

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Методи та комп'ютеризовані засоби системи енергозабезпечення
багатопверхового будинку

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СІм-61
спеціальності _____

123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Шаварський В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Тини Є.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Шаварському Владиславу Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи та комп'ютеризовані засоби системи енергозабезпечення багатопверхового будинку

Керівник роботи Тиш Євгенія Володимирівна, кандидат технічних наук.

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

Затверджені наказом ректора від «6» грудня 2022 року № 4/7-986

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи структура енергозабезпечення, кліматичні особливості

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналітичний розділ, 2. Розрахунково-дослідницький розділ,

3. Проектно-конструкторський розділ, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, Висновки.

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

1. Тема та мета

2. Наукова новизна

3. Географічні та кліматичні особливості

4. Структурна схема електростанції

5. Техніко-економічний розрахунок

6. Блок схема алгоритму

7. Структура одновісного трекера

8. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>10.09.2022</i>	<i>виконано</i>
2	<i>Аналітичний розділ</i>	<i>20.10.2022</i>	<i>виконано</i>
3	<i>Розрахунково-дослідницький розділ</i>	<i>15.11.2022</i>	<i>виконано</i>
4	<i>Проектно-конструкторський розділ</i>	<i>01.12.2022</i>	<i>виконано</i>
5	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>10.12.2022</i>	<i>виконано</i>
6	<i>Висновки</i>	<i>10.12.2022</i>	<i>виконано</i>
7	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>20.12.2022</i>	<i>виконано</i>
8	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>20.12.2022</i>	<i>виконано</i>

Студент

_____ (підпис)

Шаварський В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Тим В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Методи та комп'ютеризовані засоби системи енергозабезпечення багатоповерхового будинку // Кваліфікаційна робота // Шаварський Владислав Валерійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем та програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІм-61 // Тернопіль, 2022 // с. – 72, рис. – 21, табл. – 7, аркушів А1 – 8, додат. – 1, бібліогр. – 22.

Ключові слова: МЕТОДИ, СИСТЕМИ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ, СОНЯЧНИЙ ТРЕКЕР, СОНЯЧНА СТАНЦІЯ, ІНВЕРТОР, СОНЯЧНИЙ ТРЕКЕР, ARDUINO.

У кваліфікаційній роботі розроблено проєктування системи енергозабезпечення багатоповерхового будинку з використанням комп'ютеризованих засобів.

Проведено аналіз сонячних панелей та інших допоміжних приладів для впровадження СЕС.

Розроблено апаратне та програмне забезпечення комп'ютерної системи керування сонячним трекером.

ANNOTATION

Methods and computerized means of the multi-story building energy supply system // Qualification work // Shavarskyi Vladyslav // Ivan Pulyuy Ternopil National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIM -61 // Ternopil, 2022 // p. – 72, fig. - 21, tab. - 7, sheets A1 - 8, add. – 1, bibliography - 22.

Keywords: METHODS, SYSTEMS, POWER SUPPLY, SOLAR PANELS, SOLAR TRACKER, SOLAR STATION, INVERTER, SOLAR TRACKER, ARDUINO.

In the qualification work, the design of the energy supply system of a multi-story building using computerized means was developed.

The analysis of solar panels and other auxiliary devices for the implementation of SES was carried out.

The hardware and software of the solar tracker computer control system have been developed.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1. Географічні та кліматичні характеристики	10
1.2. Аналіз потенціалу для використання поновлюваних джерел енергії	14
1.3. Висновки до розділу	18
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	19
2.1. Структурна схема електростанції.....	19
2.2. Вибір сонячних панелей та інверторів	20
2.3. Вибір місця розташування станції	27
2.4. Вибір приладів обліку	31
2.5. Вибір автоматичних вимикачів	34
2.6. Вибір проводів, кабелів та шин	38
2.7. Техніко–економічний розрахунок.....	40
2.8. Висновки до розділу	42
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	43
3.1. Проектування сонячного трекара.....	43
3.2. Алгоритм роботи трекара.....	45
3.3. Архітектура та компоненти	47
3.2. Розробка програми сонячного трекара	52
3.4. Висновки до розділу	54
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
4.1. Охорона праці.....	55
4.2. Планування заходів цивільного захисту в житлових комплексах у випадках надзвичайних ситуацій.	58
4.3. Висновки до розділу	62
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
Додаток А. Апробація результатів роботи.....	68

ВСТУП

Актуальність теми. Війна в Україні та пов'язана з нею енергетична криза змусили рекордну кількість цивільних осіб встановити сонячні системи та батареї. Майже 90% українських станцій відновлюваної енергетики встановлено в районах, які постраждали від активних бойових дій. У середині березня Українська асоціація відновлюваної енергетики (УАВЕ) повідомила, що 37% наземних сонячних електростанцій в країні побудовано в районах, де відбуваються збройні конфлікти, і ще 34% - у прилеглих районах.

За два місяці війни в Україні було знищено близько 30-40% сонячних електростанцій, у міру продовження боротьби ця цифра може зрости. Більшість об'єктів розташовані в південній та центральній частинах України, у Дніпропетровській, Запорізькій, Миколаївській, Херсонській та Одеській областях, які сьогодні опинилися в епіцентрі важких боїв та обстрілів.

Навіть до початку повномасштабного вторгнення кількість людей, що використовують альтернативні джерела енергії. Як повідомляє Укренерго, попит на встановлення сонячних панелей у період з 2010 року до 2022 виріс у 775%, з 0,08 ГВт до 6.194 ГВт. Через збільшений попит вартість обладнання до 2022 знизилась майже на 60%, але через ситуацію в країні та дефіцит комплектуючих вартість сонячних фотоелектричних панелей дуже стрімко зростає.

Наше енергетичне майбутнє має включати здорову суміш сонячних електростанцій, громадської сонячної енергії та сонячної енергії на даху. Однієї сонячної енергії загального масштабу недостатньо. Впровадження розподіленої сонячної енергії не тільки забезпечує економічні переваги для споживачів і самих комунальних компаній, але також збільшує можливості для приватних інвестицій і працевлаштування: нові робочі місця для будівництва нової вдосконаленої електричної мережі.

Метою дослідження є удосконалення, проєктування системи електрозабезпечення багатоквартирного будинку з використанням комп'ютеризованих засобів.

Поставлена в роботі ціль вимагає:

1. Аналізу території для реалізації проєкту;
2. Вибору типу, кількості та потужності комплектуючих електростанції;
3. Виконання аналітичного дослідження автономних систем електропостачання;
4. Обрахунку вартості даної системи та приблизний час окупності;
5. Розрахунку навантаження, вибір захисних та комутаційних апаратів;
6. Створення макету системи для збільшення продуктивності сонячних панелей.

Об'єкт дослідження – процеси електрозабезпечення з використанням комп'ютеризованих систем.

Предмет дослідження – моделі, методи, комп'ютеризовані системи електрозабезпечення житлового багатоквартирного будинку.

Методи дослідження. Під час виконання поставлених задач використовувались наступні методи:

- аналіз та узагальнення – при проведенні огляду та аналізу специфіки місця розташування сонячних панелей, виборі основних елементів системи,
- проєктування та програмування – при розробці апаратної та програмної складової проєкту;
- експеримент та вимірювання – для апробації результатів кваліфікаційної роботи.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено та аналітично описано апаратне та програмне забезпечення системи енергозабезпечення багатоповерхівки з використанням сонячних панелей із встановленими трекерами сонця для збільшення продуктивності системи.

Практичне значення одержаних результатів. Полягає в тому, що апаратне та програмне забезпечення комп'ютерної системи енергозабезпечення багатоповерхового будинку дозволить покращити життя мешканців даного будинку та через певний час зменшити витрати, також сонячний трекер допоможе збільшити кількість виробленої електроенергії.

Публікації. Результати кваліфікаційної роботи магістра апробовано на XI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (7-8 грудня 2022 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Географічні та кліматичні характеристики

Багато квартирний житловий будинок для якого буде розроблятися наша система розташовані у місті Хмельницький (рис. 1.1), не далеко від на центр міста, але біля будинку є велика не забудована територія на якій буде зручно розмістити нашу СЕС. Будинок 10-ти поверховий, має 4 під'їзди, загальна кількість квартир 260. Перший на четвертий під'їзд мають по 80 квартир, другий та третій по 50 квартир. Через те, що будинок зданий відносно не давно то на цей час заселеність будинку складає приблизно 25-30%.

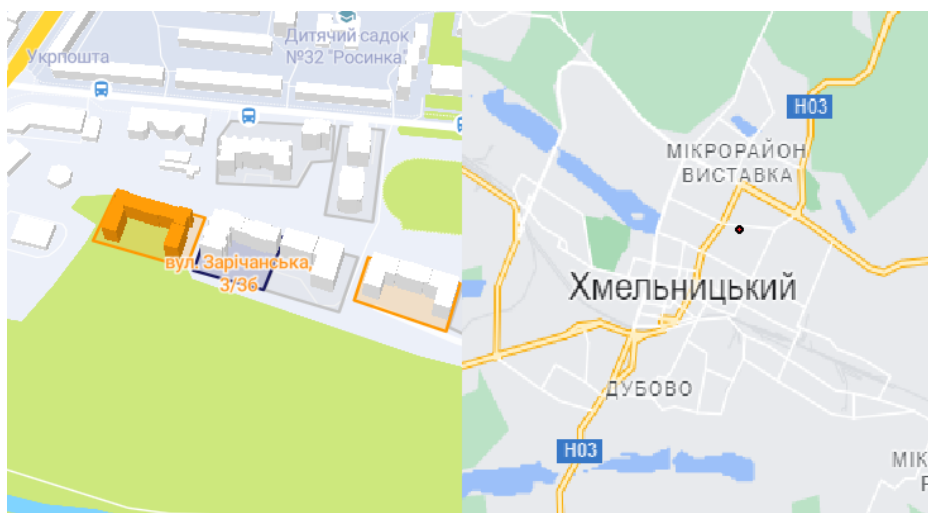


Рис. 1.1. Місце розташування

Поки що на території будинку розміщена тільки дитячий майданчик на якому розміщено 3 ліхтарі освітлення, та згодом у будинку має запрацювати одразу 2 магазини, один з них продуктовий.

Клімат міста є помірно-континентальним з теплим літом, м'якою зимою та достатньою кількістю опадів. Середньорічна температура повітря становить $+7,1^{\circ}\text{C}$, найнижча вона у січні – $-11,5^{\circ}\text{C}$, найвища – у липні – $+30,0^{\circ}\text{C}$.

Протягом року у місті випадає 669 мм опадів, середня відносна вологість повітря – 79 % [3].

Протягом року температура зазвичай коливається від -7°C до 24°C і рідко буває нижче -17°C або вище 29°C .

У Хмельницькому середній відсоток хмарності зазнає значних сезонних коливань протягом року. Найкращий період року для сонячної енергетики на Хмельниччині починається приблизно 30 квітня і триває 5,4 місяця, закінчуючись приблизно 10 жовтня. Найменш хмарний місяць року в Хмельницькому — липень, протягом якого в середньому небо ясне, переважно ясне або мінлива хмарність 66% часу. Більш хмарна частина року починається приблизно 10 жовтня і триває 6,7 місяця, закінчуючись приблизно 30 квітня. Найпохмуріший місяць року в Хмельницькому — грудень, протягом якого в середньому 70% часу небо вкрите хмарами.

Дощовий сезон триває 2,9 місяця, з 12 травня по 8 серпня, з більш ніж 26% ймовірністю того, що певний день буде вологим. Місяць з найбільшою кількістю вологих днів у Хмельницькому – червень, в середньому 10,3 дня з не менше 0,1 сантиметра опадів. Більш сухий сезон триває 9,1 місяця з 8 серпня по 12 травня. Місяць з найменшою кількістю вологих днів у Хмельницькому – січень, в середньому 4,9 дня з не менше 0,1 сантиметра опадів. Серед вологих днів розрізняємо ті, у які буває лише дощ, сніг або суміш обох. Виходячи з цієї класифікації, найбільш поширена форма опадів у Хмельницькому змінюється протягом року. Лише дощі найчастіше йдуть протягом 10 місяців, з 14 лютого по 29 грудня. Лише в Хмельницькому місяць з найбільшою кількістю дощових днів – червень, в середньому 10,3 дня. Тільки сніг найчастіше буває протягом 1,5 місяців, з 29 грудня по 14 лютого. Найбільше сніжних днів лише у Хмельницькому – січень, в середньому 2,1 дня.

Сніжний період року триває 5,3 місяця, з 25 жовтня по 3 квітня. Найбільш сніговий місяць у Хмельницькому – грудень, середня кількість снігу

становить 10,5 см. Безсніжний період року триває 6,7 місяця з 3 квітня по 25 жовтня.

На рисунку нижче (рис. 1.2) представлено компактне представлення висоти сонця (кут сонця над горизонтом) і азимута (компасний пеленг) для кожної години кожного дня у звітному періоді. По горизонтальній осі — день року, а по вертикальній — година доби. Для певного дня та години цього дня колір фону вказує на азимут сонця в цей момент, голубий – північ, зелений – схід, червоний – південь, тілесний – захід. Чорні ізолінії — це контури постійної висоти Сонця.

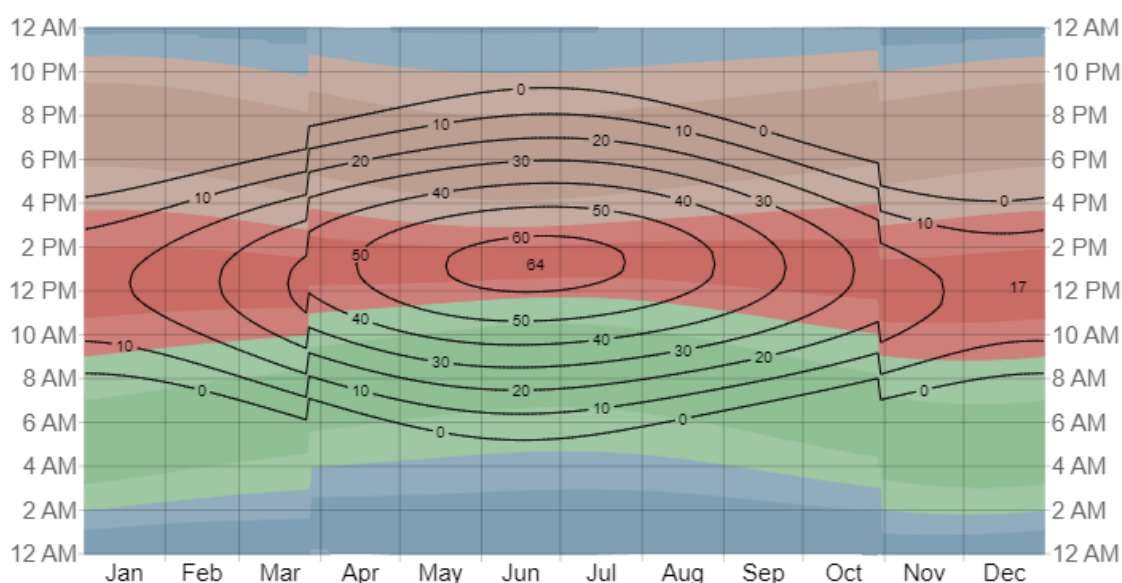


Рис. 1.2. Азимут сонця

Середньо годинна швидкість вітру в Хмельницькому зазнає значних сезонних коливань протягом року. Вітряніша частина року триває 6,4 місяця, з 11 жовтня по 24 квітня, із середньою швидкістю вітру понад 15,5 кілометрів на годину. Вітряним місяцем року в Хмельницькому є лютий із середньо годинною швидкістю вітру 29,4 кілометра на годину. Більш спокійна пора року триває 5,6 місяця, з 24 квітня по 11 жовтня. Найспокійніший місяць року в Хмельницькому — серпень із середньо годинною швидкістю вітру 19,3 кілометра на годину.

Середньодобова короткохвильова сонячна енергія зазнає екстремальних сезонних змін протягом року. Яскравіший період року триває 3,7 місяця, з 30 квітня по 22 серпня, із середньодобовою падаючою короткохвильовою енергією на квадратний метр понад 5,4 кВт/год. Найяскравіший місяць року (рис. 1.3) в Хмельницькому червень, в середньому 6,4 кВт/год.

Темний період року триває 3,6 місяця, з 28 жовтня по 16 лютого, із середньодобовою падаючою короткохвильовою енергією на квадратний метр нижче 2,0 кВт/год. Найтемніший місяць року в Хмельницькому — грудень, в середньому 0,9 кВт/год.

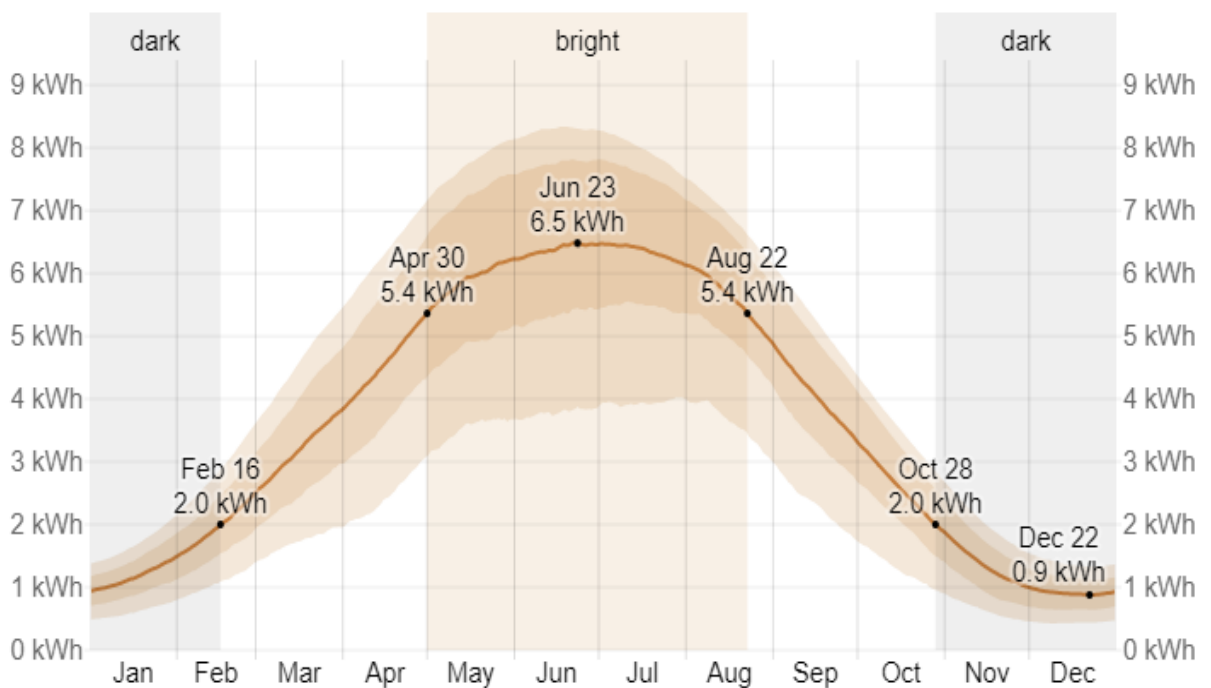


Рис. 1.3. Середньодобовий інцидент короткохвильової сонячної енергії

СЕС розташована у таких кліматичних умовах залежності від потужності станції та її перевантаження, в ясні дні може покрити до 90% потреб споживача.

Найбільш продуктивна генерація електроенергії відбувається в денні години (рис. 1.4.), тому покриття графіка навантажень в решту часу доби буде, здійснюватися традиційним електропостачанням, але якщо встановити додаткові акумуляторні батареї великої місткості які будуть накопичувати

надлишкову електроенергію, то у разі аварійного відключення традиційної мережі енергопостачання ми зможемо використовувати накопичену електроенергію як основне джерело у темну пору доби.

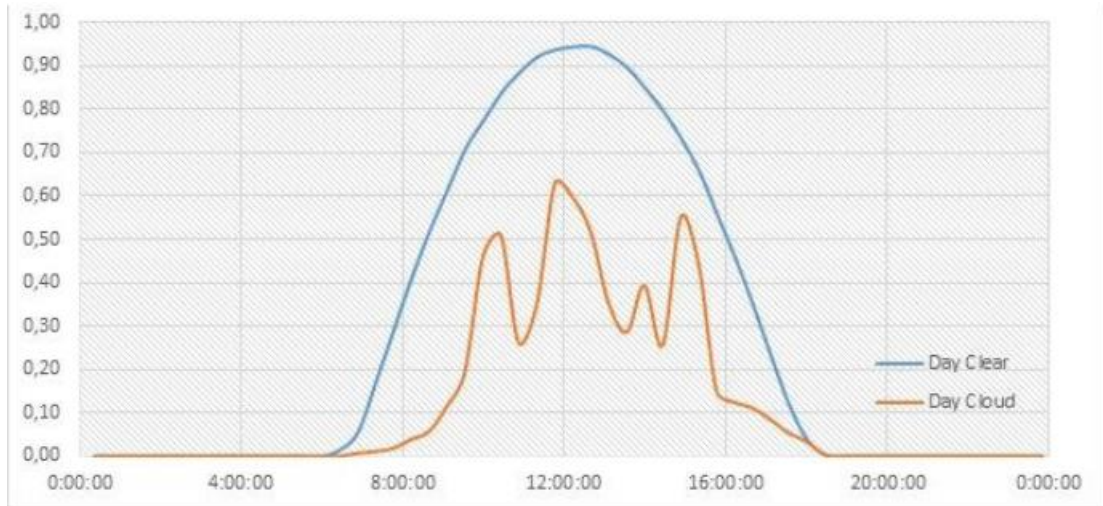


Рис. 1.4. Денна генерація електроенергії середньостатистичної СЕС

1.2. Аналіз потенціалу для використання поновлюваних джерел енергії

Хмельницька область має поганий потенціал реалізації на її території вітрової електростанції через те, що вітряніша частина року триває 6,4 місяця, з 11 жовтня по 24 квітня, із середньою швидкістю вітру понад 15,5 кілометрів на годину.

Наданий час великий процент найпридатніших територій для будівництва ВЕС є тимчасово окуповані, а саме узбережжя Чорного та Азовських морів, гірські райони Кримського півострова та Карпат, Одеська, Херсонська, Запорізька, Донецька, Луганська та Миколаївська області [4].

Найбільшою та найпотужнішою ВЕС в Україні на даний час є Ботіївська ВЕС яка знаходиться в Запорізькій області. Потужність даної ВЕС становить 200 МВт, основою цієї станції є генератори Vestas V112–3.0 потужністю 300 кВт. Для роботи такого обладнання на мінімальній потужності необхідно щоб швидкість вітру перевищувала 12 метрів за секунду.

Середня швидкість вітру поблизу м. Хмельницький за статистичними даними від 2016 року коливається у діапазоні швидкості зрушення більшості вітроколів.

Після проведеного аналізу доходимо до висновку, що варіант електропостачання від вітрової електричної станції є повністю безперспективний.

На цей момент використання сонячної енергії є дуже популярним напрямом. Багато хто бачив у цьому велику перспективу через те, що домашня сонячна електростанція не тільки допомагає заощадити кошти, а й допомагає через деякий час отримувати прибуток. Також будівництво “зелених” станцій допомагає заощаджувати земельні ресурси такі як газ та нафта. Ці ресурси є не відновлювані та за останніми публікаціями цих ресурсів залишилось не багато, на років 40-45.

Нажаль сонячна енергетика в Україні не є такою популярною як в країнах Азії чи Європи. Основною причиною цього є те що на території України низький рівень інсоляції (рис. 1.5) [6].

Як бачимо, Хмельницька область не є найбільш сприятливою для сонячної енергетики, але має кращі показники ніж Волинська, Рівненська, Житомирська області. Регіон з найбільш сприятливими умовами це узбережжя Чорного та Азовського морів (Одеська, Миколаївська, Запорізька, Дніпропетровська області та півострів Крим).

На території Дніпропетровської області розташовані дві найпотужніші на даний час СЕС. Нікопольська СЕС та Покровська СЕС мають потужності 246 МВт та 240 МВт відповідно [7].

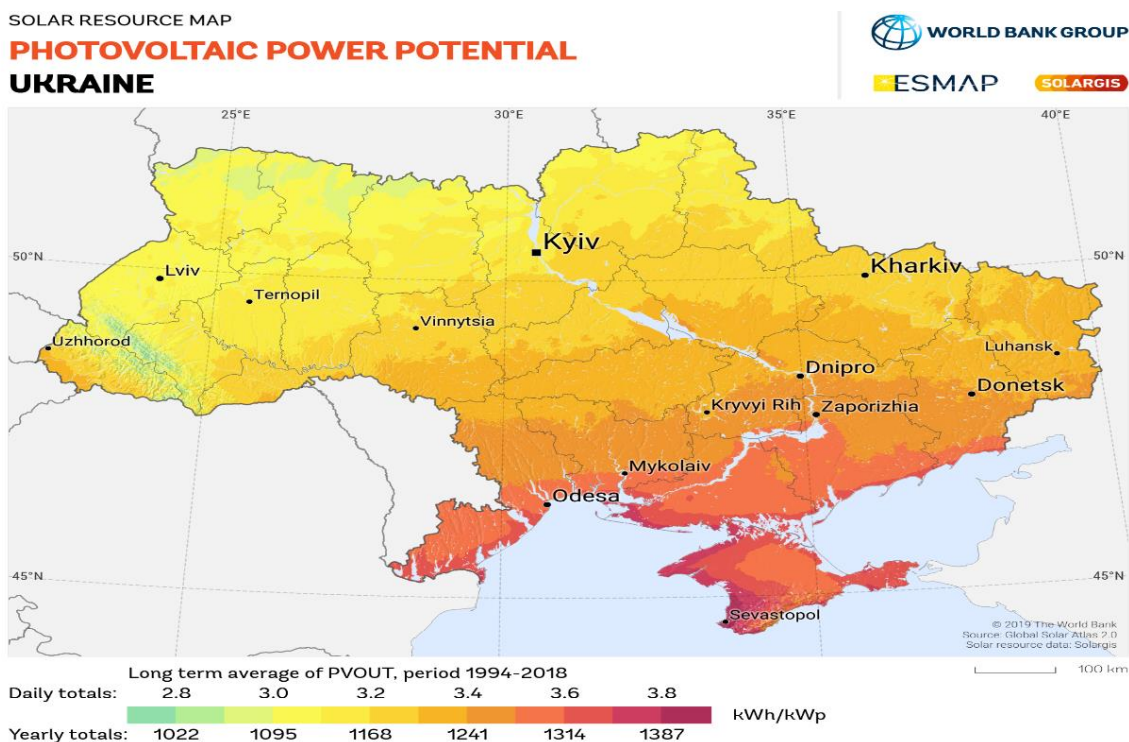


Рис. 1.5. Рівень інсоляції

У 2022 році Україна увійшла в найкращі 20 країн світу з найбільшим парком сонячної енергії із загальною встановленою потужністю 7,7 ГВт. Великі наземні сонячні електростанції займають значну частку з встановленою потужністю 6,2 ГВт, тоді як установки на комерційних і житлових будівлях досягають 1,5 ГВт. Але під час повномасштабного вторгнення в Україні було зруйновано до 50% сонячної енергетики.

За допомогою електронного ресурсу “Global Solar Atlas” [5] ми зможемо зробити детальний аналіз та дослідити сонячну активність у місці розташуванні нашої СЕС. Завдяки онлайн інструментам інтерактивної карти (рис. 1.6) ми впевнились, що доза інсоляції на даній території допустима для використання СЕС.

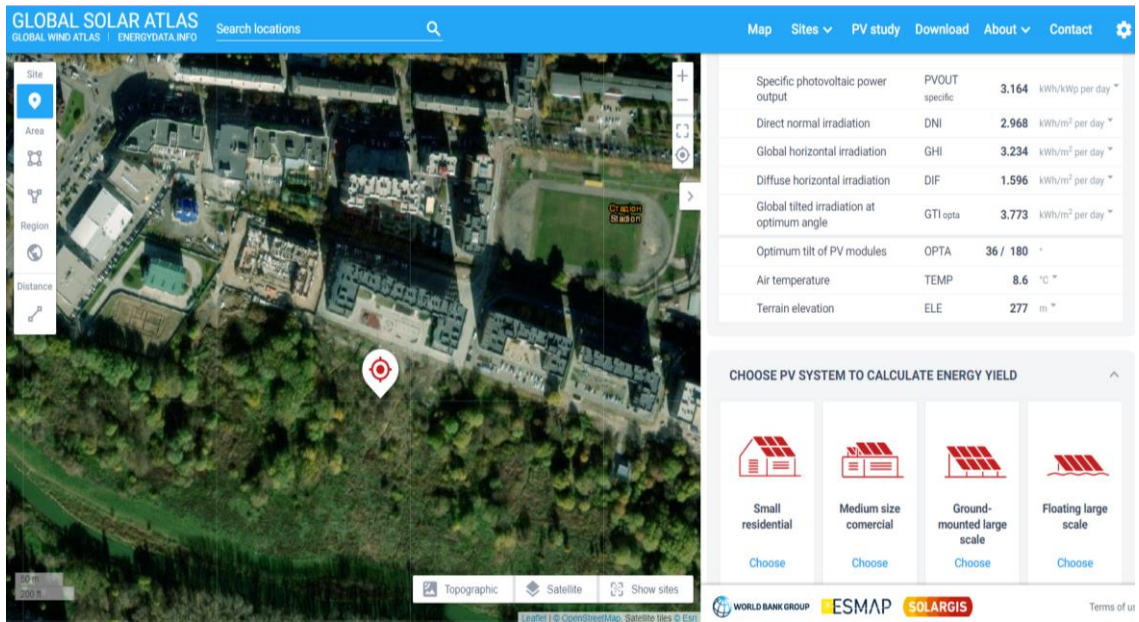


Рис. 1.6. Загальні середньорічні показники

Також за допомогою цього ресурсу ми отримали графік азимутів сонця (рис. 1.7) у даній місцевості, це допоможе нам більш ефективно використовувати нашу СЕС.

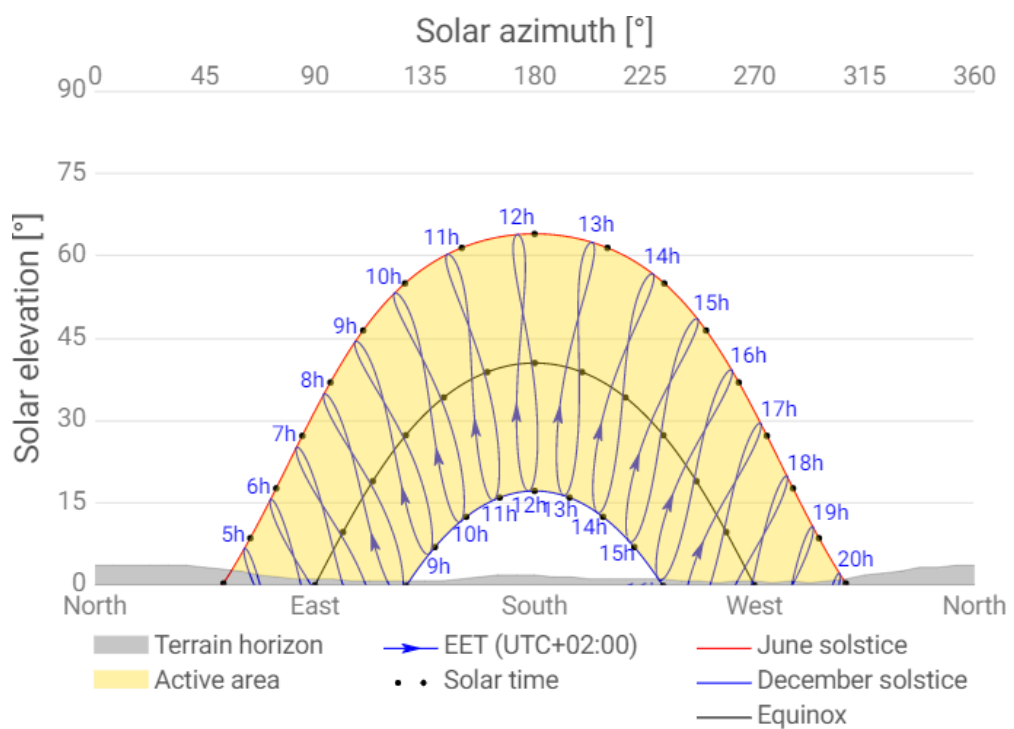


Рис. 1.7. Азимуты солнца

1.3. Висновки до розділу

Після проведеного аналізу усі даних які представлені у першому розділі зрозуміло, перехід до гібридного електрозабезпечення будинку є необхідним. Головною причиною цього є не важка енергетична ситуація в країні, а ситуація у світі з не відновлюваних джерел енергії, з кожним роком буде краще бачитись дефіцит цих ресурсів у майбутньому. За даними науковців які вивчають цю проблему, цих ресурсів залишилось на 40-45 років.

Україні слід йти за розвинутими країнами які з кожним роком все більше і більше використовують альтернативні джерела як спосіб розв'язання проблем із енергозабезпеченням.

Також із першого розділу зрозуміло, що СЕС буде більш продуктивному у цьому місці розташування ніж будь-яке інше джерело альтернативної енергії.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

2.1. Структурна схема електростанції

Структурна схема (рис. 2.1) електростанції складається з групи сонячних панелей які приєднані до двох мережевих інверторів, що через гібридний контролер під'єднані до системи навантаження. Перетворювачі на виході з гібридного контролера дають змінний струм з напругою 230 В. Всі вони підключені до загальної мережі живлення, яка включаються в роботу в автоматичному режимі при пониженні генерації.

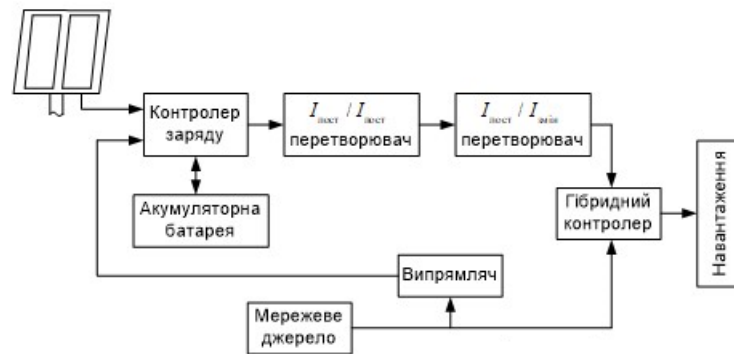


Рис. 2.1. Структурна схема електростанції

Через те що зимою сонячний день короткий і час максимальної генерації енергії не збігається з часом піка споживання, важливим буде встановлення якісних акумуляторів з великою місткістю для запасання надлишків генеруючої електроенергії. У разі збільшення генерації щодо споживання потужність, що видається в мережу сонячними панелями, обмежується інвертором.

2.2. Вибір сонячних панелей та інверторів

Сонячні панелі забезпечують відновлювану енергію для нашої системи, що допомагає навколишньому середовищу та зменшує ваші рахунки за електроенергію. Але не всі панелі однакові. Матеріал, з якого зроблена панель, який сонячний інвертор у ній використовується та спосіб її кріплення до даху, визначає, у яких середовищах вона найкраще працює.

Монокристалічні сонячні панелі найкраще перетворюють світло в енергію завдяки високій чистоті кремнію. З огляду на це, монокристалічні сонячні панелі часто є найдорожчими — цей варіант найкращий, якщо вам потрібна найвища продуктивність і ціна. Але в них є один недолік, монокристалічні сонячні панелі утворюють найбільше відходів під час їх виробництва. Якщо ви купуєте сонячні батареї, щоб стати екологічними, інший матеріал може краще відповідати вашим потребам [11].

У полікристалічних сонячних панелях використовується весь кремнієвий матеріал, з якого вони виготовлені, що робить їх «найекологічнішими» панелями. Полікристалічні сонячні панелі також дешевші, ніж монокристалічні панелі, хоча вони не настільки ефективні. Полікристалічні сонячні панелі не так добре працюють при високих температурах. Жаркий клімат із температурою, яка регулярно перевищує 27 °C, не підходить для полікристалічних панелей.

Для економії бюджету найкраще підходять тонкоплівні панелі. Виготовлення тонкоплівкових панелей є економічно ефективним і зазвичай є найдешевшим варіантом. Однак вони також руйнуються швидше, ніж інші панелі. Вибирайте тонкоплівкові, якщо вам потрібна проста сонячна панель, яка з роками потребуватиме додаткових ремонтів. Тонкоплівкові панелі зазвичай потребують найбільше місця і менш практичні для невеликих будинків. Їм може знадобитися вдвічі більше місця, ніж моно- або полікристалічній сонячній панелі з такою ж потужністю.

Аморфні сонячні панелі — це підмножина тонкоплівкових сонячних панелей. Як правило, вони менші за інші тонкоплівкові панелі. Завдяки процесу під назвою «стикування», який включає кілька шарів аморфних кремнієвих елементів, ці панелі можуть досягти високого рівня ефективності, приблизно вдвічі вищого, ніж інші тонкоплівкові сонячні панелі. Аморфні сонячні панелі дорожчі за інші тонкоплівкові панелі.

Індустрія сонячних панелей значно зросла за останні кілька років. Тепер вже є багато хороших і надійних виробників сонячних панелей. Однак є також багато виробників, які замість цього пропонують дешеві та низькоякісні сонячні панелі, багато з яких з Китаю. Хоча також важливо відзначити, що багато провідних виробників сонячних панелей також з Китаю. Це означає, що ми не повинні судити про якість сонячної панелі лише на основі країни походження.

Щороку Bloomberg New Energy Finance публікує список виробників сонячних панелей рівня 1, щоб зорієнтувати інвесторів щодо того, у яких виробників сонячних панелей краще інвестувати в сонячні проєкти. Хоча цей список не є прямим показником якості, ми все одно можемо використовувати його, щоб відокремити якісні сонячні панелі від низькоякісних.

Зараз список виглядає таким чином: 1. Jinko Solar 2. Longi Solar 3. JA Solar. Проаналізувавши ситуацію на ринку зупини свій вибір на компанії JA Solar. Відповідність стандартам виготовлення і наявності сертифікатів дозволяє не сумніватися в надійності їхнього продукту.

Для даного проєкту виберемо панелі JAM60S09–325PR від виробника Ja Solar, потужністю 325 Вт, основні характеристики представлені в таблиці 2.1

Перевірена часом, надійна, визнана у всьому світі серія фотомодулів від JA Solar стала ще ефективніше і могутніше, завдяки технологіям Multi Bus Bar і PERC. Сонячні панелі з пасивуванням заднього контакту емітера і п'ятьма струмопровідними шинами в кожній клітинці стійкіше до перегріву і механічних навантажень, продуктивніше на 1-1,5%. Вони призначені для фотоелектричних систем з напругою до 1000 В/1500В DC (IEC) будь-якого

призначення: побутових, комунальних, комерційних, промислових установок. Підходять для будівництва сонячних електростанцій під "зелений" тариф. Фотоелементи JA Solar відрізняються підвищеною стійкістю до індукованої деградації. Можливість розриву сітки струмопровідних доріжок повністю виключена завдяки використанню у виробництві технології подвійного друку.

Таблиця 2.1

Параметри сонячної батареї JAM60S09–325PR

Електричні параметри	
Потужність	325 Вт
Напруга при максимальній потужності	33,4 В
Струм при максимальній потужності	9,72 А
Струм короткого замикання	10,25 А
Напруга холостого ходу	41,04 В
Максимальна напруга у системі	1000/1500 В
ККД	19,7 %
Термічні характеристики	
Номінальна робоча температура комірки	-40...+80 °С
Температурний коефіцієнт потужності	-0,370% °С
Температурний коефіцієнт напруги	-0,300% °С
Температурний коефіцієнт струму	-0,060% °С
Конструкційні характеристики	
Кількість фотоелементів	60 (6×10)
Габарити, Д×Ш×В, мм	1657×996×35 мм
Вага	18,4 кг
Клас захисту	IP 67
Штекерний роз'єм	MC4

Виробник дає гарантію на механічні пошкодження 12 років. Також запевняє, що за 10 років процент вироблення номінальної потужності не впаде менш як 90%, за 25 років експлуатації не менше 80%.

Для підключення панелей до трифазної мережі змінного струму необхідні інвертори. Інвертори бувають різні такі як, центральні, струнні, мікроінвертори.

Центральні інвертори є найстарішим і найпоширенішим типом сонячних інверторів [12]. Ці інвертори також зазвичай є найнадійнішим варіантом, оскільки вони добре працюють у суворих кліматичних умовах і найбільше досліджувалися вченими-екологами. Інвертори схожі на мозок системи сонячних панелей — вони контролюють потужність і продуктивність самих сонячних панелей.

Струнні інвертори — це нова форма центральних інверторів, які з'єднують разом групу невеликих панелей, щоб вони функціонували як одне ціле. Вони також зазвичай дешевші, ніж центральні інвертори, і є найбільш бюджетним інвертором. Струнні інвертори найкраще працюють на будинках з плоским дахом. У порівнянні з оптимізаторами потужності та мікроінверторами струнні інвертори є застарілою технологією.

Мікроінвертори зазвичай служать довше, ніж інші типи сонячних панелей. На відміну від інших інверторів, які припиняють працювати при виході з ладу однієї панелі, мікроінвертори продовжують працювати при зламаній панелі. Проте через тривалий термін служби мікроінвертори також є найдорожчим варіантом.

Чистий синусоїдальний інвертор: цей інвертор працює за формулою споживання електроенергії. Він може регулювати налаштування напруги відповідно до потреб у будь-який момент часу. Це найкращий тип інвертора для будинків і магазинів.

Модифіковані інвертори синусоїдальної хвилі: для запуску цього інвертора потрібно кілька хвилин і він не забезпечує такий плавний перехід потужності, як інвертори з чистою синусоїдальною хвилею.

Прямокутна хвиля: це найменш ефективний тип інвертора з трьох. Він використовується для елементарних приладів, яким для повторного запуску потрібна невелика потужність. Щоб вибрати потрібний трифазний інвертор нам потрібно дотримуватись наступних правил:

1) Сумарна потужність сонячних панелей не повинна бути вище сумарної потужності інверторів.

2) Максимальна вхідна напруга інвертора не повинна бути менша за вихідну напруги сонячних панелей.

Після проведення аналізу інверторів різних виробників та порівняння їх характеристик вибір зупинився на інверторів 10 кВт від компанії Fronius (Fronius 10.0–3–М).

Таблиця 2.2

Параметри системи трифазних інверторів Fronius SYMO 10.0–3–М

Вхідні дані	
Кількість трекерів МРР	2
Макс. вхідний струм	27,0 А/ 16,5А (14,0А < 420В)
Макс. сумарна величина ефективного вхідного струму	43,5 А
Макс. струм короткого замикання	40,5А/ 24,8А
Мін. вхідна напруга	200В
Початкова напруга	200В
Макс. вхідна напруга	1000В
Діапазон корисних напружень МРР	200–800В
Кількість роз'ємів постійного струму	3+3
Максимальна вихідна потужність ФВ генератора	15,0 кВт
Вихідні дані	
Номінальна потужність	10 000 Вт
Макс. вихідна потужність	10 000 В·А
Макс. вихідний струм	14,4 А

Продовження таблиці 2.2

Діапазон напруг підключення до мережі	3 – NPE 400В/200В 3 – NPE 380В/220В (+20% /-30%)
Частота (діапазон частот)	50 Гц /60 Гц , 45 Гц /65 Гц
ККД	98%
Загальна інформація	
Розміри (В×Ш×Г)	725×510×225 мм
Маса	34,8 кг
Клас захисту	IP 66
Конструкція інвертора	Бестрансформаторна
Діапазон температур навколишнього середовища	-40 ° ...+ 60°C
Технологія підключення кола постійного струму	6 х постійний струм прямої полярності і
Підключення до мереж	полосів змінного струму, затискні контакти 2,5 – 16 мм ²
Інтерфейси	
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)
USB (роз'єм А)	Для USB-накопичувачів
2x RS422 (роз'єм RJ45)	Fronius Solar Net
Сигнальний вихід	Управління енергією вихід з реле (йною розв'язкою потенціалів)
Логи сервера	Включені
Зовнішній вхід	S0-Meter Інтерфейс / Вхід для захисту від перенапруги
RS485	Modbus RTU SunSpec або підключення лічильника

Далі потрібно вирахувати кількість сонячних панелей для забезпечення потрібної потужності для користувача.

Для цього спочатку потрібно обрахувати потужність станції із можливим збільшеним потенціалом споживання на 50%.

$$P_{\text{СП}} = 1,5P_{\text{ТП}} \quad (2.1)$$

де $P_{\text{ТП}}$ – споживна потужність діючої ТП

$$P_{\text{СП}} = 1,5 \times 76 = 114 \text{ кВт} \quad (2.2)$$

Щоб визначити необхідну кількість панелей потрібно розрахункову потужність станції поділити на номінальну потужність однієї панелі.

$$N_{\text{СП}} = \frac{P_{\text{СП}}}{P_{\text{СПП}}} \quad (2.3)$$

$$N_{\text{СП}} = \frac{114000}{325}$$

Після проведених обрахунків ми визначили що для реалізації проекту нам потрібно 350 панелей.

Наступним кроком є обрахунок кількості груп сонячних панелей, та їх кількість у цих групах. Для цього потрібно номінальну вхідну напругу інвертора розділити на напругу сонячних панелей при максимальній потужності.

$$N_{\text{пос.}} = \frac{830}{33,44} = 25 \text{ шт} \quad (2.4)$$

Після обрахунку ми знаємо по скільки сонячних панелей буде в одній послідовно з'єднаній групі. Оскільки загальна кількість панелей 350 то приходимо до висновку, що буде 14 таких груп які будуть з'єднані паралельно.

Далі необхідно дізнатись скільки груп можливо підключити до одного інвертора. Для цього потрібно максимальний струм інвертора поділити на струм панелей у точці максимального навантаження.

$$N_{\text{гр}} = \frac{I_{\text{max вх}}}{I_{\text{ТПП}}} = \frac{16,5}{9,72} = 2 \text{ шт} \quad (2.5)$$

Для визначення загальної кількості інверторів нам потрібно кількість груп (14) поділити на кількість груп які можливо одночасно під'єднати до одного інвертора. Звідси випливає, що для забезпечення справної роботи нашої системи потрібно 7 інверторів.

2.3. Вибір місця розташування станції

Для правильно використання усього потенціалу сонячних панелей їх потрібно встановити під певним кутом. Літом найоптимальніший кут це 30° відносно горизонту. За основу для монтажу сонячних панелей будемо використовувати вже готову конструкцію від компанії Solar, так як основною її перевагою є можливість зміни кута нахилу до горизонту [14].

Ці спеціально розроблені підставки, кріплення та стелажні системи забезпечують оптимальну продуктивність сонячних панелей, дозволяючи налаштовувати панелі для оптимального нахилу залежно від часу доби, пори року чи широти.

Матеріал, який використовується для виготовлення підставки для сонячної панелі, може вплинути на довговічність сонячної панелі. Підставки для сонячних панелей зроблені з високоякісного міцного матеріалу, щоб гарантувати надійне кріплення сонячних панелей, щоб їх не легко пошкодити.

Коли справа доходить до вибору підставки для сонячних панелей, важливо знати про її особливості та фактори, які роблять підставку для сонячних панелей хорошою.

Найкращі підставки для сонячних панелей створені для довговічності. Це пояснюється тим, що ці стенди побудовані з використанням найновіших методів і технологій, а також матеріалів найкращої якості, таких як оцинковане залізо, термін придатності якого становить 25 років і може служити навіть довше, залежно від того, як воно обслуговується.

Ще одна відмінна риса підставки для сонячних панелей – це її універсальний дизайн (рис. 2.2). Це означає, що його можна адаптувати до різноманітних брендів сонячних панелей.

Так як нам відомі розміри панелі розрахуємо площу необхідну для встановлення та розміщення однієї панелі. Також одразу визначимо площу під панеллю використавши тригонометричне співвідношення.

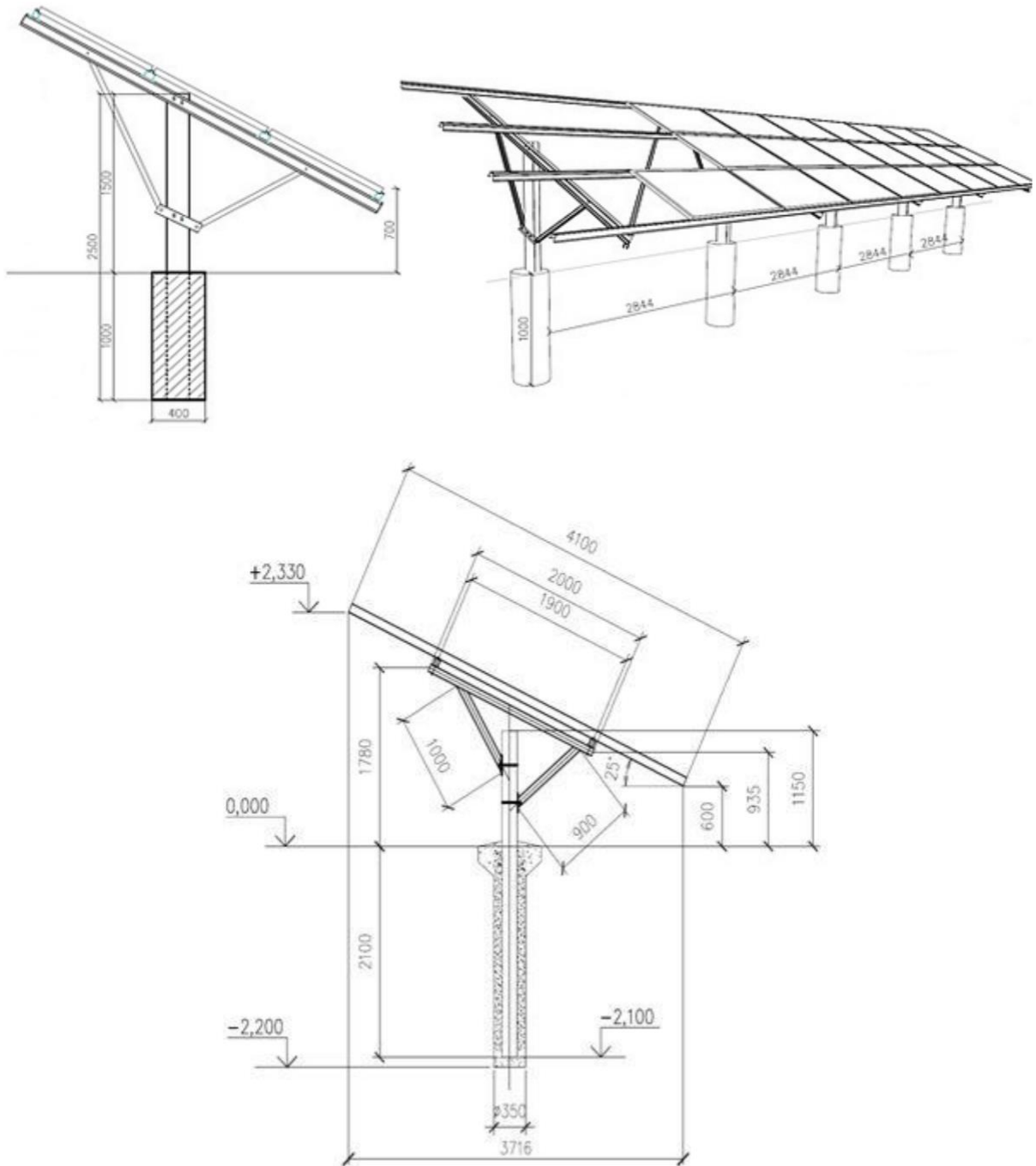


Рис. 2.2. Креслення системи кріплення

Так як панелі будуть встановлені під кутом до горизонту, то ширина площі під панеллю залишиться без змін, а довжина зменшиться. То спочатку потрібно обчислити довжину площі під панеллю.

$$I_{пл} = I_{сп} \times \cos \alpha = 1,65 \times \cos 30^\circ = 1,65 \times 0,86 = 1,41 \quad (2.6)$$

де α – кут між горизонтом і панеллю,

$l_{сп}$ – довжина панелі.

$$S_{пл} = l_{пл} \times b_{сп} \quad (2.7)$$

де $b_{сп}$ – ширина панелі

$$S_{пл} = 0,99 \times 1,41 = 1,39 \text{ м}^2$$

Для запобігання проблеми затемнення сонячних панелей одна одною потрібно їх правильно розмістити у ряди на певних відступах один від одного. Потрібно обрахувати ширину даного відступу.

$$d_{від} = h_{сп} \times \tan(\alpha) \quad (2.8)$$

де $h_{сп}$ – висота, на якій встановлені панелі

Далі потрібно обрахувати висоту похилої встановленої панелі.

$$h_{сп} = l_{сп} \times \sin(\alpha) \quad (2.9)$$

Звідси впливає наступна формула для обрахунку відступу між рядами з сонячними панелями.

$$d_{від} = l_{сп} \times \sin(\alpha) \times \tan(\alpha) \quad (2.10)$$

$$d_{від} = 1,65 \times \sin(30) \times \tan(30) = 1,65 \times 0,5 \times 0,57 = 0,47 \text{ м}$$

Панелі будуть розміщені у ряди по 20 штук. Тепер потрібно дізнатись довжину ряду.

$$l_{ряд} = N_{п} \times b_{сп} \quad (2.11)$$

де $N_{\text{п}}$ – кількість панелей в ряду.

$$l_{\text{ряд}} = 20 \times 0,99 = 19,8 \text{ м}$$

Дізнавшись всі деталі розміщення, розуміємо яку площу потрібно задіяти для побудови та реалізації проєкту.

2.4. Вибір приладів обліку

Для ведення обліку потрібно електроспоживання будинку потрібно встановити лічильники. При проведенні аналізу можливих варіантів вибір зупинився на лічильнику NIK2303 (рис. 2.3) компанії NIK, це одна з найбільших компаній у Східній Європі в галузі розробки та реалізації інтелектуальних автоматизованих систем обліку енергоресурсів, систем енергоменеджменту, енергетичного консалтингу та інжинірингу [15].

Трифазні багатотарифні лічильники електричної енергії типів NIK2303P3, NIK2303P6, NIK2303T з електронним дисплеєм та трьома вимірювальними елементами призначені для вимірювання активної енергії в прямому та зворотному напрямку за одним або кількома тарифами з класом точності 1 а також вимірювання реактивної її енергії з класом точності 2 в трифазних мережах змінного струму.

Лічильники оснащені інтерфейсом «оптичний порт» і додатково можуть оснащуватися інтерфейсами RS-485, «радіоканал», Ethernet, або PLC (PLC G3), релейним виводом, реле відключення навантаження, датчиками магнітного та (або) електромагнітного полів. Основними випробувальними виводами є імпульсні випробувальні виводи, контакти яких виведені на спеціальні роз'єми.



Рис. 2.6. Лічильник електроенергії NIK 2303

За кліматичними та механічними вимогами лічильник відповідає вимогам ДСТУ EN 62052 11, ДСТУ EN 62053-22 та ДСТУ EN 62053-23 при використанні в приміщеннях, в яких відсутні агресивні пари та газів. Лічильник за результатами досліджень показників стабільності та метрологічної надійності відповідає вимогам національного стандарту ДСТУ EN 62059-32-1.

Ці лічильники бувають різної конфігурації, тому за допомогою таблиці виконань лічильника NIK2303P3 (рис. 2.4) підберемо потрібну нам конфігурацію. Після проведеного аналізу можливих конфігурацій вибір зупинився на NIK 2303 ARP3T.13C2.M.21. Основні параметри лічильника наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Характеристики лічильника NIK 2303 ARP3T.13C2.M.21

Діапазон напруг підключення до мережі	3 – NPE 400В/200В 3 – NPE 380В/220В (+20% /-30%)
Частота (діапазон частот)	50 Гц /60 Гц , 45 Гц /65 Гц
ККД	98%
Загальна інформація	
Розміри (В×Ш×Г)	725×510×225 мм
Маса	34,8 кг
Клас захисту	IP 66
Конструкція інвертора	Бестрансформаторна
Діапазон температур навколишнього середовища	-40 ° ...+ 60°C
Технологія підключення кола постійного струму	6 х постійний струм прямої полярності і
Підключення до мереж	полосів змінного струму, затискні контакти 2,5 – 16 мм ²
Інтерфейси	
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)
USB (роз'єм А)	Для USB-накопичувачів
2x RS422 (роз'єм RJ45)	Fronius Solar Net
Сигнальний вихід	Управління енергією вихід з реле (йною розв'язкою потенціалів)
Логи сервера	Включені
Зовнішній вхід	S0-Meter Інтерфейс / Вхід для захисту від перенапруги
RS485	Modbus RTU SunSpec або підключення лічильника

NIK 2303	A	X	P3	X	.	1	X	0	X	.	X	.	X	X
<i>Напруга</i>														
1														
3x220/380В														
2														
3x230/400В														
3														
3x240/416В														
<i>Вимірювання активної енергії</i>														
1														
В прямому напрямку														
2														
В прямому та зворотному напрямку														
<i>Наявність датчиків</i>														
0														
Виконання без датчиків														
М														
Наявність датчика магнітного поля														
С														
Наявність датчика електромагнітного поля														
МС														
Наявність датчиків магнітного та електромагнітного полів														
<i>Наявність релейних виводів</i>														
0														
Виконання без реле														
1														
Релейний вивід														
2														
Реле відключення навантаження														
3														
Наявність реле відключення навантаження і релейного виводу														
<i>Наявність першого додаткового інтерфейсу</i>														
0														
Модуль не встановлено														
2														
Встановлено модуль інтерфейсу RS-485														
3														
Встановлено модуль інтерфейсу RS-232														
4														
Встановлено модуль інтерфейсу радіоканал														
5														
Встановлено модуль інтерфейсу "струмова петля"														
7														
Встановлено модуль інтерфейсу Ethernet														
8														
Встановлено модуль інтерфейсу PLC (PLC G3)														
<i>Наявність основного інтерфейсу</i>														
1														
Встановлено "оптичний порт"														
Т														
Додається тільки для позначення багатотарифних лічильників														
<i>Схема підключення до електричної мережі</i>														
P3														
Прямого підключення 5(120)А														
<i>Вимірювана енергія</i>														
R														
Додається тільки для позначення лічильників реактивної енергії														
A														
Активна енергія														

Рис. 2.5. Таблиця виконань лічильника NIK 2303P3

2.5. Вибір автоматичних вимикачів

Автоматичний вимикач (рис. 2.6) використовується для захисту електричної системи конкретного будинку чи будівлі. Іноді може статися перевантаження електричного струму, і якщо у вас немає нічого, що захистить вас від цього раптового стрибка електрики, ви можете отримати пошкоджені прилади та інше чутливе електронне обладнання. Мабуть, найгірше, що може трапитися, це пожежа всередині вашого будинку, викликана електричними перевантаженнями. Автоматичні вимикачі дуже ефективні для запобігання таких ситуацій. Вони миттєво заблокують або зупиняють вхідний стрибок напруги до того.



Рис. 2.6. Автоматичний вимикач

Найбільш грубим типом автоматичного вимикача є запобіжник. Більшість вважає, що запобіжник відрізняється від автоматичного вимикача. Це може бути правдою, але технічно запобіжник кваліфікується як автоматичний вимикач, оскільки він робить саме те. Запобіжники все ще використовуються сьогодні, але поступово застарівають.

Типові автоматичні вимикачі в основному використовують електромагнетизм для виконання своїх завдань. Раптове перевищення електричної потужності викликає власний електромагніт, який вимикає автоматичний вимикач.

Існують різні види автоматичних вимикачів. Деякі створені спеціально для виявлення критично низьких напруг; інші призначені виключно для перевантажень і екстремальних стрибків напруги. Існують також теплові автоматичні вимикачі та інші призначені для промислового використання.

Встановлення автоматичних вимикачів може заощадити багато грошей. Це позбавить від основного головного болю, пов'язаного з проведенням масштабного ремонту. Коли він спрацьовує, все, що вам потрібно зробити, це знайти зазвичай незначну проблему, яка створює несправність. Після завершення ремонту просто знову увімкніть автоматичний вимикач для нормальної роботи мережі. Якщо несправність не буде усунуто, автоматичний вимикач може просто спрацювати знову але шкоди не буде.

Вибір комутаційного обладнання є важливим та значимим етапом проектування нашої системи. Існує кілька різних критеріїв, які слід враховувати при виборі автоматичного вимикача, включаючи напругу, частоту, відключаючу здатність, тривалий номінальний струм, незвичайні умови експлуатації та випробування продукту.

Загальна номінальна напруга розраховується на основі найвищої напруги, яку можна застосувати до всіх кінцевих портів, типу розподілу та того, як автоматичний вимикач безпосередньо інтегрований у систему. Важливо вибрати автоматичний вимикач з достатньою потужністю напруги для кінцевого застосування.

Автоматичні вимикачі до 600 ампер можуть застосовуватися на частотах 50-120 Гц. Вищі за 120 Гц частоти призведуть до того, що вимикач повинен буде знизити потужність. Під час проектів з високою частотою вихрові струми та втрати заліза спричиняють більший нагрів компонентів теплового розчіплювача, що вимагає зниження номінальних характеристик або спеціального калібрування вимикача. Загальна величина зниження залежить від номінального струму, розміру корпусу, а також від поточної частоти. Загальне емпіричне правило полягає в тому, що чим вищий номінальний струм у корпусі певного розміру, тим більше необхідно зниження номінальних характеристик.

Рейтинг переривання зазвичай вважається найбільшою величиною струму замикання, який вимикач Автоматичні вимикачі панелі керування може перервати, не викликаючи збою системи. Визначення максимальної величини струму замикання, що постачається системою, можна розрахувати в будь-який момент часу. Єдине безпомилкове правило, якого слід дотримуватися при застосуванні правильного автоматичного вимикача, полягає в тому, що відключаюча здатність вимикача повинна бути рівною або більшою за величину струму замикання, який може бути доставлений у точці системи, де застосовано вимикач. Невиконання належної кількості переривної здатності призведе до пошкодження вимикача.

Вибираючи автоматичний вимикач, користувач повинен вирішити, чи купувати пристрій, який пройшов перевірку UL (Underwriters Laboratories), чи ні. Для загальної гарантії якості клієнтам рекомендується купувати автоматичні вимикачі, які пройшли перевірку UL. Майте на увазі, що продукти, які не пройшли випробування UL, не гарантують правильного калібрування вимикача. Усі автоматичні вимикачі низької напруги в литому корпусі, які входять до списку UL, перевіряються відповідно до стандарту UL 489, який поділяється на дві категорії: заводські випробування та польові випробування.

На даний час найкращим варіантом для нашої системи є корпусний автоматичний вимикач серії Formula A2N 250 TMF 160-1600 3p F F 36kA (рис. 2.7). Силові автоматичні вимикачі (силові автомати в литому корпусі) компанії АВВ серії А2 використовуються в розподільних мережах постійного і змінного струму з дуже великим діапазоном струмів від 15 до 630А. Автоматичний вимикач володіє наступними конструктивними перевагами:

- подвійна ізоляція;
- пряме управління;
- придатність до роз'єднання;
- електромагнітна сумісність;
- застосування в умовах тропічного клімату;
- можливість запитування як через верхні, і через нижні виходи;
- універсальність монтажу;
- вимикачі можуть встановлюватися в горизонтальному, вертикальному або в бічному положенні без зниження номінальних характеристик;
- номінальні характеристики не змінюються під час експлуатації на висотах до 2000 м;
- може використовуватися при температурі навколишнього середовища від -25 до +70 °С та зберігатися у приміщенні при температурі від -40 до +70 °С

- оснащений кнопкою тестування для перевірки спрацьовування; цей тест повинен виконуватися на вимикачі в замкнутому стані.



Рис. 2.7. Вимикач Formula A2N 250 TMF 160-1600 3р F F 36kA

2.6. Вибір проводів, кабелів та шин

Вибираючи дроти чи кабелі, це насправді зводиться до трьох загальних властивостей: фізичні характеристики, функціональні характеристики та можливість підтримки. Фізичні показники визначають, наскільки добре загальна конструкція може витримувати стресові фактори навколишнього середовища, такі як стирання, температурні коливання, встановлення та вплив рідин і забруднень. Функціональні параметри враховують ослаблення сигналу та те, наскільки добре дріт/кабель справляються зі стрибками електричного струму, не створюючи небезпеки диму чи пожежі. Нарешті, можливість підтримки враховує, як людський фактор і довгострокові потреби в

обслуговуванні обладнання відіграють роль у загальному циклі обслуговування.

Під час вибору дроту/кабелю найважливішими фізичними параметрами є його характеристики під впливом температури, впливу рідини, встановлення та стирання при робочій температурі. Що стосується температури, слід враховувати обмеження ізоляції та провідників. Якщо це екранований кабель, то екрановане покриття також слід розглядати як обмежувальні фактори. Перегрів провідника може спричинити швидку деградацію покриття, що призведе до зниження електропровідності, більшого погіршення сигналу та більшої схильності до корозії.

Функціональна надійність проводів/кабелів необхідна, щоб переконатися, що все інше працює. Але які параметри слід вибрати або оцінити при виборі дроту, це пропускна здатність по струму, погіршення сигналу та номінальна напруга.

Що стосується пропускної здатності по струму, вже є велика кількість інформації про рекомендовані максимальні значення струму для проводів різного калібру. Цей максимальний номінальний струм зазвичай знижується при додаванні до джгутів проводів.

Цілісність сигналу є ключовим атрибутом радіочастотних мікрохвильових і високошвидкісних кабелів передачі даних. Сигнали погіршуються під час проходження по дроту. Погіршення сигналу кабелю залежить від частоти та не є послідовним у всьому частотному спектрі. Ослаблення сигналу зростатиме зі збільшенням частоти. Прийнятний рівень затухання залежить від застосування/обладнання/встановлення, і немає жодного кабелю, який би працював для всіх застосувань. Важливо відзначити, що цілісність сигналу сильно залежить від геометрії кабелю та електропровідності, тому важливо враховувати радіус вигину, маршрутизацію та інші екологічні стресори. Більшість проблем із загасанням сигналу можна вирішити, вибравши правильні кабелі, які пройшли ретельну перевірку на відповідність вимогам застосування.

Також слід враховувати номінальну напругу проводу або кабелю. Хоча номінальна напруга ланцюга може становити 115 В, є численні випадки, коли перехідні процеси від навантаження або джерела живлення створюють стрибки напруги з напругою, яка більш ніж у два-три рази перевищує номінальну напругу. У системах із широтно-імпульсною модуляцією ці перехідні процеси є загальними та частими. Результатом є підвищене навантаження на діелектрик дроту/кабелю [13]. Окремо взяті стрибки напруги та підвищення частоти енергосистеми не викликають занепокоєння, але їх поєднання може спричинити швидку деградацію діелектрика. Рекомендується вибрати провід, який розпізнає ці стрибки напруги та має відповідні стійкі характеристики ізоляції.

2.7. Техніко–економічний розрахунок

Для того щоб отримати техніко-економічні показники потрібно провести облік всього що потрібно закупити та для зручності звести ці дані у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Облік закупівлі

Обладнання	Ціна за одиницю	Кількість	Вартість
Сонячні панелі	5708 грн	350 шт	1 997 800 грн
Кріплення	3000 грн	350 шт	1 050 000 грн
Лічильник	3620 грн	2 шт	7240 грн
Інвертор	92 240 грн	7 шт	645 680 грн
Автоматичний вимикач	4050 грн	2 шт	8100 грн
Рубильники	3553 грн	9 шт	31 977 грн
Кабелі	25 грн	1500 м	37 500 грн
Загальна сума: 3 778 297 грн			

Також до цієї суми потрібно ще додати різні малі витрати такі як доставка обладнання та монтажні роботи, виділимо на ці витрати 10% від загальної вартості обладнання. Після цього загальна сума інвестицій у систему енергозабезпечення складає 4 147 305 гривень.

Так як у нас є усі дані про нашу сонячну станцію та про кількість сонячної радіації у певний місяць кому ми можемо обрахувати таблицю виробки сонячних панелей (табл. 2.6).

Таблиця 2.6.

Виробка сонячних панелей

Місяць	Сонячна радіація	Виробка панелей
Січень	37,4	4084,4
Лютий	49,3	6220,6
Березень	88,00	10949
Квітень	111,8	13671,4
Травень	137,4	1585,2
Червень	139,4	15803
Липень	134,6	15903,3
Серпень	137,4	15345,2
Вересень	100,8	11,726,2
Жовтень	74,7	8757
Листопад	31,2	4016
Грудень	27,4	2861,3
Рік	1069,8	125143,5

Далі оперуючи цими числами є можливість розрахувати термін окупності нашої системи поділивши суму інвестиційних грошей на добуток виробленої енергії за рік та ціни за його продаж.

$$T = \frac{K_0}{W_{\text{пан}} \times 4,92 \text{ грн}'} \quad (2.12)$$

$$T = \frac{4\,147\,305}{125143,5 \times 4,92 \text{ грн}} \approx 6,7 \text{ років}$$

Гарантійний термін справної роботи сонячних панелей є значно більшим ніж прогнозований термін окупності нашого проєкту.

2.8. Висновки до розділу

У другому розділі було проведено аналітичну роботу над вибором комплектуючих та головних елементів нашого проєкту. Проведено розрахунки і визначену необхідну кількість елементів для коректної роботи системи. Система складається з 7 інверторів, 350 модулів сонячних плит та така сама кількість кріплень для них, 2 автоматичних вимикача та 9 рубильників.

Також згідно з складеному кошторису та обрахунку кількості генерованої електроенергії в рік, було розраховано термін окупності цієї фотоелектростанції, а саме 6,7 років, що є значно меншим ніж гарантійний термін роботи сонячних панелей.

Після проведеного аналізу цих даних, стає очевидність доцільність та перспективу даного проєкту. З часом ця система може ставати більшою і енергозабезпечувати більшу кількість багатоповерхових будинків.

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування сонячного трекера

Сонячні трекери можна класифікувати за різними критеріями, такими як тип руху, ступінь свободи та спосіб керування.

За типом руху сонячні трекери діляться на пасивні та активні. Пасивні датчики сонця засновані на різниці щільності, яка виникає, коли речовина змінює свою температуру, і не потребують електронних компонентів для контролю руху трекера. Як комерційний приклад таких типів трекерів, Zomeworks Corporation виробляє їх з 1969 року. Однак ці трекери демонструють високу залежність від погодних умов, що може зробити їх неефективними. Через це активні сонцеміри є найпоширенішим варіантом на сьогоднішній день. Активні трекери покладаються на двигуни, шестерні та інші контролери для виконання руху конструкції [19].

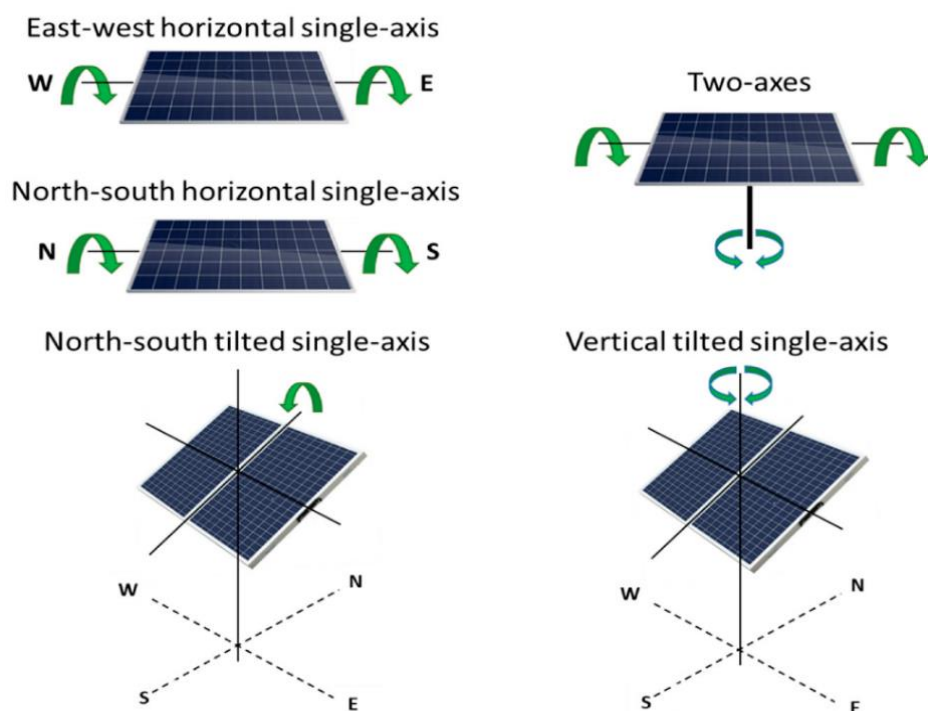


Рис. 3.1. Схема основних типів сонячних трекерів.

За ступенями свободи сонячні треки поділяються на одноосьові та двовісні. Для кожного з цих типів можуть бути розроблені різні конфігурації. Основні конфігурації зображені на рис. 3.1.

Двовісний трекер дозволяє максимізувати відсоткове збільшення енергії порівняно зі стаціонарною системою, оскільки він утримує фотоелектричні модулі перпендикулярно сонячним променям протягом дня. Однак подвійний обертальний рух збільшує вартість і ускладнює обслуговування. Щоб спростити структуру та контроль, одноосьові треки використовуються більше для інтеграції побудови.

Що стосується методу керування, системи відстеження сонця класифікуються на системи драйверів датчиків, системи драйверів мікропроцесорів, системи драйверів із відкритим замкнутим контуром, системи інтелектуальних драйверів і комбінацію будь-якої з цих згаданих систем [20].

Системи драйверів датчиків використовують фотосенсори, які дають сигнал зворотного зв'язку (напруга або струм), який можна використовувати для керування сонячним трекером. Системи драйверів мікропроцесорів використовують алгоритми та математичні рівняння для обчислення положення сонця та зазвичай використовують мікропроцесори Arduino або контролери периферійного інтерфейсу (PIC). Комбінація мікропроцесора та фотосенсорів може бути використана для зменшення помилок відстеження лише мікропроцесорних систем. Алгоритм керування може бути розімкнутим або замкнутим. Алгоритмам із відкритим контуром не потрібні датчики, оскільки вони використовують дату й час як змінні, тоді як алгоритми із замкнутим контуром покладаються на зворотний зв'язок, який надають датчики. Системи інтелектуального драйвера використовують алгоритми на основі нечіткої логіки або штучних нейронних мереж для покращення характеристик керування.

3.2. Алгоритм роботи трекера

Потрібно враховувати існуючі алгоритми роботи сонячних трекерів. Однією з реалізацій є трипозиційний сонячний трекер, який можна вбудувати у стіну будинку. Через свою конструкцію він може працювати лише у трьох положеннях. Сам трекер простий, складається із двигуна постійного струму, який обертає монтажну раму. Алгоритм роботи полягає в тому, що універсальна інтегральна схема посиляє сигнал часу повороту двигуна на певний кут. Функціонал вимірювання руху трекера, генерації сонячного перетворювача та алгоритми управління реалізовані на мікроконтролері PIC18F452.

Наступний алгоритм одновісного сонячного трекера було запропоновано Коном А. та Мандалом А.К [16]. Цей трекер розроблено з урахуванням методу автоматичного контролю становища. Плоский сонячний перетворювач або параболічний циліндричний рефлектор повинні бути зафіксовані в оптимальному положенні по одній осі, а трекер можна повертати по іншій осі, змінюючи його азимутальне управління. Цей алгоритм було розроблено визначення максимального рівня сонячного світла у кожному становищі по азимуту (360°). Тому трекер чудово обертається навколо своєї осі та не обмежений географічним розташуванням своєї установки. Система використовує схему покрокового відстеження, а не безперервне відстеження, щоб двигун довше працював на холостому ході для економії енергії.

У дослідженні А. Кассема та М. Хамада представлений алгоритм стеження за сонцем [17]. Перетворювач живить вхід зарядного пристрою для заряджання акумулятора постійного струму. Другою функцією сонячного інвертора є подача точної напруги трекера на мікроконтролер для отримання ефективної орієнтації системи для отримання максимальної кількості сонячного світла. Конструкція цього пристрою складається із сонячного перетворювача, серводвигуна, зарядного пристрою, трьох фіксованих фоторезисторів за схемою ХОУ та акумулятора. Алгоритм роботи даного

трекера полягає в тому, що трекер порівнює інформацію з двох фоторезисторів Х і О, поки значення даних з фоторезисторів не стануть близькими. Цей цикл порівняння управляє серводвигуном до того часу, поки розподіл світла стане майже рівномірним. Досягнуто. Також використовуються фоторезистори Y та O.

Блок-схема алгоритму комп'ютерної системи управління сонячними трекерами, що використовуються у проєкті, представлена на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Блок-схема алгоритму

Як видно з наведеної блок-схеми на рис. 3.2 після запуску пристрою проводиться збір даних із кожної пари фоторезисторів. Через те що наш трекер є одноосьовим та може здійснювати рух по одній осі, але у двох напрямках, для реалізації проєкту вистачить 2 пари фоторезисторів.

Після збору даних, за допомогою арифметичних операцій визначаємо потрібний кут нахилу. Якщо даний кут не знаходиться у робочій зоні нашого трекера, а тобто в діапазоні між -45° та $+45^\circ$, то система повертається знову до збору та аналізу даних.

Якщо ж кут знаходиться у потрібному діапазоні, то далі йде перевірка на сигнал завершення роботи, якщо він є то система вимикається, якщо ні то приводиться у рух серводвигун який регулює кут нахилу. Після чого система повертається на збір та аналіз нових даних.

3.3. Архітектура та компоненти

На рис. 3.3. показана структурна схема одновісного сонячного трекера запропонована в даному проєкті. На структурній схемі зображено два фоторезистора які передають дані на головний елемент системи а саме мікроконтролер, який відповідає за регулювання кута панелі відносно сонячних променів і необхідних даних ланцюга зворотного зв'язку, через який передається інформація для здійснення подальших операцій.

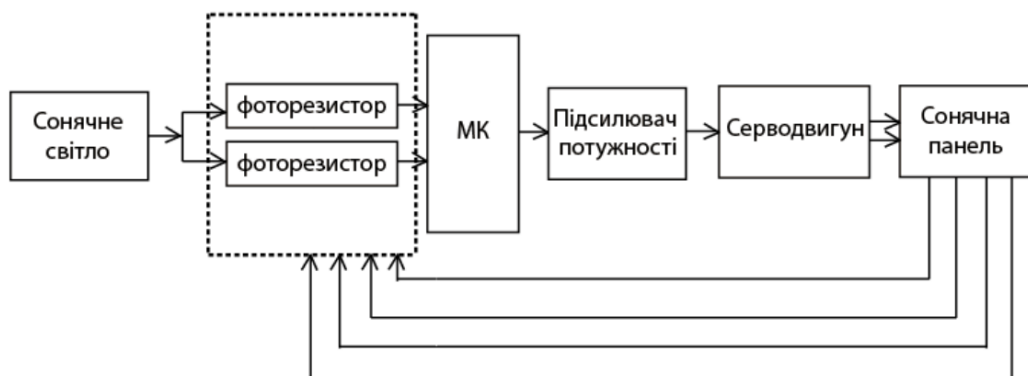


Рис. 3.3. Структура одновісного сонячного трекера

Мікроконтролер через підсилювач потужності керує серводвигуном, на який кріпляться на сонячні панелі, який в свою чергу регулює найбільш продуктивний кут нахилу сонячних панелей до горизонту.

Мікроконтролер у даному пристрої має відповідати наступним критеріям:

- бути здатним підключитися до серводвигуна;
- невисока обчислювальна потужність;
- невисока вартість;
- компактні розміри;
- можливість з'єднання з комп'ютером, USB вихід.

Отже, виходячи з вище наведених вимог порівняємо наступні платформи: Raspberry PI і Arduino.

Порівняння Raspberry PI і Arduino:

- Обидві системи мають достатню обчислювальну потужність для роботи з серводвигуном.
- Потужність у обох систем відповідає необхідній за умовою.
- Raspberry PI має вищу вартість, ніж Arduino.
- Raspberry PI габаритніший, ніж Arduino.
- У обох систем наявний вихідний інтерфейс USB.

Порівняльний аналіз показав, що вибір мікроконтролера Arduino обумовлений його простотою у використанні, доступністю, низькою вартістю та широким спектром застосування.

Існує багато типів плат Arduino. Найчастіше використовуються Arduino UNO, Arduino NANO та Arduino MEGA. Плата Arduino Nano була обрана через її найменший розмір, низьку вартість і достатню функціональність для розробки макетів для цього пристрою.

Arduino Nano - це контролер з відкритим вихідним кодом, який можна використовувати в різних додатках. Це простий у використанні та доступний варіант серед мікроконтролерів, який можна використовувати у всіх галузях, на рисунку 3.4 зображено зовнішній вигляд Arduino Nano. [16].

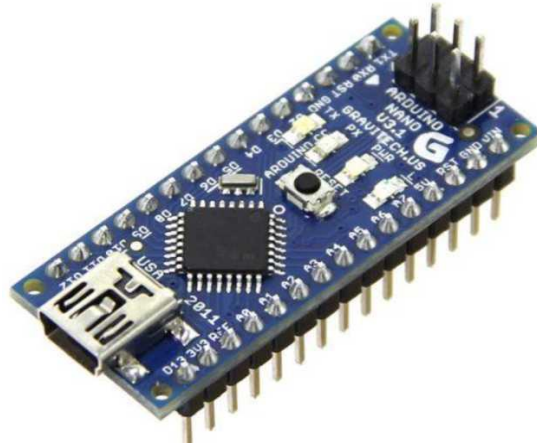


Рис. 3.4. Мікроконтролер Arduino Nano

Плати Arduino засновані на мікроконтролерах Atmel AVR та аналогічних мікроконтролерах Atmel ARM. Деякі версії плати мають вихід USB або micro USB.

Програмне забезпечення, що використовується для програмування Arduino IDE (інтегроване середовище розробки), є програмою Java, яка працює на різних платформах, від ПК до Mac і Linux.

Переваги Arduino Nano[16]:

- Низька ціна.
- Кросплатформова сумісність (здатність програмного забезпечення працювати на кількох апаратних платформах або операційних системах). Програмне середовище Arduino працює в багатьох популярних операційних системах Windows, Macintosh OS X і Linux і, будучи відкритим додатком, працює на Java.

- Легка область програмування.

Середовище програмування Arduino дуже проста у використанні та освоєнні, що робить її зручною та гнучкою платформою для досвідчених користувачів. Така універсальність допомагає всім бажаючим освоїти цю платформу для досягнення бажаних результатів. Часто цей програмний продукт використовується у навчальних закладах для студентів та викладачів.

- Функціональність.

У цьому середовищі є можливість розширити мову програмування за допомогою бібліотек C++. Також можна створювати власні бібліотеки та інструменти Arduino за допомогою компілятора AVR C.

- Є специфікації та схеми обладнання.

Arduino побудований на мікроконтролерах Atmel ATMEGA8 та ATMEGA168. Схема модуля поширюється під ліцензією Creative Commons, тому можна створити будь-який модуль, виходячи з ваших побажань та потреб. Доступно всім користувачам з будь-яким рівнем підготовки. За допомогою цієї опції можна створити свій власний макет модуля та перевірити його ремонтпридатність, можливі недоліки та переваги, що потрібно змінити, це заощаджує час та ресурси.

З недоліків:

- Деякі недоліки у програмній оболонці.
- Невеликий об'єм флеш - пам'яті для створення програмних продуктів.
- Низька частота процесора.

Серводвигун у сонячному трекері має відповідати наступним параметрам:

- Швидкість: 400 - 450%.
- Пусковий момент: 9 - 10 кг • см.
- Компактність.
- Невисока ціна.

У табл. 3.1 наведені характеристики серводвигунів.

Таким чином, можна дійти висновку, що серводвигун Towerpro MG996R ідеально підходить для розробки одновісного сонячного трекера через специфічні характеристики серводвигуна. Він має найменшу вагу, найбільший допустимий діапазон кутів та найвищу робочу швидкість. Всі серводвигуни коштують приблизно однаково, тому при виборі двигуна цей фактор можна не звертати уваги.

Основні характеристики серводвигунів

	Серводвигун Towerpro MG996R	Серводвигун RDS31115	Серводвигун MG995
Матеріал шестерні редуктора:	Метал	Титан	Латунь
Напруга живлення:	4.8 до 7.2 В	5 В	5 В
Максимально-допустимі кути:	±180	±90	±90
Швидкість:	при 6 В 461 о/с	375 о/с	300 о/с
Вага:	50 г	64 г	55 г
Діапазон робочих температур:	-200 до 550 °С	-200 до 800 °С	-100 до 700 °С
Крутий момент:	11 кг/см.	15 кг/см.	8.5 кг/см.

Towerpro MG996R, зображений на рис. 3.5. Даний серводвигун має наступні характеристики [16]:

- робоча напруга: від 4.8 до 7.2 В;
- робоча швидкість: без навантаження при 4.8 В - 352,941°/с, без навантаження при 6 В - 461.538 °/с;
- пусковий момент: при 4.8 В - 9 кг • см, при 6 В - 11 кг • см;
- робоча температура: 0-55 ° С;
- розмір: 4 x 1.9 x 4.3 см; кут повороту: ±180 °;
- вага: 50г.

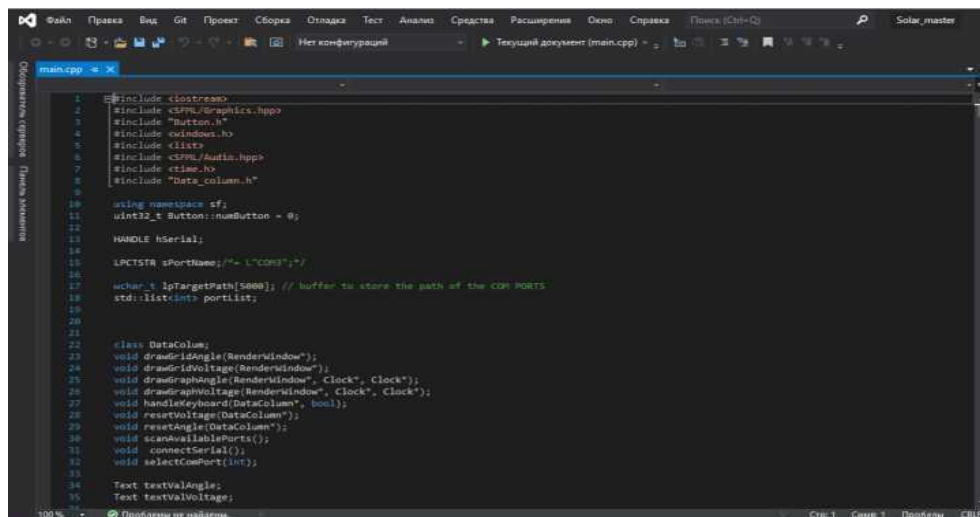


Рис. 3.5. Серводвигун Towerpro MG996R

3.2. Розробка програми сонячного трекера

Для керування сонячним одновісним трекером було створено програму, що дозволяє керувати та контролювати трекер. Програма управління реалізована у середовищі програмування Visual Studio мовою програмування C++ з допомогою графічної бібліотеки sfml (рис. 3.6).

Програма відображує два графіки (рис. 3.7). Один показує кут нахилу сонячної панелі стосовно джерела світла, а інший показує напругу сонячної панелі. Також є можливість встановити бажаний час для виведення графіка в секундах.



```

1 #include <iostream>
2 #include <SFML/Graphics.hpp>
3 #include "Button.h"
4 #include "Window.h"
5 #include <list>
6 #include <SFML/Audio.hpp>
7 #include <time.h>
8 #include "Data_column.h"
9
10 using namespace sf;
11 uint32_t Button::numButton = 0;
12
13 HANDLE hSerial;
14 LPCTSTR sPortName; /*- L"COM3"*/
15
16 wchar_t lpTargetPath[5000]; // buffer to store the path of the COM PORTS
17 std::list<int> portList;
18
19
20
21
22 class DataColumn;
23 void drawAngle(RenderWindow*);
24 void drawVoltage(RenderWindow*);
25 void drawGraphAngle(RenderWindow*, Clock*, Clock*);
26 void drawGraphVoltage(RenderWindow*, Clock*, Clock*);
27 void handleKeyDown(DataColumn*, bool);
28 void resetVoltage(DataColumn*);
29 void resetAngle(DataColumn*);
30 void scanAvailablePorts();
31 void connectSerial();
32 void selectComPort(int);
33
34 Text testValAngle;
35 Text testValVoltage;

```

Рис. 3.6. Вікно програмного середовища Visual Studio з кодом керуючої програми

На кожному із кутів панелі прикріплений фоторезистор. Тому, що сонячний трекер обертається навколо однієї осі, два фоторезистори відповідають за одну сторону повороту. Після обчислення середнього арифметичного для кожної пари трекер орієнтується відповідним чином на основі вищого значення освітленості. Сонячний трекер має діапазон обертання від -45° до $+45^\circ$.

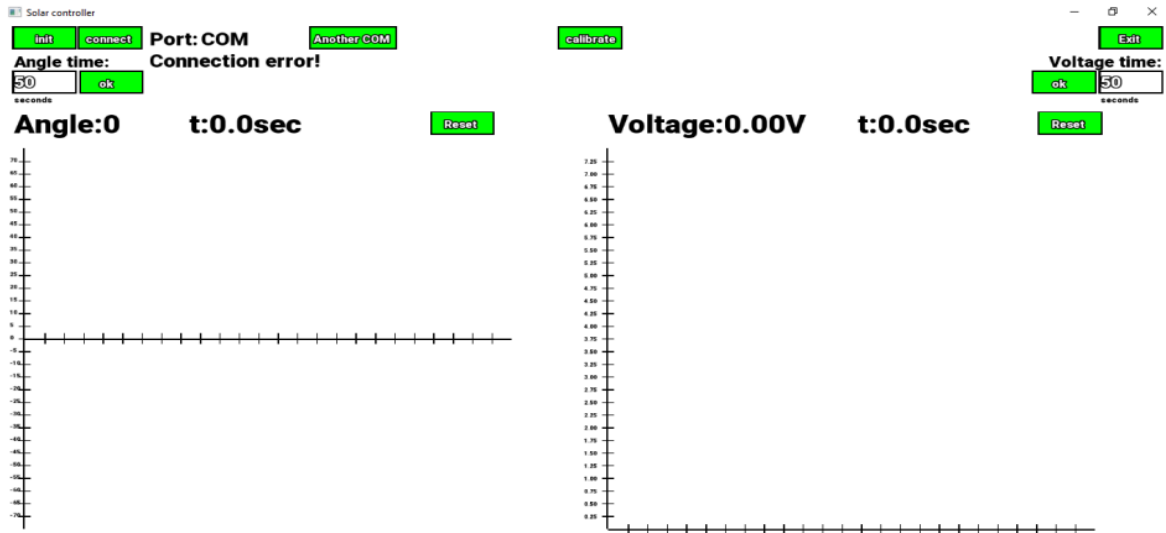


Рис. 3.7. Інтерфейс керуючої програми

Також, у програмі можна відкалібрувати сонячний трекер — це необхідно зробити після підключення приладу до ПК.

Розроблений макет одновісного сонячного трекера представлений на рис. 3.8.

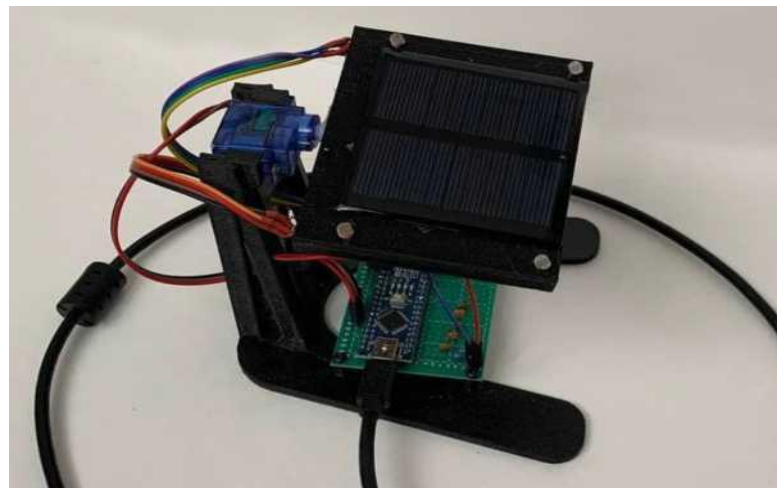


Рис. 3.8. Макет одновісного сонячного трекера

Кроки для використання сонячного трекера:

- Підключити трекер до ПК
- Перейти до диспетчера пристроїв і поглянути, до якого порту підключено трекер (наприклад, COM4).

- Увійти у програму та натисніть кнопку Init. Якщо порт збігається з тим, що показано в диспетчері завдань, пристрій підключиться. Якщо ні, натиснути будь-яку іншу кнопку, щоб вибрати відповідний порт.

3.4. Висновки до розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи магістра розглянуто класифікацію та особливості різних систем сонячних трекерів, особливості їх побудови та проектування.

Продемонстровано структурну схему та можливі алгоритми роботи сонячного трекера, продемонстровано та описано алгоритм роботи системи продемонстрованій у проєкті. Також здійснено підбір головних елементів макету. Розроблено апаратне та програмне забезпечення комп'ютерної системи керування сонячним трекером.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

В останні роки використання альтернативних джерел енергії для зменшення економічних потреб набуло широкого поширення в багатьох країнах Європи. Варто зазначити, що на сьогодні в Україні немає спеціальних законів щодо використання сонячних елементів. Самі виробники новітніх екологічних пристроїв пропонують прирівняти їх товар до звичайної побутової електроніки. Це автоматично відмовляє в отриманні дозволу. Відповідно до статті 11 Закону України "Про альтернативні джерела енергії" [2] розвиток альтернативних джерел енергії на об'єктах альтернативної енергетики здійснюється за таких умов:

1. Державний нагляд за безпечним виконанням робіт та режимом енергоспоживання;
2. Енергетична безпека для забезпечення техніко-економічного задоволення постійних, поточних і перспективних потреб споживачів енергії.
3. Виконання технічних вимог щодо виробництва, зберігання, передачі, постачання та споживання енергії.
4. Дотримання всіма зацікавленими суб'єктами єдиних державних кодексів, правил і стандартів.
5. Дотримання правил експлуатації установок альтернативної енергетики, регламентованих нормативно-правовими актами, обов'язкових для всіх суб'єктів підприємницької діяльності.

Відповідно до статті 12 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» захист від надзвичайних ситуацій та забезпечення екологічної безпеки при використанні альтернативних джерел енергії здійснюються таким чином:

1. Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та ліквідація наслідків на об'єктах альтернативної енергетики шляхом дотримання вимог і правил, встановлених згідно з державними стандартами.

2. Створювати умови для розвитку, технічного переоснащення, безпечної експлуатації та захисту об'єктів альтернативної енергетики відповідно до законодавства.

3. Підтримувати необхідний баланс між потужністю та якістю енергії, виробленої з альтернативних джерел енергії, для забезпечення надійного та безаварійного функціонування об'єднаної енергетичної системи України.

4. Нагляд за впровадженням нових систем протиаварійної автоматики та захисту об'єктів альтернативної енергетики, а також засобів зв'язку та диспетчерського (оперативного) управління з енергомережею України.

5. Здійснення контролю за роботою систем автоматики протиаварійного реагування та захисту об'єктів альтернативної енергетики від несанкціонованого втручання.

Державний нагляд у сфері альтернативних джерел енергії здійснюють спеціально уповноважені центральні органи виконавчої влади у відповідних сферах та інші органи в порядку, визначеному Радою Міністрів України.

Що стосується сонячних панелей, то для того, щоб система з сонячних панелей працювала і постачала енергію в мережу, необхідно встановити багато додаткових електричних пристроїв. Особливо інвертор, який перетворює постійний струм у змінний. Акумулятор, який повинен зберігати енергію, контролер заряду акумулятора.

Оскільки продуктивність системи сильно залежить від ступеня зарядженості свинцево-кислотної батареї, необхідно ознайомитися з «Інструкцією з охорони праці при експлуатації стаціонарних свинцево-кислотних акумуляторів».

Оскільки система сонячних панелей включає електричне обладнання (інвертор, контролер), необхідно дотримуватися системи засобів і засобів для безпечної експлуатації електричного обладнання.

Ізоляція струмопровідних частин забезпечується покриттям їх діелектричним шаром для запобігання випадкового дотику людини до частин електроустановки, що проходять під струмом.

Вироби, що перевозяться і служать для захисту людей, які працюють на електроустановках, від дії електричного струму, електричної дуги та електромагнітних полів називаються електрозахисними засобами.

Розрізняють основні і додаткові ізолюючі пристрої електрозахисту. Основними з них є ізольовані рукавиці, ізольовані штанги, інструменти з ізольованими ручками, електровимірювальні кліщі, ізольовані кліщі, напруга та ін. Засоби електрозахисту з ізоляцією, що витримує робочу напругу електроустановок до 1000 В протягом тривалого часу: включені. Індикатори; при роботі з електроустановками напругою вище 1000 В - ізолюючі штанги, струм вимірювальні та ізолюючі затискачі, покажчики напруги для підстроювання фаз.

Додаткові ізоляційні захисні засоби мають недостатні ізоляційні властивості, тому призначені лише для посилення захисної дії основних заходів і застосовуються разом. До них відносяться: при роботі з електроустановками напругою до 1000 В - діелектричні калоші, килимки, ізолюючі підставки. При роботі з електроустановками напругою вище 1000 В - діелектричні рукавички, черевики, килимки, ізолюючі підставки.

Електрозахисні засоби (щитки, екрани, екрани, плакати з електробезпеки) призначені для захисту персоналу, який працює на електроустановках, від випадкового доторкання до частин, що знаходяться під напругою, або наближення до них на небезпечну відстань.

Отже, за правила охорони праці при використанні сонячних панелей можемо використати такі нормативно-правові документи: Закон України «Про використання альтернативних джерел енергії», «Інструкція з охорони праці при експлуатації стаціонарних свинцево - кислотних акумуляторних панелей» та основи охорони праці при експлуатації електроустановок.

4.2. Планування заходів цивільного захисту в житлових комплексах у випадках надзвичайних ситуацій.

Надзвичайна ситуація (НС) — порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єктах або територіях, спричинене аварією, катастрофою, епідемією, стихійним лихом, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат, а також велике зараження людей і тварин.

Українське законодавство визначає: «обставини на окремій території чи суб'єкті господарювання — на ній або водному об'єкті, які відзначаються порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинені катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю та здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності» [8].

Надзвичайні ситуації, які можуть виникати на теренах України і здійснювати поганий вплив на роботу об'єктів економіки та життєдіяльність населення, поділяються за такими основними ознаками:

- за галузевою ознакою;
- за обсягами можливих наслідків.

Постанова Кабінету Міністрів України від 15 липня 1998. N 1099 (1099-98-п) «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій», яка виділила чотири класи надзвичайних ситуацій, втратила чинність. Постановою КМУ від 24 березня 2004 р. N 368 «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями» не передбачено класифікації надзвичайних ситуацій за джерелами їх виникнення. Вказана

постанова виокремлює як основну підставу класифікації — обсяг заподіяних наслідків, технічних і матеріальних ресурсів, потрібних для їх усунення.

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій — це підготовка та впровадження низки правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу (спостережень), експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій із метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Завдання запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру в Україні, виконує Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру, положення про яку затверджено Постановою Кабінету Міністрів України № 1198.

Ця система охоплює:

- центральні та місцеві органи виконавчої влади
- державні підприємства
- установи та організації, які здійснюють нагляд за забезпеченням техногенної і природної безпеки, організацію проведення роботи по запобіганню НС задля захисту населення, території та довкілля.

Задля своєчасного захисту населення і територій від НС техногенного та природного характеру, запобігання та реагування на них відповідними центральними та місцевими органами виконавчої влади здійснюється: створення і підтримання в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю із залученням до них наявних сил і засобів контролю; організація, збирання, опрацювання і передавання даних про стан довкілля, забруднення харчових продуктів, продовольчої сировини, фуражу, води з радіоактивними, хімічними речовинами, мікроорганізмами та іншими біологічними агентами.

Планування захисту у разі пожежі полягає у тому, що будь-який житловий будинок має бути готовим до заходів цивільного захисту у випадках надзвичайних ситуацій.

Будинки, що експлуатуються, підлягають обладнанню СО в разі її відсутності з урахуванням вимог пункту 1.4 цих правил.

За наявності в будинку працездатної СО вона підлягає приведенню у відповідність з вимогами цих Правил під час реконструкції, технічного переоснащення, капітального ремонту або зміни функціонального призначення будинку.

Вимоги правил не поширюються на будинки, призначені для виробництва, зберігання та утилізації вибухових речовин і засобів підриву, будинки військового призначення, шахти, тунелі, підземні споруди метрополітенів тощо, захисні споруди цивільної оборони.

1.4. Необхідність обладнання будинків певним типом СО визначається згідно з додатком Е до ДБН В.1.1-7-2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва".

1.5. Під час улаштування та експлуатації СО необхідно керуватися вимогами цих Правил, іншими нормативно-правовими актами та нормативними документами, які не повинні знижувати вимог даних правил.

У відповідності із статтею 20 Кодексу цивільного захисту України до завдань і обов'язків суб'єктів господарювання у сфері цивільного захисту належить (нумерація згідно ст.20 Кодексу) [9]:

- 1) забезпечення виконання заходів у сфері цивільного захисту;

Виконання заходів цивільного захисту – це процес впровадження превентивних і оперативних норм захисту населення і територій у мирний час та в особливий період, що спрямовані на зниження ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій та мінімізації їх можливих наслідків до меж прийняттого ризику.

З питань організації і планування заходів цивільного захисту:

3) розміщення інформації про заходи безпеки та відповідну поведінку населення у разі виникнення аварії;

4) організація та здійснення під час виникнення НС евакуаційних заходів щодо працівників та майна суб'єкта господарювання (ПКМУ від 30.10.2013 р. № 841 «Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру»);

5) створення об'єктових формувань ЦЗ, необхідної матеріально-технічної бази для їх функціонування і забезпечення готовності таких формувань до дій за призначенням (ПКМУ від 9 жовтня 2013 р. №787 «Про затвердження Порядку утворення, завдання та функції формувань цивільного захисту»);

12) забезпечення аварійно-рятувального обслуговування суб'єктів господарювання відповідно до вимог статті 133 Кодексу ((ПКМУ від 26.10.2016 р. № 763 «Про затвердження переліку суб'єктів господарювання, галузей та окремих територій, які підлягають постійному та обов'язковому аварійно-рятувальному обслуговуванню на договірній основі»).

13) здійснення за власні кошти заходів ЦЗ, що зменшують рівень ризику виникнення НС;

14) забезпечення безперешкодного доступу посадових осіб органів державного нагляду, працівників аварійно-рятувальних служб, з якими укладені угоди про аварійно-рятувальне обслуговування суб'єктів господарювання, для проведення обстежень на відповідність протиаварійних заходів планам локалізації і ліквідації наслідків аварій на ОПН та ПНО, сил ЦЗ – для проведення АРІНР у разі виникнення НС;

18) створення і використання матеріальних резервів для запобігання та ліквідації наслідків НС (ПКМУ 30.09.2015 р. № 775 «Про затвердження Порядку створення та використання матеріальних резервів для запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій»).

Наукові розробки в галузі прогнозування наслідків НС веде Міжнародна громадська група незалежних фахівців з питань прогнозування наслідків катастроф і надзвичайних ситуацій.

Інформування та оповіщення це головний і невід'ємний елемент усієї системи заходів такого захисту. Інформацію становлять відомості про НС техногенного та природного характеру, що прогнозуються або виникли, із визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також способи та методи реагування на них. Оповіщення про загрозу виникнення НС техногенного та природного характеру і постійне інформування про них населення забезпечуються шляхом:

- завчасного створення і підтримки в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем центрального оповіщення населення
- організаційно-технічного з'єднання територіальних систем централізованого оповіщення і систем оповіщення на об'єктах господарювання
- завчасного створення та організаційно-технічного з'єднання з системами спостереження і контролю постійно чинних, місцевих систем оповіщення та інформування населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств, інших об'єктів підвищеної небезпеки
- централізованого використання загальнодержавних і галузевих систем зв'язку, радіо провідного, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передавання інформації.

4.3. Висновки до розділу

У четвертому розділі кваліфікаційної роботи магістра приведено закони України про використання альтернативних джерел енергії та зазначено закони

охорони праці у цій галузі. Приведено за яких умов може здійснюватися робочий процес на об'єкта альтернативної енергетики. Також проаналізовано захист цивільних осіб підчас надзвичайної ситуації, а саме планування заходів захисту в житлових комплексах.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра було спроектовано систему енергозабезпечення багатоповерхового будинку з використанням комп'ютеризованих систем, а саме сонячних панелей та сонячного трекера.

Отримано наступні результати:

1. Проведено аналіз можливого місця розташування системи, також описано важливість правильного кута нахилу сонячних панелей та знайдено оптимальний кут для певного місця розташування.

2. Проаналізовано різновид сонячних панелей то допоміжного обладнання для створення СЕС.

3. Обраховано вартість даної СЕС та приблизний час окупності такої системи.

4. Спроектовано апаратне та розроблене програмне забезпечення комп'ютерної системи керування сонячним трекером.

5. Проведено аналіз алгоритмів роботи сонячних трекерів та впровадження свого алгоритму роботи, розроблено архітектуру системи та здійснено підбір бази комплектуючих та програмного забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гончаренко О.Р, Тиш Є.В. Системи керування сонячних трекерів. Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24-25 листопада 2021р.). Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. 90 с.
2. Закон України «Про альтернативні джерела енергії». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 26.11.2022).
3. Mousazadeh H., Keyhani A., Javadi A. A review of principle and sun-tracking methods for maximizing solar systems output. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2009. №13. 1818 с.
4. Яковлева А., Вовк О., Бойченко С. Енергоощадність та альтернативні джерела енергії: Львів: Львівська політехніка, 2020. 184 с.
5. Яковлева А. Альтернативні енергоресурси. Вступ до спеціальності: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2021. 378 с.
6. Коваль, В. Суміщене електропостачання від поновлювальних джерел енергії. Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, 78 приладобудування і комп'ютерних технологій», 2019 . Тернопіль: Паляниця В. А., 2019 . 29 с.
7. Тарасенко, М. Г. Енергоефективність сонячних електростанцій в Україні. Збірник тез доповідей III Всеукраїнської науковотехнічної конференції. Тернопіль : Паляниця В. А., 2017. 232 с.
8. Nwaigwe, K.N. An overview of solar power (PV systems) integration into electricity grids: *Materials Science for Energy Technologies*. V-2. I-3. 2019. P. 633.
9. Зайцев Р. В., Хрипунов Г. С., Кіріченко М. В., Меріуц А. В. Комбіновані фотоенергетичні системи: Харків : Бровін О. В., 2020. 322 с.

10. Домашні СЕС в Україні: де збудували найбільше. URL: <https://kosatka.media/uk/category/vozobnovlyayemayaenergia/analytics/domashnie-ses-v-ukraine-gde-postroili-bolshe> (дата звернення: 21.11.2022).
11. Філатова К. С. Сонячна енергетика в Україні. Аналіз правил безпеки по встановленню та експлуатації сонячних панелей в приватних будинках. Матеріали Науково-практичної конференції "Якість і 80 безпека: сучасні реалії", 02-03 березня 2017 р. Вінниця : ВНТУ, 2017. 79 с.
12. Photovoltaic Electricity Potential© 2020 The World Bank, Source: Global Solar Atlas 2.0, Solar resource data: Solargis. Solar resource maps of Ukraine. URL: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/ukraine> (дата звернення: 25.10.2022).
13. Comparison of Efficiencies of Single-Axis Tracking System and Dual-Axis Tracking System with Fixed Mount. Dhanabal International Journal of Engineering Science and Innovative Technology. V-2. I-2. 2013.
14. Сонячні електростанції на трекерах. URL: <https://setech.in.ua/solnechnye-jelektrostantsii-na-trekerah> (дата звернення: 22.11.2022).
15. Ya'u M.J. A Review on Solar Tracking Systems and Their Classifications. Environmental & Chemical Engineering. 2017. №2(3). С. 46–50.
16. Konar A, Mandal AK. Microprocessor based automatic Sun tracker/ A. Konar// In: IEE Proceedings A Science, Measurement and Technology . 2015. Vol. 138, Issue 4 - p. 241.
17. Kassem A. and Hamad M. A Microcontroller-Based Multi-Function Solar Tracking System. Department of Electrical and computer and communication Engineering, Notre Dame University Louaize. 2019. 13(4) - p. 184.
18. Афзель С. С., Півторак Д.О. Моделювання одновісного сонячного трекера. XV Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених: «Погляд у майбутнє приладобудування». 2021.

19. Huang BJ, Ding WL, Huang YC. Long-term field test of solar PV power generation using one-axis 3-position sun tracker. *Journal Sol Energy*. 2016 - 85(9), p. 44.

20. Прокіп А. В., Дудюк В.С., Колісник Р.Б. Організаційні та еколого-економічні засади використання відновлюваних енергоресурсів: монографія; [За заг. ред. А.В. Прокіпа]. Львів: ЗУКЦ, 2015. 337 с.

21. Шаварський В. В., Тиш Є. В. Основні поняття систем перетворювачів сонячної енергії. Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Інформаційні моделі, системи та технології» (7-8 грудня 2022р.). Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. 162 с.

22. Шаварський В. В., Тиш Є. В. Особливості розробки одновісного сонячного трекера. Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Інформаційні моделі, системи та технології» (7-8 грудня 2022р.). Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. 162 с.

Додаток А
Апробація результатів роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ
Х НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»



7–8 грудня 2022 року

ТЕРНОПІЛЬ
2022

В. Тимошук, Д. Тимошук ВІРТУАЛІЗАЦІЯ В ЦЕНТРАХ ОБРОБКИ ДАНИХ - АСПЕКТИ ВІДМОВСТІЙКОСТІ	
V. Tymoshchuk, D. Tymoshchuk VIRTUALIZATION IN DATA CENTERS – ASPECTS OF FAILURE TOLERANCE	95
В. Яцишин, Б. Харитон АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ ВЕБ-СЕРВЕРІВ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	
V. Yatsyshyn, B. Kharyton ARCHITECTURE OF THE SUPPORT SYSTEM FOR THE DETECTION AND ASSESSMENT OF WEB SERVER VULNERABILITY PROCESSES IN COMPUTER SYSTEMS	96
В. Яцишин, В. Цимбалістий, Вік. Яцишин КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ЯК СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ РЕАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	
Vas. Yatsyshyn, V. Tsybalistyı, Vik. Yatsyshyn COMPUTER GAMES AS A WAY OF REAL COMPUTER SYSTEMS BEHAVIOUR MODELLING	97
В. Шаварський, С. Тиш ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ СИСТЕМ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
V. Shavarskiy, Іe. Tysh BASIC CONCEPTS OF SOLAR ENERGY CONVERTER SYSTEMS	98
В. Шаварський, С. Тиш ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ОДНОВІСНОГО СОНЯЧНОГО ТРЕКЕРА	
V. Shavarskiy, Іe. Tysh FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF A SINGLE-AXIS SOLAR TRACKER	99
В. Яцишин, Б. Харитон СХЕМА РЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ ВЕБ-СЕРВЕРІВ У РОЗУМНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	
V. Yatsyshyn, B. Kharyton A RELATIONAL DATABASE SCHEME FOR STORING AND PROCESSING WEB SERVER VULNERABILITIES IN SMART COMPUTER SYSTEMS	101
Р. Ясінський, Г. Осухівська, А. Паламар АПАРАТНО-ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ	
R. Yasinskyı, H. Osukhivska, A. Palamar HARDWARE AND SOFTWARE SYSTEM FOR GREENHOUSES MICROCLIMATE REGULATING	102
СЕКЦІЯ 4. ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ	
А. Буй ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ІЗ РЕАЛІЗАЦІЄЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	
A. Bui INFORMATION SYSTEM FOR SOLVING PROBLEMS WITH SALE OF AGRICULTURAL PRODUCTS	103
В. Волович, Б. Береженко, І. Боднарчук ЗАДАЧА ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ АРХІТЕКТУРИ В ПРОЦЕСАХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ	
V. Volovych, B. Berezhenko, I. Bodnarchuk THE PROBLEM OF SOFTWARE ARCHITECTURE DESIGN IN THE PROCESSES OF QUALITY ASSURANCE	104

УДК 004.043

В. Шаварський, Є. Тиш

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ СИСТЕМ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

UDC 004.043

V. Shavarskiy, Ye. Tysh

BASIC CONCEPTS OF SOLAR ENERGY CONVERTER SYSTEMS

У наш час використання не традиційних та поновлюваних джерел енергії є важливим та досить актуальним. Основним нетрадиційним поновлюваним джерелами енергії є сонце та вітер, але ще є геотермальна енергія, біомаса та енергія Світового океану.

На території України найбільш дієвою та популярною є сонячна енергія. На практиці сонячна енергія може бути перетворена в електроенергію безпосередньо чи опосередковано. Непряме перетворення може бути здійснено шляхом концентрації радіації за допомогою стеження дзеркал для перетворення води в пару і подальшого використання пара для генерування електрики звичайними способами. Така система може працювати тільки при прямому освітленні сонячними променями.

Пряме перетворення сонячної енергії в електричну може бути здійснено з використанням фотоелектричного ефекту. Елементи, виготовлені зі спеціального напівпровідникового матеріалу, наприклад, силікону, при прямому сонячному опроміненні виявляють різницю в вольтажі на поверхні, тобто наявність електричного струму.

Розрізняють три основних види перетворювачів сонячної енергії в електричну [1]:

1. Фотоелектричні перетворювачі – ФЕП-напівпровідникові пристрої, що перетворюють сонячну енергію в електрику. Кілька об'єднаних ФЕП називаються сонячною батареєю (СБ).
2. Геліоелектростанції (ГЕЕС) – сонячні установки, що використовують висококонцентроване сонячне випромінювання в якості енергії для приведення в дію теплових та ін. машин (паровий, газотурбінної, термоелектричної і ін.).
3. Сонячні колектори (СК) - сонячні нагрівальні низькотемпературні установки.

Найбільш ефективними з енергетичної точки зору пристроями для перетворення сонячної енергії в електричну (тому що це прямий, одноступінчатий перехід енергії) є напівпровідникові фотоелектричні перетворювачі (ФЕП). При характерній для ФЕП рівноважній температурі близько 300–350 кельвінів, їх граничний теоретичний ККД > 90%. Це означає, що, в результаті оптимізації структури і параметрів перетворювача, спрямованих на зниження необоротних втрат енергії, цілком реально вдасться підняти практичний ККД до 50% і більше (в лабораторіях вже досягнуто ККД 40%) [2].

Література

1. Konar A, Mandal AK. Microprocessor based automatic Sun tracker. In: IEE Proceedings A Science, Measurement and Technology. 2015. Vol. 138. Issue 4. P. 237–241.
2. Боровик Ю. Т., Єлагін Ю. В Проблеми та перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні. Вісник економіки транспорту і промисловості. № 65. Харків. 2019.

УДК 004.043

В. Шаварський, С. Тиш

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

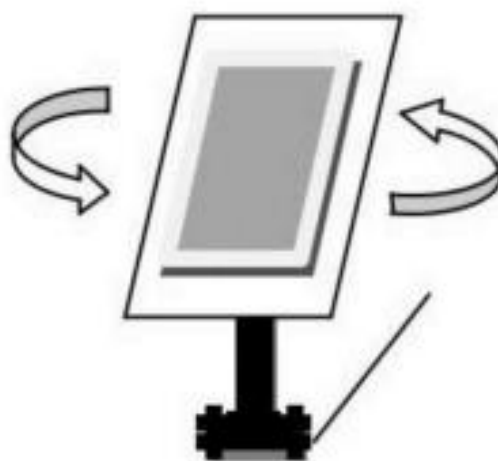
**ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ОДНОВІСНОГО
СОНЯЧНОГО ТРЕКЕРА**

UDC 004.043

V. Shavarskiy, Ie. Tysh**FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF A SINGLE-AXIS
SOLAR TRACKER**

Сонячна енергія напряму залежить від сонячного світла і освітленості панелі. Рівень освітленості панелі не постійний, він змінюється протягом дня в залежності від положення Сонця, саме тому панель має змінювати своє положення відповідно до кута падіння сонячного світла. Звичні, стаціонарні сонячні панелі не можуть в повній мірі використовувати всю доступну сонячну енергію. Для підвищення ефективності поглинання світла та в наслідок виробництва електроенергії з меншими втратами, необхідно використовувати метод відстеження сонячного світла [1, 2]. В основі даного методу лежить відстеження руху Сонця протягом дня.

Сонячний трекер – це пристрій, за допомогою якого відстежується положення Сонця і орієнтується платформа так, щоб сонячні батареї мали найбільший ККД. На трекері розміщені датчики, які дозволяють визначити найбільш оптимальну орієнтацію сонячних панелей, а серводвигун, відповідно, повертає панель в потрібне положення. Слідкуюча система використовується для виставки сонячної панелі під таким кутом, щоб потік світла був перпендикулярний панелі. Одновісний трекер (рисунок 1) – це система, що може вільно обертатися навколо однієї осі, коли інша вісь зафіксована на визначений кут. Одноосьові трекери мають одну степінь свободи – обертання навколо осі. Вісь обертання одновісного трекера, як правило, орієнтована уздовж осі дотичної до меридіана (північ-південь).

**Рисунок 1.** Сонячний одновісний трекер

Найпопулярніший алгоритм одновісного сонячного трекера був запропонований Конаром А. та Мандалом А. К. Даний трекер розроблений на базі схеми автоматичного контролю положення. Плоский сонячний перетворювач або циліндричний параболічний відбивач мають бути закріплені в оптимальному положенні по одній осі, а трекер керує

поворотом по іншій осі, змінюючи кут азимута. Даний алгоритм був розроблений для пошуку максимального рівня сонячного освітлення в кожному положенні азимутального кута – 360° . Отже, трекер виконує повний оберт навколо своєї осі і не обмежений географічним положенням установки. В даній системі використовується схема ступінчастого відстеження замість безперервного відстеження, яка довше тримає двигуни в режимі холостого ходу для економії енергії [3].

В роботі А. Кассема і М. Хамада представлено алгоритм роботи сонячного трекера. Перетворювач також буде подавати живлення на вхід зарядного пристрою, який буде заряджати акумулятор постійного струму. Друга функція сонячного перетворювача полягає в тому, щоб подавати точну напругу трекера мікроконтролеру, щоб отримати найбільш ефективну орієнтацію системи, яка дозволить отримати максимальну кількість сонячного світла [4].

Література

1. Гончаренко О. Р., Тиш Є. В. Системи керування сонячних трекерів. Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей X міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів, (Тернопіль, 24–25 листопада 2021 р.). Тернопіль, ТНТУ. 2021. С. 90.
2. Тиш Є. В., Гончаренко О. Р. Алгоритм автоматизованого режиму роботи сонячного трекера. GRAIL OF SCIENCE. № 10. 2021. С. 268–271.
3. Konar A, Mandal AK. Microprocessor based automatic Sun tracker. In: IEE Proceedings A Science, Measurement and Technology. 2015. Vol. 138. Issue 4. P. 237–241.
4. Kassem A. and Hamad M. A Microcontroller-Based Multi-Function Solar Tracking System. Department of Electrical and computer and communication Engineering, Notre Dame University Louaize. 2019. 13 (4). P. 181–184.