

ДОДАТОК Б

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра МЕЕПП

Атестаційна робота магістра

Виконав:

ст. групи ЕППм-19-1

Мірошніченко Олексій
Іванович

Науковий керівник:

Доц. к. фіз-мат.наук
Фролова Т.І.

Розроб.	Мірошніченко О.І.			<i>Метод підвищення ефективності роботи сонячних елементів</i>	
Перев.	Фролова Т.І.				
Н. контр.	Шевченко Н.Є.				
				ЕПС-15-1	Аркуш
Затв.	Бондаренко І.М.			ХНУРЕ, каф.МЕЕПП	Аркушів

ВСТУП

- Ресурси викопних видів палива витрачаються високими темпами. В цьому столітті їх дефіцит може істотно позначитися на житті людей, в зв'язку з чим в якості альтернативи особлива увага приділяється відновлюваним джерелам енергії.
- З кожним роком все гостріше постає питання збільшення потужностей відновлюваних джерел енергії, так як традиційні джерела енергії не завжди безпечні для навколишнього середовища, та використовують досить дорогі ресурси.
- На нинішньому етапі розвитку електроенергетики найбільш перспективними джерелами отримання енергії є відновлювані джерела енергії, а саме вітрові та сонячні електростанції. Для використання сонячних фотоперетворювачів не потрібні спеціальні умови, тому їх широко використовують не тільки на великих електростанціях, а й в приватних будинках.
- Строк служби сонячних батарей достатньо тривалий, що сприяє широкому використанню в промисловості та індивідуальними споживачами. Вартість даного обладнання поступово знижується, і з часом енергія таких джерел стане нижчою від ціни традиційних джерел енергії.
- Мета роботи – з'ясування найбільш перспективних методів поліпшення ефективності сонячних батарей.

2

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

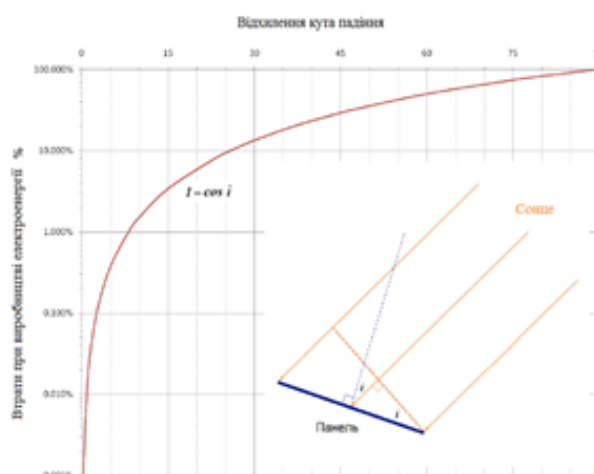
- Сонячна енергетика на сьогоднішній день неефективна і для комерційних підприємств неприваблива. Збільшення привабливості сонячної енергетики можливо при виконанні наступних умов: зниження цін на обладнання для сонячних електростанцій, та збільшення ефективності сонячних фотоперетворювачів.
- Щодо збільшення ефективності, це можливо при умові виконання наступних пунктів:
 - а) використання багат шарових фотоприймачів на основі гетеропереходів;
 - б) використовувати двохсторонні сонячні батареї;
 - в) застосовувати концентратори;
 - г) установлювати разом з сонячними панелями трекер, який буде постійно направляти панелі в бік сонця при цьому вартість такої системи відносно невелика.

3

Розроб.	Мірошниченко О.І.			<i>Метод підвищення ефективності роботи сонячних елементів</i>	
Перев.	Фролова Т.І.				
Н. контр.	Шевченко Н.Є.				
				ЕПС-15-1	Аркуш
Затв.	Бондаренко І.М.			ХНУРЕ, каф.МЕЕПІ	Аркушів

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

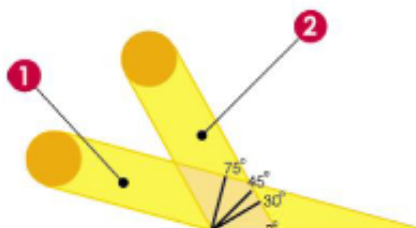
На графіку ми бачимо залежність величини втрат від величини кута нахилу сонячної панелі від ідеального значення положення. Звідси стає зрозуміло, що трекер який має точність $\pm 5\%$ забезпечує поглинання панеллю близько 99,6% потужності сонячних променів та максимум енергії від розсіяного сонячного випромінювання.



4

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

На протязі року відбуваються сонячні варіації, тобто взимку Сонце не досягає того рівня, що в літній сезон, тому для збільшення ефективності потрібно влітку зменшувати кут нахилу панелі відносно горизонтальної поверхні, а взимку – навпаки. Але якщо можливості змінювати кут немає, то потрібно встановлювати панелі під оптимальним кутом, значення якого знаходиться посередині між оптимальними кутами нахилу в літній та зимовий сезон. Також цей кут відрізняється в залежності від широти регіону. Зазвичай оптимальний кут нахилу рівний значенню широти місцевості. В літній період від цього значення віднімають 10–15 градусів, а взимку додають таке значення. Тому рекомендовано змінювати кут нахилу два рази на рік, як це зображено на рисунку:



5

Розроб.	Мірошниченко О.І.			<i>Метод підвищення ефективності роботи сонячних елементів</i>	
Перев.	Фролова Т.І.				
Н. контр.	Шевченко Н.С.				
				ЕПС-15-1	Аркуш
Затв.	Бондаренко І.М.			ХНУРЕ, каф.МЕЕПП	Аркушів

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Вплив довколишніх факторів на генерацію енергії в фотоелектричних модулях

Умова	% від максимальної потужності сонячного випромінювання
Яскраве Сонце – панелі установлені перпендикулярно сонячним променям	100
Невелика хмарність	60-80
Хмарна погода	20-30
За віконним склом, один шар, скло та модуль знаходяться перпендикулярно сонячним променям	91
За віконним склом, 2 шари, скло та модуль перпендикулярні сонячним променям	84
За віконним склом, один шар, скло та модуль знаходяться під кутом 45 градусів сонячним променям	64
Штучне світло всередині яскравого приміщення	1,3
Штучне світло в офісі, на поверхні письмового стола	0,4
Штучне світло всередині житлового приміщення	0,2

6

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

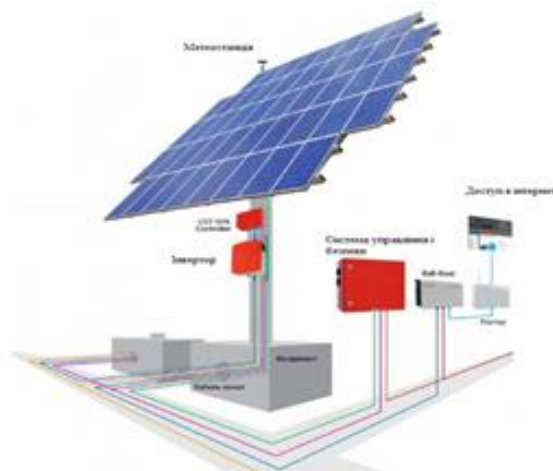
Існує три метода контролю положення сонячних панелей:

1. За допомогою керування вручну (оператор задає напрямки);
2. Пасивний спосіб – панелі направляються за допомогою заданого алгоритму;
3. Активний спосіб – відбувається за допомогою сенсора на максимальний потік світлового випромінювання.

7

Розроб.	Мірошниченко О.І.			<i>Метод підвищення ефективності роботи сонячних елементів</i>	
Перев.	Фролова Т.І.				
Н. контр.	Шевченко Н.Є.				
				ЕПС-15-1	Аркуш
Затв.	Бондаренко І.М.			ХНУРЕ, каф.МЕЕПП	Аркушів

1 АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ЛАЗЕРНОГО ЗВ'ЯЗКУ

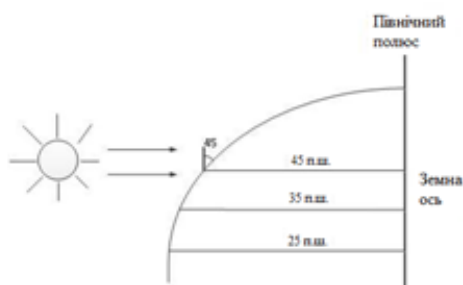


Базовий склад сонячного трекера

8

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ СТЕЖЕННЯ

Одноосні системи повертають панелі тільки в напрямку схід-захід. Для отримання найбільшої ефективності в системах по рівню екліптики, другу ось виставляють по рівню паралельному земній осі.

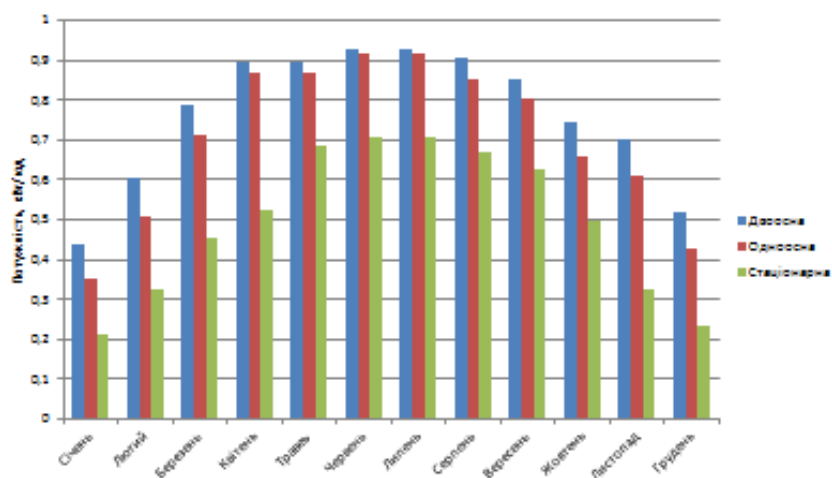


Двосторонні трекери АСУ контролюють положення Сонця по двом площинам: азимуту та по вертикалі, що забезпечує точну орієнтацію поверхні панелей відносно Сонця на протязі доби. Трекери з двома осями орієнтування найбільш ефективні але дорогі в порівнянні одноосними, тому що мають більш складну конструкцію.

9

Розроб.	Мірошніченко О.І.			<i>Метод підвищення ефективності роботи сонячних елементів</i>	
Перев.	Фролова Т.І.				
Н. контр.	Шевченко Н.Є.				
				ЕПС-15-1	Аркуш
Затв.	Бондаренко І.М.			ХНУРЕ, каф.МЕЕПП	Аркушів

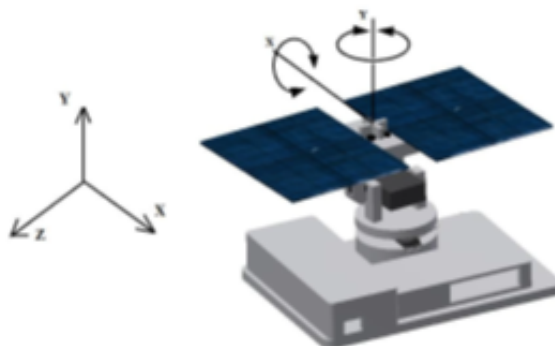
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ СТЕЖЕННЯ



Гістограма максимальної потужності на 1 м² по місяцям року

10

3. СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО СТЕЖЕННЯ ЗА ПОЛОЖЕННЯМ СОНЦЯ

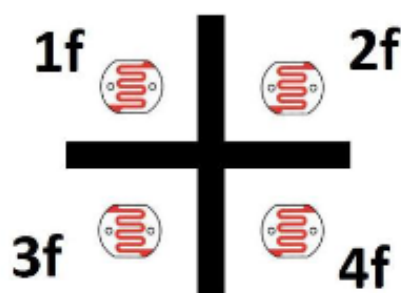


Сонце на протязі року здійснює переміщення не тільки зі сходу на захід, а й сезонне переміщення між південною і північною стороною, тому для найбільшої ефективності перетворення сонячної енергії в електричну потрібно використовувати систему стеження з двома осями орієнтування. Двох координатне орієнтування організовується за допомогою актуаторів, крокових двигунів або серводвигунів (як в нашому випадку).

11

Розроб.	Мірошніченко О.І.			<i>Метод підвищення ефективності роботи сонячних елементів</i>	
Перев.	Фролова Т.І.				
Н. контр.	Шевченко Н.Є.				
				ЕПС-15-1	Аркуш
Затв.	Бондаренко І.М.			ХНУРЕ, каф.МЕЕПП	Аркушів

3. СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО СТЕЖЕННЯ ЗА ПОЛОЖЕННЯМ СОНЦЯ



На рисунку схематично зображено схематично фотосенсор на чотирьох фоторезисторах. В формі чорного перехрестя зображено перегородки між фоторезисторами які служать для обмеження потрапляння сонячних променів.

12

3. СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО СТЕЖЕННЯ ЗА ПОЛОЖЕННЯМ СОНЦЯ

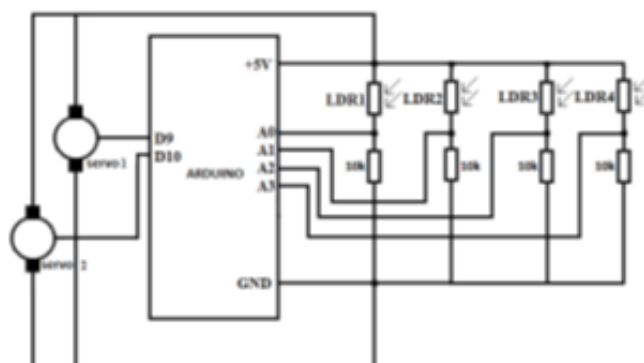


Складові системи

13

Розроб.	Мірошніченко О.І.			<i>Метод підвищення ефективності роботи сонячних елементів</i>	
Перев.	Фролова Т.І.				
Н. контр.	Шевченко Н.С.				
				ЕПС-15-1	Аркуш
Затв.	Бондаренко І.М.			ХНУРЕ, каф.МЕЕПІ	Аркушів

3. СТВОРЕННЯ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО СТЕЖЕННЯ ЗА ПОЛОЖЕННЯМ СОНЦЯ



Електрична схема установки

14

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи був проведений аналіз методів збільшення ефективності роботи сонячних батарей. Розглянуті принципи роботи різноманітних по функціональності та принципу дії систем стеження за Сонцем. Описано алгоритм роботи всіх існуючих систем орієнтування.

Відзначено, що найефективнішими є двохосні системи стеження. Одноосні ж мають простішу конструкцію та меншу вартість, але їх ефективність нижча порівнянні з двохосними. Дані системи можуть використовувати різні алгоритми роботи. Для роботи системи може бути використана заздалегідь написана програма, денна або річна. Завдяки чому і відбувається зміна положення робочої поверхні на протязі дня та року. Замість програми для орієнтування можуть використовуватися сенсори положення Сонця, але сенсори мають деякі недоліки.

У ході проведення розрахунків було визначено: значення EOT для 1-го числа кожного місяця, значення істинного сонячного часу в залежності від місяців року, значення місцевого часового кута по місяцям року, значення рівня сонцестояння в залежності від місяця, значення коефіцієнта поправки на повітряну масу по місяцям року, значення виробленої потужності з використанням системи орієнтування з двома осями, значення виробленої потужності з використанням системи орієнтування з однією віссю, значення потужності по місяцям року при стаціонарній установці сонячних панелей, значення сонячної інсоляції по місяцям. Розрахунки показали, що одноосна система орієнтування за рік підвищує ефективність вироблення енергії на 51 %, а двохосна система – на 63 % в порівнянні з панелями, що встановлені стаціонарно.

15

Розроб.	Мірошніченко О.І.			<i>Метод підвищення ефективності роботи сонячних елементів</i>	
Перев.	Фролова Т.І.				
Н. контр.	Шевченко Н.Є.				
				ЕПС-15-1	Аркуш
Затв.	Бондаренко І.М.			ХНУРЕ, каф.МЕЕПП	Аркушів

ДОДАТОК В

Скетч системи стеження для Arduino

```
#include <Servo.h>
Servo horizontal;
int servoh = 90;
int servohLimitHigh = 180;
int servohLimitLow = 0; Servo vertical;
int servov = 85;
int servovLimitHigh = 110;
int servovLimitLow = 60;
int ldrlt = 3;
int ldrrt = 4;
int ldrlid = 2;
int ldrrid = 1;
int tol = 20;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  horizontal.attach(9);
  vertical.attach(10);
  delay(1000);
}
void loop()
{
  int lt = analogRead(ldrlt);
  int rt = analogRead(ldrrt);
  int ld = analogRead(ldrlid);
  int rd = analogRead(ldrrid);
```

```
int dtime = 10; int tol = 20;
int avt = (rt + rd) / 2;
int avd = (lt + ld) / 2;
int avl = (lt + rt) / 2;
int avr = (ld + rd) / 2;
int dvert = avt- avd;
int dhoriz = avl- avr;
Serial.print(lt);
Serial.print(" lt");
Serial.print(" ");
Serial.print(rt);
Serial.print(" rt");
Serial.print(" ");
Serial.print(ld);
Serial.print(" ld");
Serial.print(" ");
Serial.print(rd);
Serial.print(" rd");
Serial.println(" ");
if (-1*tol > dvert || dvert > tol)
{
if (avt > avd)
{
servov = ++servov;
if (servov > servovLimitHigh)
{
servov = servovLimitHigh;
}
}
}
else if (avt < avd)
```

```
{
servov= --servov;
if (servov < servovLimitLow) {
servov = servovLimitLow;
}}
vertical.write(servov);
}
if (-1*tol > dhoriz || dhoriz > tol)
{
if (avl > avr)
{
servoh = ++servoh;
if (servoh < servohLimitLow)
{
servoh = servohLimitLow;
}}
else if (avl < avr)
{
servoh = --servoh;
if (servoh > servohLimitHigh)
{
servoh = servohLimitHigh;
}}
horizontal.write(servoh); }
delay(dtime);}
```