефективності СФЕС дозволяє підвищити ефективність передпроектних робіт з розробки комбінованих (гібридних) станцій, що генерують електричну та теплову енергію, одержувану від сонячної радіації.

2. В ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз різних типів сонячних панелей, які представлені на ринку. У тому числі оцінювалася ефективність роботи панелей (ККД) у заданому кліматичному регіоні. За результатами порівняння було зроблено висновок, що оптимальним варіантом для реалізації у цьому проекті буде використання фотоелектричних батарей полікристалічного типу. Даний варіант має найкраще співвідношення ефективності роботи до вартості та тривалості роботи.

3. Показано перспективи використання фотоелектрики для зниження навантаження на енергосистему та вартості електроенергії для конкретних споживачів. В ході роботи було виконано проектування ФДЕС для електропостачання АЗС обраного населеного пункту

4. Оптимізовано вибір фотоелектричної частини автономної фото-дизельної системи електропостачання (ФДЕС) АЗС із спільною роботою фотоелектричної та дизельної частин за критерієм максимуму коефіцієнта використання встановленої потужності. Оптимальним варіантом встановленої потужності фотоелектричної частини ФДСЕС є використання 160 фотоелектричних модулів.

5. Техніко-економічне обґрунтування підтверджує, що цей проект має економічну ефективність та дозволяє в перспективі отримати значну економію коштів. Однак, крім цього використання для електропостачання офісної будівлі відновлювані джерела енергії дозволяє значно підвищити надійність електропостачання споживачів у разі виходу з ладу основного джерела електропостачання об'єкта. Сонячна електростанція у цьому випадку виконуватиме роль резервного джерела електропостачання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. NASA Surface Meteorology and Solar Energy. Електроний ресурс: www.instesre.com/Solar/grid.cgi.htm/
2. Jamshidi, M.; and Askarzadeh, A. Techno-economic analysis and size optimization of an off-grid hybrid photovoltaic, fuel cell and diesel generator system. *Sustainable Cities and Society*, 2019
3. S.V. Kitaev, G.V. Borisov, part of O.V. Smorodova. Sustainable Development of Oil and Gas Potential of the Arctic and Its Shelf Zone: The Role of Innovations, *Journal of Marine Science and Engineering*, 8 December 2020.
4. Pan Y, Zhang L. Data-driven estimation of building energy consumption with multi-source heterogeneous data. *Applied Energy*. 2020
5. Hegger M. From passive utilization to smart solar architecture. In: Schittich C, editor. *Solar Architecture: Strategies, Vision, Concepts* Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser - Publishers for Architecture; 2003. pp. 12-25.
6. Rezaie B, Esmailzadeh E, Dincer I. Renewable energy options for buildings: Case studies. *Energy and Buildings*. 2010;43:56-65.
7. Scheuer C, Gregory A, Reppe P. Life cycle energy and environmental performance of a new university building: Modeling challenges and design implications. *Energy and Buildings*. 2003;35(10):1049-1064.
8. Sakınç E. An Approach to the Evaluation of Solar Powered Factor Systems in Architecture in the Context of Sustainability [thesis]. İstanbul Yıldız Technical University; 2006
9. Eriksson S, Bernhoff H, Mats LS, Eriksson, et al. Evaluation of different turbine concepts for wind power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2008;12:1419-1434.
10. . Mahat P. Control and Operation of Islanded Distribution System / Mahat P. – Aalborg: Aalborg University, 2010. – 174 p.

11. IEEE 1547. Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems. – Режим доступа: <http://grouper.ieee.org/groups/scc21/1547/1547index.html>

12. Sen, Z. Solar energy in progress and future research trends // Progress in Energy & Combustion Science. – 2004. – V. 30. – 367-416 p.