

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ  
ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра інформаційно-виміральної техніки

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Єременко В.С.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ р.

## Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації) \_\_\_\_\_  
(код і назва спеціальності)

на тему: « Система керування положенням сонячної панелі » \_\_\_\_\_

Виконав (-ла): студент (-ка) 2 курсу, групи ВВ-81Мп  
(шифр групи)

Науковий керівник доцент, к.т.н., доцент, Шведова В. В. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант «Стартап проект» д.е.н., доцент, Бояринова К.О. \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

## РЕФЕРАТ

Загальний обсяг магістерської дисертації складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури з 10 найменувань та з трьох додатків. Загальний обсяг роботи складає 100 сторінок. Робота містить 33 таблиці та 38 рисунків.

Актуальність теми роботи пов'язана з тим, що на сьогодні енергосистема України споживає велику кількість траційних вид палива (нафту, газ, вугілля, атомну енергію). На жаль, їх використання пов'язане із забруднення навколишнього середовища і також такі види палива вичерпні і природі потрібно багато часу для їх відновлення.

Через забруднення атмосфери, людство має проблеми з біосферою, що приводить до різних типів катаклізм. І досі людство не придумало, як позбавитися від радіо-хімічно активних залишків. Тому, як один з виходів з ситуації, що склалася, є використання відновних джерел енергії.

На жаль, в Радянському Союзі використання альтернативних джерел енергії було незначним, проте Чорнобильська катастрофа 1986 року вплинула на рішення про розвиток альтернативних джерел в державі. На сьогодні в Україні частка енергії, яка виробляється альтернативними джерелами, зростає і складає вагомую долю ринку, до 7%. А в Європейському Союзі ця частка складає 20%. На 2025 рік Україна планує збільшити частку альтернативних джерел енергії в структурі виробництва електроенергії до 13%, а Європейський союз до 50%. Що свідчить про потребу в альтернативних джерелах та їх актуальність.

Зі всіх альтернативних джерел, а це вітроенергетика, біоенергетика, велика гідроенергетика, мала гідроенергетика, сонячна енергетика займає найменшу частку, всього 5%. Тому я пропоную удосконалити цю галузь альтернативної енергетики.

Об'єктом дослідження в дипломній роботі є сонячна панель.

Предмет дослідження – сприйняті сонячні промені.

Основною метою магістерської дисертації є:

1. Проведення аналізу існуючих підходів та технічних рішень і пропонування вирішення поставленої задачі власним способом.
2. Розробка запропонованої конструкції.
3. Розробка програмного забезпечення для запропонованої конструкції.
4. Підтвердження працездатності конструкції шляхом демонстрації роботи.
5. Розробка стартап-проекту системи

Основні моменти роботи опубліковані редакцією «Міжнародного научного журналу «Інтернетнаука»» [14] та всеукраїнської практично-пізнавальної конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього» [15].

Ключові слова: система керування, сонячна панель, кут падіння сонячних променів, корекція руху, GPS трекер.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ І ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНОЮ ПАНЕЛЛЮ .....	9
1.1.Огляд існуючих систем керування сонячними панелями .....	9
1.1.1. Система стеження за сонцем, яка рухається в двох площинах з GPS трекером.....	11
1.1.2. Система стеження за сонцем, яка рухається в одній площині з GPS трекером.....	11
1.1.3. Система стеження за сонцем, яка рухається в двох площинах з чотирма фотодатчиками.....	12
1.2. Базова архітектура запропонованої системи керування сонячною панеллю .....	13
1.3. Висновки з розділу 1 .....	14
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНОЮ ПАНЕЛЛЮ .....	15
2.1. Структурна схема системи керування сонячною панеллю ....	15
2.2. Функціональна схема системи керування сонячною панеллю ...	16
2.3. Рівняння перетворення вимірювального каналу системи керування сонячною панеллю .....	17
2.3.1. Рівняння перетворення датчика, що сприймає освітлення .....	17

2.3.2. Рівняння перетворення аналого-вимірювального перетворювача (дільника напруги) .....	20
2.3.3. Рівняння перетворення в аналого-цифровому перетворювачі .....	21
2.4. Функціонування мікроконтролера системи керування сонячною панеллю .....	22
2.5. Функціонування сервоприводу системи керування сонячною панеллю .....	23
2.6. Живлення системи керування сонячною панеллю .....	23
2.7. Висновки з розділу 2 .....	24
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНОЮ ПАНЕЛЛЮ .....	25
3.1. Розробка конструкції системи керування сонячною панеллю .....	25
3.1.1. Каркас системи керування сонячною панеллю .....	25
3.1.2. Датчики освітленості .....	30
3.1.3. Мікроконтролер .....	30
3.1.4. Підсистема керування рухом панелі .....	32
3.1.4.1. Два сервопривода .....	32
3.1.4.2. Поворотний механізм .....	32
3.1.5. Сонячна панель з вбудованим акумулятором .....	33
3.2. Визначення похибки вимірювального каналу .....	33
3.3. Визначення похибки сервоприводу .....	36

	52
3.4. Розробка програмного забезпечення .....	37
3.4.1. Алгоритм роботи системи .....	37
3.4.2. Алгоритм роботи програми .....	38
3.5. Висновки з розділу 3 .....	42
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МАКЕТУ .....	43
4.1. Опис макета .....	43
4.2. Дослідження макету .....	44
4.3. Висновки з розділу 4 .....	46
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «Система керування положенням сонячної панелі» .....	47
5.1. Опис ідеї системи керування сонячною панеллю .....	47
5.1.2. Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів .....	48
5.2. Технологічний аудит ідеї проекту .....	50
5.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту .....	51
5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту.....	61
5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту .....	64
5.7. Організація та реалізація стартап-проекту .....	67
5.8. Висновки з розділу 5 .....	77
ВИСНОВКИ .....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	79

ДОДАТОК А .....	80
ДОДАТОК Б .....	85
ДОДАТОК В .....	90

## ВСТУП

На сьогоднішній день сонячні панелі використовуються в багатьох галузях господарської діяльності.

Однак ефективність їх використання значною мірою обумовлюється оптимальністю їх положення до сонячного випромінювання. Навіть в похмурі дні оптимізація положення сонячної панелі по відношенню до найбільш інтенсивного випромінювання дозволяє значно підвищити енергоефективність такої установки.

Тому на сьогоднішній день розробляються системи з автоматичною зміною положення сонячної панелі в продовж світлового дня таким чином, що сонячна панель обертається відповідно руху сонця.

Отже на сьогодні використовують три види сонячних панелей:

- звичайні статичні сонячні панелі,
- рухомі сонячні панелі, які визначають кут нахилу за допомогою GPS трекера.
- рухомі сонячні панелі, які визначають кут нахилу за допомогою чотирьох фотоелементів.

Недолік статичної рухомої панелі в тому, що вони сприймають занадто малий відсоток сонячної енергії. Недолік рухомої панелі з GPS трекером в тому, що незалежно від погодних умов, панель все одно буде рухатися за напрямком сонця. При цьому не будуть враховуватись тіньові особливості ландшафту, можливі непередбачувані об'єкти затемнення тощо. Недолік панелі з керуванням на основі інформації від фотоелементів в тому, що панель може змінити свій кут нахилу до будь-якого джерела світлу. Тобто в останньому варіанті є небезпека хибного спрацювання панелі на випадкове інтенсивне джерело освітлення.

В наш час альтернативна енергетика вимагає оптимізації коефіцієнтів корисної дії сонячних панелей зі збільшенням відсотка сприйнятих сонячних



променів. Тому запропонована в публікації система є системою керування з інформаційно-вимірювальним каналом, який забезпечує інтелектуальне опрацювання дослідної інформації, отриманої на основі фотоелементів та її корегування із використанням бази даних щодо добового руху.

## **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ І ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНОЮ ПАНЕЛЛЮ**

### **1.1. Огляд існуючих рішень**

На сьогоднішній день сонячні панелі використовуються в багатьох галузях господарської діяльності, зокрема виробниче та сільське господарство.

Однак ефективність їх використання значною мірою обумовлюється оптимальністю їх положення до сонячного випромінювання. Навіть в похмурі дні оптимізація положення сонячної панелі по відношенню до найбільш інтенсивного випромінювання дозволяє значно підвищити енергоефективність такої установки.

Тому на сьогоднішній день розробляються системи з автоматичною зміною положення сонячної панелі в продовж світлового дня таким чином, що сонячна панель обертається відповідно руху сонця.

Отже, на сьогодні використовують три види сонячних панелей:

- звичайні статичні сонячні панелі;
- рухомі сонячні панелі, які визначають кут нахилу за допомогою GPS трекера, приклад пункт 1.1.1.
- рухомі сонячні панелі, які визначають кут нахилу за допомогою чотирьох фотоелементів, приклад пункт 1.1.2.

На Рис 1.1 показана ефективність рухомих систем с сонячною панеллю в порівнянні з статично встановленою. [1]

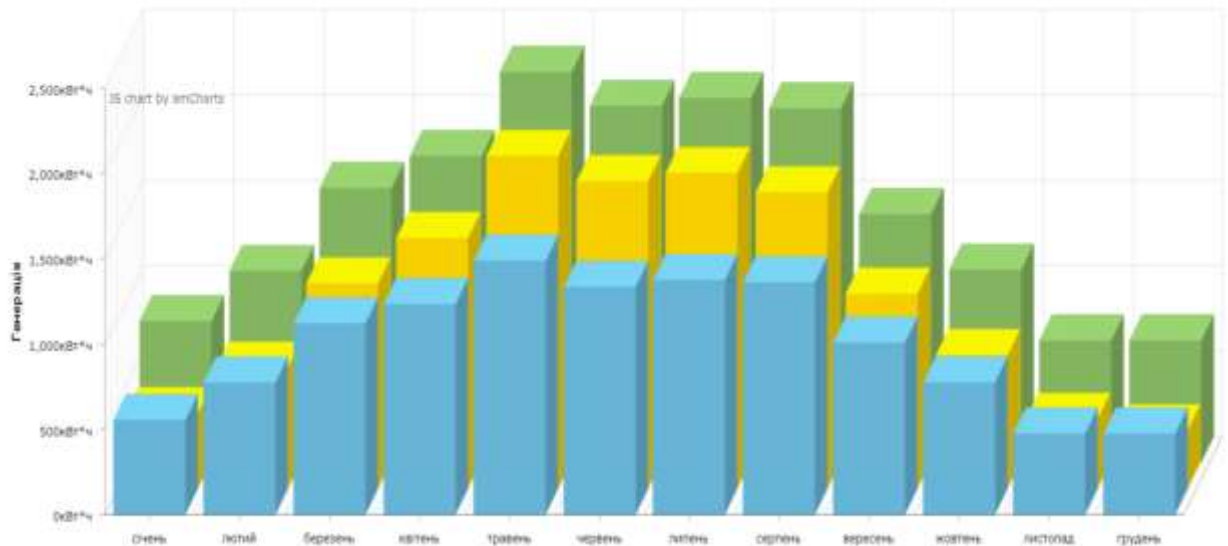


Рис. 1.1. Кількість акумульованої енергії протягом року.

Недолік статичних рухомих панелей в тому, що вони сприймають занадто малий відсоток сонячної енергії. Недолік рухомих панелей з GPS трекером в тому, що незалежно від погодних умов, панелі все одно будуть рухатися за напрямком сонця. При цьому не будуть враховуватись тіньові особливості ландшафту, можливі непередбачувані об'єкти затемнення тощо. Недолік панелей з керуванням на основі інформації від фотоелементів в тому, що панелі можуть змінювати свій кут нахилу до будь-якого джерела світлу. Тобто, в останньому варіанті є небезпека хибного спрацювання панелей на випадкове інтенсивне джерело освітлення.

В наш час альтернативна енергетика вимагає оптимізації коефіцієнтів корисної дії сонячних панелей зі збільшенням відсотку сприйнятих сонячних променів. Тому система, що запропонована в дипломній роботі є системою керування з інформаційно-вимірювальним каналом, яких забезпечує інтелектуальне опрацювання досвідної інформації, отриманої на основі фотоелементів та її корегування із використанням бази даних щодо добового руху сонця.

### **1.1.1. Система стеження за сонцем, яка рухається в двох площинах з GPS трекером.**

Прикладом такої системи є Система стеження за сонцем ST1500 [2].

Система має дві осі та два двигуни, для повороту сонячної панелі в двох площинах. Це дозволяє акумулювати максимальну кількість енергії. Рішення про поворот система приймає за допомогою даних, які отримує з GPS трекера. Головним недоліком системи є великий розхід енергії і дороговизна за рахунок використання GPS трекера. Зображення системи наведено на рис. 1.1.1.



Рис 1.1.1. Система стеження за сонцем ST1500.2 з панеллю.

### **1.1.2. Система стеження за сонцем, яка рухається в одній площині з GPS трекером.**

Прикладом такої системи є Система стеження за сонцем ST1000.1 [3]

Система має одну вісь та один двигун, для повороту сонячної панелі в лише в одній площині. Це дозволяє акумулювати більше енергії, ніж звичайна статична панель, але відсоток акумулювання все одно

залишається не найкращим. Система приймає рішення про поворот за допомогою мікроконтролера і GPS трекера. Зображення системи наведено на рис. 1.1.2.



Рис 1.1.2 - Система стеження за сонцем ST1000.1 з панеллю.

### **1.1.3. Система стеження за сонцем, яка рухається в двох площинах з чотирма фотодатчиками.**

Прикладом такої системи є Система стеження за сонцем ST1200.2 [3].

Система має дві осі та два двигуни, для повороту сонячної панелі в двох площинах. Це дозволяє акумулювати максимальну кількість енергії. Рішення про поворот система приймає за допомогою даних, які отримує з чотирьох фоторезисторів. Головним недоліком системи є можливий поворот до хибного джерела світла. Зображення системи наведено на рис. 1.1.3.



Рис. 1.1.3. Система стеження за сонцем ST1000 з панеллю.

## 1.2 Базова архітектура розробленої системи

Запропонована мною система буде керувати нахилом сонячної панелі в двох площинах за допомогою двох актуаторів (сервоприводів). Приймати рішення про поворот системи буде МК (мікроконтролер), який приймає дані від чотирьох фоторезисторів, які розташовані на одній площині з сонячною панеллю. Під панеллю прилаштована батарея, в яку акумулюється енергія і від якої живиться МК та сервоприводи. Також на МК запрограмована апріорна база знань, під яким кутом панель може повертатися протягом дня.

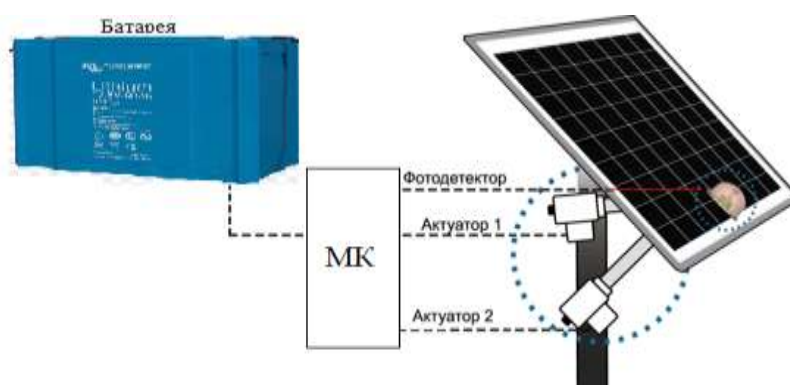


Рис. 1.2. Базова архітектура.

### **1.3. Висновки з розділу 1**

В розділі проаналізовано існуючі сучасні системи керування положенням сонячної панелі, серед яких виділяють панелі на нерухомій та рухомій клатформі на основі даних від GPS трекера. При цьому для формування руху панелі, крім GPS трекера, набуває поширення технологія з використанням вимірювальної інформації від фотодіодів.

В розділі для подальшого дослідження та розробки обрано система керування положенням сонячної панелі з 4-ма фотодіодами.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНОЮ ПАНЕЛЛЮ

### 2.1. Структурна схема системи керування сонячною панеллю

В запропонованій системі сонячне проміння сприймають 4 датчики ( $D_1 \dots D_4$ ), від них йде аналоговий сигнал на аналого-вимірювальний перетворювач ( $ABП_1 \dots ABП_4$ ). Від перетворювача сигнал потрапляє на аналого-цифровий перетворювач. Далі сигнал потрапляє на мікроконтролер (МК), де обробляється і потрапляє на сервоприводи з вбудованим цифро-аналоговим перетворювачем (ЦАП). Сервопривод, через виконуючий механізм, в нашому випадку це шестерня, повертає панель в потрібне положення. Від сонячної панелі з вбудований акумулятором йде живлення системи. Структурна схема наведена на рисунку 1.3.

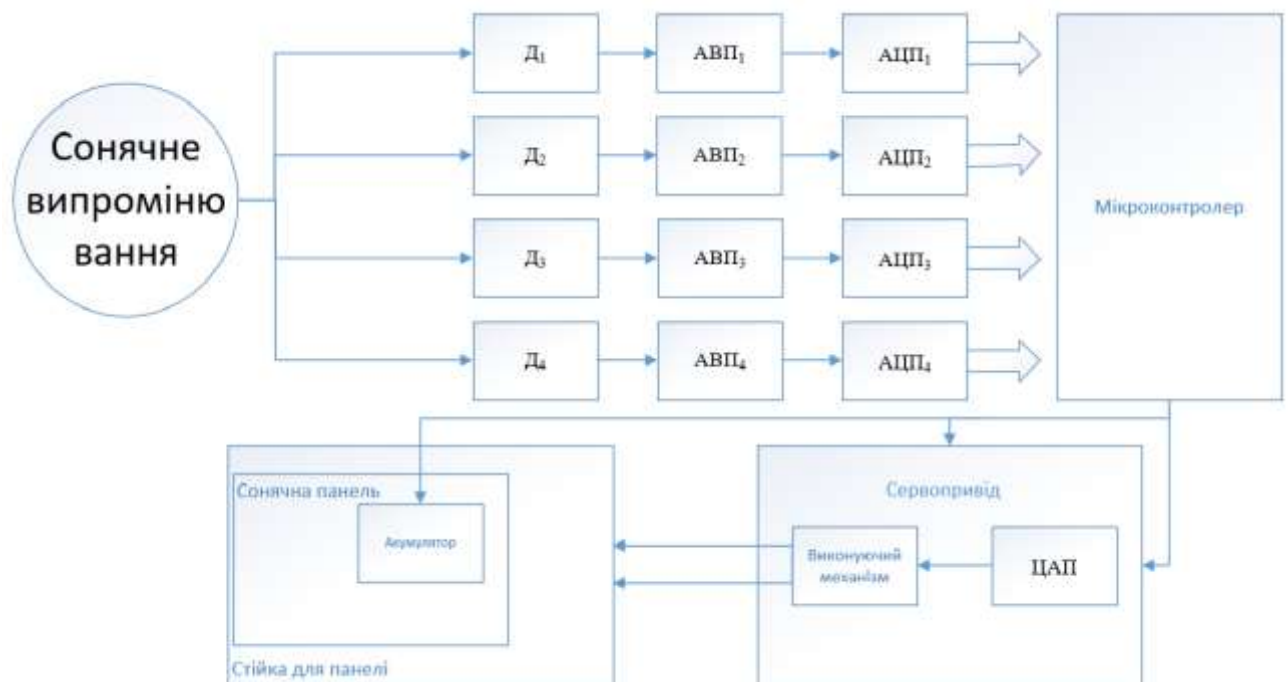


Рисунок 1.3. Структурна схема.



## 2.2. Функціональна схема системи керування сонячною панеллю

За функціоналом в наведеній схемі сонячне проміння сприймають 4 фоторезистори, освітлення вимірюємо в люксах, проводимо перетворення з люксів в опір в фоторезисторі. Далі опір переводимо в напругу в аналого-вимірювальному перетворювачі. Від перетворювача сигнал потрапляє на аналого-цифровий перетворювач, де напруга перетворюється в код. Далі сигнал потрапляє на мікроконтролер (МК), в програмі визначається в яку сторону потрібно нахилити платформу, сигнал потрапляє на сервоприводи з вбудованим цифро-аналоговим перетворювачем (ЦАП). Сервопривод, через виконуючий механізм, в нашому випадку це шестерня, повертає панель в потрібне положення. При потрібному положенні панель з вбудованим акумулятором акумулює енергію, і водночас живить всю систему. Функціональна схема наведена на рис. 1.4.

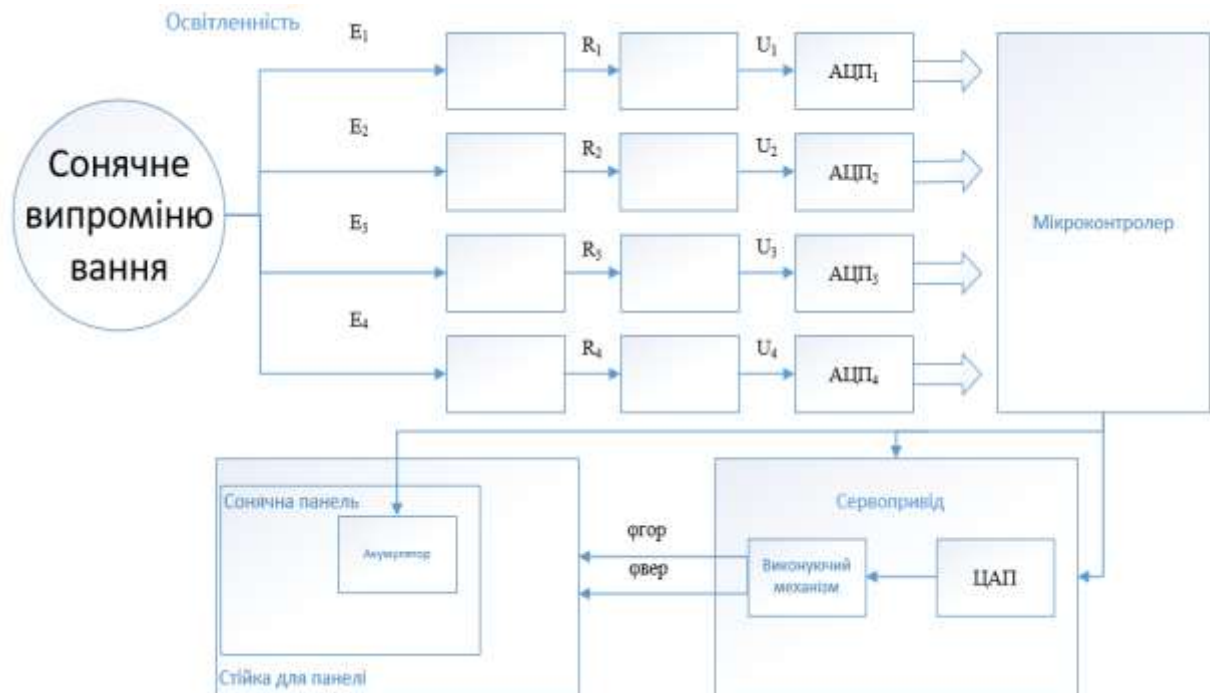
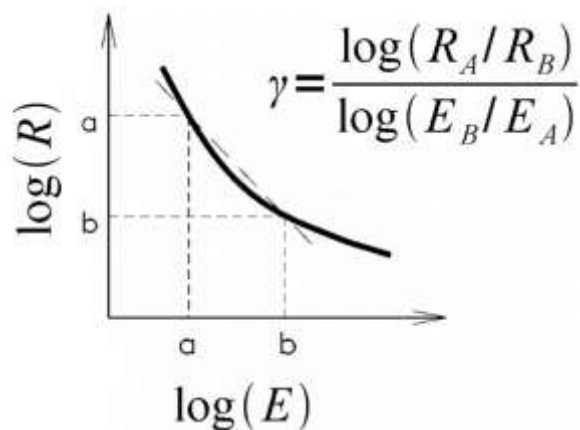


Рис. 1.4. Функціональна схема.

### 2.3. Рівняння перетворення вимірювального каналу системи керування сонячною панеллю

#### 2.3.1. Рівняння перетворення датчика, що сприймає освітлення.

В специфікації датчика освітленості дається такий графік: [5].



Графік 2.3.1.

Замінімо гамма на T:

$$T = \frac{(\log(\frac{R_a}{R_b}))}{(\log(\frac{E_a}{E_b}))} \quad (1)$$

Рівняння нелінійне, відомо, що  $T=0,6 \dots 1$  і також відомо, що при повній темноті,  $E_a = 0$  Лк, опір дорівнює  $R_a = 10^6$  Ом, а при рівні освітленості,  $E_b = 10$  Лк, опір дорівнює  $R_b = 8 \dots 20$  кОм з технічних характеристик датчика [6].

Враховуючи те, що робочий діапазон освітлення на місцях, де буде встановлюватися система, може становити 0,1 до 1000, потрібно визначити, як змінюватиметься опір фоторезистора в робочому діапазоні освітленості  $E \in (0,1 \dots 1000)$  Лм, такий діапазон дозволяє охопити рівень освітлення від темноти до світлого дня, таблиця освітлення наведена в таблиці 2.3.1 [7].

Таблиця 2.3.1. Рівень освітленості.

Освітленість, лк	Приклад
$10^{-5}$	Світло <u>Сіріуса</u> , найяскравішої зірки нічного неба
0.002	Безмісячне зоряне небо зі світінням
0.01	Чверть Місяця
0.27–1.0	Повний місяць у ясну ніч
1	Повний місяць в тропіках
до 20	У морі на глибині ~ 50 м
50	Житлова кімната
100	Дуже темний похмурий день
320–500	Офісне освітлення
400	<u>Схід</u> та <u>захід</u> сонця в ясний день
1000	День, типове освітлення у кіностудії

Проведемо перетворення:

$$T \log \frac{Eb}{Ea} = \log \frac{Ra}{Rb} \quad (2)$$

$$T(\log Eb - \log Ea) = \log Ra - \log Rb \quad (3)$$

При фіксованому  $Ea$  та  $Ra$  знайдемо залежність:

$$T(\log Eb - \log Ea) = \log Ra - \log Rb \quad (4)$$

$$T \log Eb - T \log Ea = \log Ra - \log Rb$$

$$\log R = T \log Eb - T \log E + \log Rb$$

$$\log R = \log Eb^T - \log E^T + \log Rb$$

$$\log R = \log \left( \frac{Eb^T}{E^T} - Rb \right) \quad (5)$$

Рівняння перетворення датчика у вигляді фоторезистора можна представити наступним чином:

$$R = \frac{1}{E^T} \cdot Eb^T \cdot Rb, \quad (6)$$

де  $Eb$  і  $Rb$  – це фіксовані значення освітленості і опору, які дорівнюють

При  $T=1$   $Eb=10$  Лк  $Rb=14$  кОм

$$R = \frac{1}{E} \cdot 10 \cdot 14 \cdot 10^3 = \frac{14 \cdot 10^4}{E}, \quad (7)$$

де  $E$  – поточне значення освітленості.

При темноті, де освітленість  $E = 0,1$  Лк,

$$R = 140 \cdot 10^4 = 1,4 \text{ мОм} \quad (8)$$

При денному освітлені, де  $E = 1000$  Лк,

$$R = 0,028 \cdot 10^4 = 0,28 \text{ кОм} \quad (9)$$

### 2.3.2. Рівняння перетворення аналого-вимірювального перетворювача (дільника напруги)

Рівняння перетворення в аналоговому вимірювальному перетворювачі має вигляд:

$$R = \frac{R_{REF} \cdot U_{REF}}{U} - R_{REF} \quad (10)$$

де,  $R_{ref}$  – резистор електричної схеми,  $U_{ref}$  – опорна напруга

Звідси

$$(R + R_{REF})U = R_{REF}U_{REF} \quad (11)$$

$$U = \frac{R_{REF}U_{REF}}{R + R_{REF}} \quad (12)$$

Для узгодження з АЦП (вхідний сигнал 5В, обрали для системи) маємо забезпечити співвідношення:

При темноті:  $E_{min} = 0,1 \text{ Лк}$      $R_{max} = 1 \text{ МОм}$

При яскравому дні:  $E_{max} = 1000 \text{ Лк}$      $R_{min} = 0,28 \text{ кОм}$

Це можливо при  $U_{ref} = 10\text{В}$ ,  $R_{ref} = 250 \text{ Ом}$

Враховано запас, якщо  $R < 0,28 \text{ кОм}$

Перевірка:

При максимальній освітленості  $R = 280 \text{ Ом}$   $U = \frac{250 \cdot 10\text{В}}{280 + 250} = 4,7 \text{ В}$ , що не перевищує максимальну напругу АЦП.

При мінімальній  $R = 1 \text{ МОм}$

$$U = \frac{250 \cdot 10\text{В}}{10^6 + 250} = 0,0025 \text{ В} \quad (13)$$

### 2.3.3. Рівняння перетворення в аналого-цифровому перетворювачі

Для системи обрали 8 розрядний АЦП з економічних міркувань.

При 8-розрядному АЦП  $N_H = 2^8 = 256$

Вхідний сигнал максимальний  $U_{max} = 5\text{В}$

Коефіцієнт перетворення АЦП:

$$K_{\text{АЦП}} = \frac{N_H}{U_{\text{MAX}}} = \frac{256}{5\text{В}} = 51,2 \frac{1}{\text{В}} \quad (14)$$

$$N = K_{\text{АЦП}} \cdot U \quad (15)$$

Звідси ступінь квантування:

$$q = \frac{1}{K_{\text{АЦП}}} = \frac{1}{51,2} = 0,02 \text{ В} \quad (16)$$

Отже, кодовий сигнал на вході МК, що формується кожним датчиком визначається виразом:

$$N = \frac{1}{q} \cdot U \quad (17)$$

$$N = \frac{1}{Q} \cdot \frac{R_{\text{REF}} U_{\text{REF}}}{R + R_{\text{REF}}} \quad (18)$$

$$N = \frac{1}{q} \cdot \frac{R_{\text{ref}} U_{\text{ref}}}{\frac{E_b^T}{E^T} R_b + R_{\text{ref}}} = \frac{1}{q} \cdot \frac{R_{\text{ref}} U_{\text{ref}}}{E_b^T \cdot R_b + E^T R_{\text{ref}}}, \quad (19)$$

де  $q$ -ступінь квантування  $q = 0,02 \text{ В}$ .

$T, R_b, E_b$  – параметри фоторезистора

$$T=1 \dots 1,5; R_b=14\text{кОм } E_b = 10\text{Лк}$$

$$R_{\text{ref}} = 2500\text{Ом}; U_{\text{ref}} = 10\text{V};$$

Таким чином на вхід МК поступає сигнал від чотирьох каналів:

сигнал з правого верхнього фоторезистора

$$N_{rt} = \frac{1}{q} \cdot \frac{R_{\text{REF}} U_{\text{REF}}}{E_B^T \cdot R_B + E_{RT}^T R_{\text{REF}}} \quad (20)$$

сигнал з нижнього верхнього фоторезистора:

$$N_{rd} = \frac{1}{q} \cdot \frac{R_{\text{REF}} U_{\text{REF}}}{E_B^T \cdot R_B + E_{RD}^T R_{\text{REF}}} \quad (21)$$

сигнал з лівого верхнього фоторезистора:

$$N_{lt} = \frac{1}{q} \cdot \frac{R_{\text{REF}} U_{\text{REF}}}{E_B^T \cdot R_B + E_{LT}^T R_{\text{REF}}} \quad (22)$$

сигнал з лівого нижнього фоторезистора:

$$N_{ld} = \frac{1}{q} \cdot \frac{R_{\text{REF}} U_{\text{REF}}}{E_B^T \cdot R_B + E_{LD}^T R_{\text{REF}}} \quad (23)$$

## **2.4. Функціонування мікроконтролера системи керування сонячною панеллю**

Приймання сигналу від фоторезисторів. Потім знаходиться підсума на фоторезисторах, які знаходяться зверху платформи, внизу, зліва і справа. За

тим йде порівняння чи значення з датчиків зверху більше, ніж значення датчиків знизу. Якщо так, тоді поступає сигнал на вертикальний сервопривід крутити шестерню вперед. Якщо шестерню потрібно прокрутити більше, ніж задається початковою умовою, то шестерня зупиняється. Якщо ж значення верхніх датчиків менше, ніж нижніх, тоді шестерня крутиться назад до потрібного значення, але не далі, ніж за початковою умовою. Коли значення з верхніх датчиків дорівнюватиме значенню нижніх, тоді сервопривід зупиняється.

Такий же цикл проводиться і з фоторезисторами злівою та правою сторони і горизонтальним сервоприводом. Далі відбувається затримка і знову зчитування освітлення з 4 фоторезисторів.

## **2.5. Функціонування сервоприводу системи керування сонячною панеллю**

В сервоприводі вбудований цифро-аналоговий перетворювач, який приймає код від мікроконтролера і запускає двигун. Сервопривід при одному повному оберті шестерні нахиляє систему на 5%. Цього цілком достатньо при нашому 8 розрядному АЦП, якщо буде потреба повернути панель під більшим кутом, ніж заданий програмою.

## **2.6. Живлення системи керування сонячною панеллю**

Живлення відбувається від вбудованого літій-йонного акумулятора під сонячною панеллю. Ємність батареї 1800 мА/год, цього цілком достатньо, щоб жити систему.



## **2.7. Висновки з розділу 2**

В розділі запропоновано структурну та функціональну схеми системи керування сонячною панеллю на основі 4-х фото резисторів. Відповідно до запропонованих схем, сигнал про рівень освітленості поступає з 4 –х фото резисторів через вимірювальний канал на мікроконтролер, за допомогою якого здійснюється опрацювання вимірювальної інформації по спеціальному алгоритму та формування сигналу на вході сервоприводу, який забезпечує встановлення оптимального кута повороту сонячної панелі. В розділі розраховано рівняння вимірювання вимірювального каналу.

### **РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНОЮ ПАНЕЛЛЮ**

#### **3.1. Розробка конструкції системи керування сонячною панеллю**

Конструкція складається з дерев'яного каркасу системи, мікроконтролера, двох сервоприводів, планки з чотирма фоторезисторами, сонячною панеллю з вбудованим акумулятором та з'єднувальні кабелі.

##### **3.1.1. Каркас системи керування сонячною панеллю**

На головній платформі прямокутної форми з заокругленими кутами присутні технологічні прорізи для з'єднання деталей. Також намічено місця для вкручування саморізів для закріплення мікроконтролера на платформі.

До головної платформи приєднуємо мікроконтролер та тримачі для платформи, де буде закріплено горизонтальний сервопривід.

На тримачі кріпимо платформу для горизонтального сервоприводу за допомогою болтів та гайок. За допомогою шурупів закріплюємо сам сервопривід.

Далі на горизонтальну платформу прикручуємо кронштейн для шестрені сервопривода і закріплюємо горизонтальну платформу на сервоприводі.

До горизонтальної платформи кріпимо передню та задню планку для тримачів вертикальної платформи та тримача вертикального сервоприводу. Між ними закріплюємо тримачі.

На вертикальну платформу кріпимо планку з фоторезисторами. Між фоторезисторами закріплюємо планки, що розділяють світлові промені за

допомогою двох болтів з гайками. Далі кріпимо бокові частини горизонтальної платформи в технологічні прорізи та за допомогою 4 болтів і гайок. На лівій боковій частині закріплюємо кронштейн для вертикального сервоприводу за допомогою саморізів.

Вертикальну платформу з'єднуємо з горизонтальною за допомогою сервоприводу до лівої бокової частини і за допомогою болта та гайки до правої сторони.

Зображення деталей виробу наведені на рисунках 3.1.1.1 – 3.1.1.12

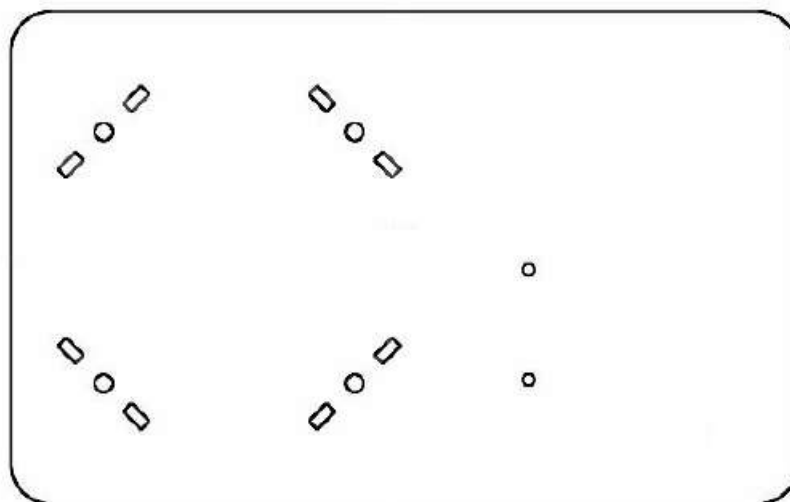


Рис. 3.1.1.1 Головна платформа

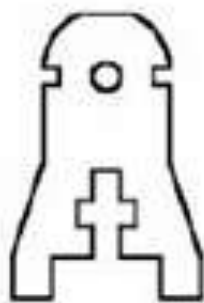


Рис. 3.1.1.2 Тримач платформи для горизонтального сервоприводу

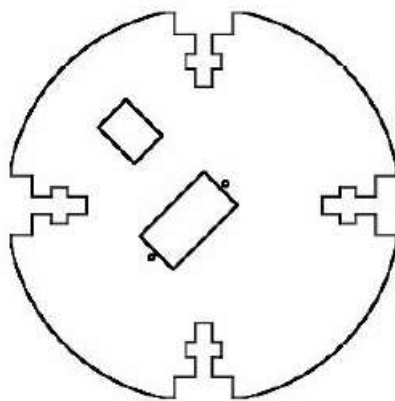


Рис. 3.1.1.3 Платформа для горизонтального сервоприводу

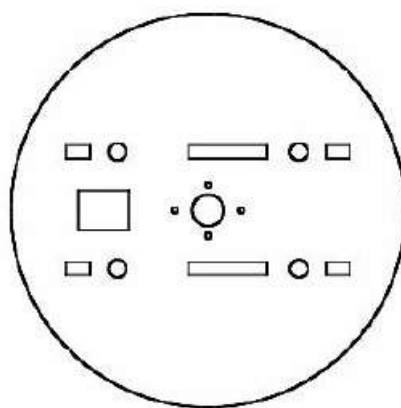


Рис. 3.1.1.4 Горизонтальна платформа

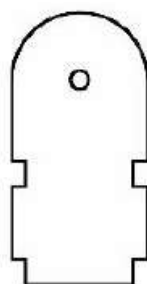


Рис. 3.1.1.5 Тримач для вертикальної платформи

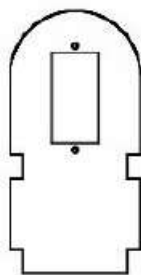


Рис. 3.1.1.6 Тримач для вертикального сервоприводу

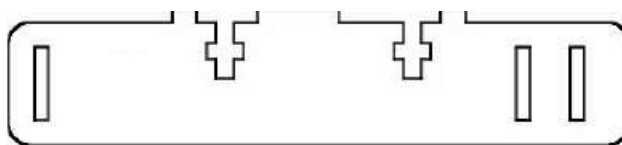


Рис. 3.1.1.7 Нижня планка для тримачів горизонтальної платформи

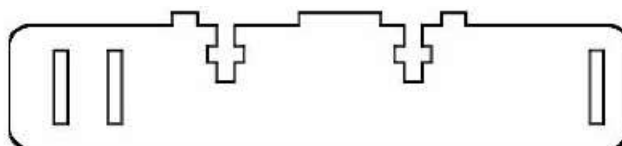


Рис. 3.1.1.8 Верхня планка для тримачів горизонтальної платформи

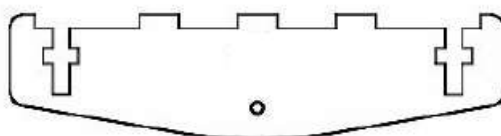


Рис. 3.1.1.9 Права бокова частина вертикальної платформи

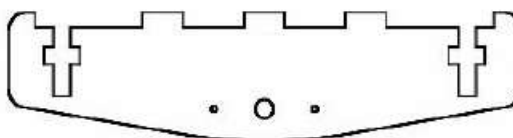


Рис. 3.1.1.10 Ліва бокова частина вертикальної платформи

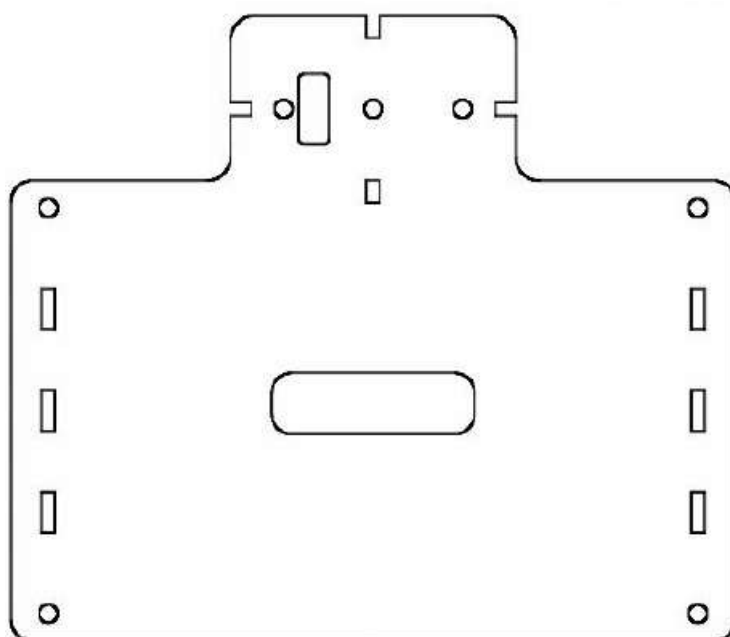


Рис. 3.1.1.11 Вертикальна платформа

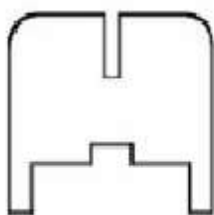


Рис. 3.1.1.12 Вертикальна перегородка для фоторезисторів

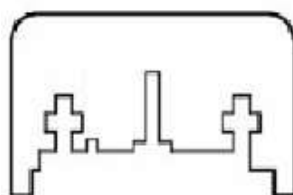


Рис. 3.1.1.13 Горизонтальна перегородка для фоторезисторів



Рис. 3.1.1.14 Сонячна панель з вбудованим акумулятором

### 3.1.2. Датчики освітленості

За датчики освітленості взяли фоторезистори моделі 5528.

Фоторезистор GL5528 має максимальний опір в темряві, який зменшується при збільшенні інтенсивності освітлення.

Діапазон освітлення 0.002 – 1000 люмен

Вихідний опір при 10 люкс: 8-20 кОм

Вихідний пір при 0 люкс: 1,0 МОм

Допустимий діапазон температур: від -30 до +70 ° C

Розмір (ДхШхВ): 5,1 x 4,2 x 36 мм

Вага: 1 грам.

Обрали фоторезистор моделі 5528 за те, що він сприймає освітлення від темноти до яскравого дня.

### 3.1.3. Мікроконтролер

В якості мікроконтролера було вибрано MEGA328P CH340G з виходом USB для підключення сонячної панелі з вбудованим акумулятором.



Рис. 3.1.3 Мікроконтролер MEGA328P CH340G з виходом USB

Технічні характеристики Arduino UNO R3 через які обрали саме його

Підключення до комп'ютера: USB

Мікроконтролер: Mega328p

Тактова частота: 16 МГц

Робоча напруга: 5 В

Вхідна напруга (рекомендований): 7-12 В

Вхідна напруга (граничне): 6-20 В

Цифрові Входи / Виходи: 14

Аналогові входи: 6

Постійний струм через вхід / вихід: 40 мА

Постійний струм для виведення 3.3 В: 50 мА



### 3.1.4. Підсистема керування рухом панелі

#### 3.1.4.1 Два сервопривода

Було вибрано сервоприводи марки Tower Pro SG90.

Вибрані такі сервоприводи через те, що в них вбудований ЦАП та через легкість управління через Arduino та через живлення в 4.8V

Призначення виходів сервоприводу:

- коричневий - земля GND;
- червоний - живлення VCC;
- помаранчевий - сигнал управління сервоприводом.



Рис. 3.1.4.1 Сервопривод

#### 3.1.4.2. Поворотний механізм

Поворотний механізм складається з шестерні сервопривода та кронштейна для цієї шестерні.

### 3.1.5. Сонячна панель з вбудованим акумулятором

Сонячна панель має розміри 10 см на 6 см. Вбудований акумулятор на 1800 мАгод. Час повної зарядки акумулятора складає три години. Зображення на рис. 3.1.5.



Рис. 3.1.5 Сонячна панель з вбудованим акумулятором

### 3.2. Визначення похибки вимірювального каналу

Похибка вимірювального каналу складається з мультиплекативної та адитивної складової.

$$\delta_{\Sigma} = \pm \left[ \delta_m + \gamma \frac{X_H}{X} \right] \% \quad (24)$$

Враховуючи те, що вхідна величина, перетворено рівняння

$$\delta_{\Sigma} = \pm \left[ \delta_m + \gamma \frac{E_H}{E} \right] \% \quad (25)$$

При номінальному значенні освітлення сумарна похибка становить

$$\delta_{\Sigma} = \pm [\delta_m + \gamma] \% \quad (26)$$

Мультиплекативна похибка складається з похибки датчика, похибки аналого-вимірювального пристрою, похибки цифро-аналогового перетворювача та похибки мікроконтролера.

$$\delta_m = \delta_d + \delta_{авп} + \delta_{ацп} + \delta_{мк} \quad (26)$$

Адитивна похибка складається з похибки аналого-цифрового перетворювача і дорівнюватиме похибці квантування

$$\gamma = \gamma_{ацп} = \gamma_{кв} \quad (27)$$

Розрахунок похибки датчика

$$\delta_d = \frac{\Delta\gamma}{\gamma} \cdot 100\% = \frac{0,1}{0,7} \cdot 100\% = 14\% \quad (28)$$

Розрахунок похибки АВП

$$\delta_{авп} = \varphi_{Rref} \cdot \delta_{Rref} + \varphi_{Uref} \cdot \delta_{Uref} \quad (29)$$

$$U = \frac{R_{ref} \cdot U_{ref}}{R_{ref} + U_{ref}} \quad (30)$$

$$\varphi_{Rref} = \frac{\partial U}{\partial R_{ref}} \cdot \frac{R_{ref}}{U} = \frac{U_{ref}(R+R_{ref}) - R_{ref} \cdot U_{ref}}{(R+R_{ref})^2} \cdot \frac{R_{ref} \cdot (R+R_{ref})}{R_{ref} \cdot U_{ref}} = \frac{R}{R+R_{ref}} \quad (31)$$

$$\varphi_{Uref} = \frac{\partial U}{\partial U_{ref}} \cdot \frac{U_{ref}}{U} = \frac{R_{ref}}{R+R_{ref}} \cdot \frac{U_{ref} \cdot R + R_{ref}}{R_{ref} \cdot U_{ref}} = 1 \quad (32)$$

$$\delta_{авп} = \frac{R}{R+R_{ref}} \cdot \delta_{Rref} + 1 \cdot \delta_{Uref} = 0,5 \cdot 5\% + 1 \cdot 0,1\% = 2,6\% \quad (33)$$

Похибка АЦП дорівнює похибці квантування:

$$\delta_{ацп} = \gamma_{кв} = \frac{1}{256} = 0,004 = 0,4\% \quad (34)$$

Похибка мікроконтролера

В програмі виконується така команда:  $\text{int avt} = (\text{lt} + \text{rt}) / 2$ .

Тобто, присутня похибка математичного сподівання додавання і ділення

$$\delta_{\text{мк}} = \delta_{\text{діл}} + \delta_{\text{дод}} \quad (35)$$

Похибка додавання при алгоритмі округлення дорівнює нулю

$$M[\delta_{\text{мк}}] = M[\delta_{\text{діл}}] + [\delta_{\text{дод}}] = -2^{-9} \quad (36)$$

Похибка додавання при алгоритмі округлення дорівнює нулю

$$M[\delta_{\text{дод}}] = 0 \quad (37)$$

Похибка ділення

$$M[\delta_{\text{діл}}] = -2^{-(n-1)} = -2^{-(8-1)} = -2^{-9} \quad (38)$$

Дисперсія мікроконтролера

$$D[\delta_{\text{мк}}] = D[\delta_{\text{діл}}] + D[\delta_{\text{дод}}] = \frac{4}{3} 2^{-18} \quad (39)$$

Дисперсія ділення

$$D[\delta_{\text{діл}}] = \frac{1}{3} 2^{-2(n+1)} \left[ 1 + 2 \left( \frac{y_{\text{max}}}{y_{\text{min}}} \right)^2 \right] = \frac{1}{3} 2^{-18} [1 + 2] = 2^{-18} \quad (40)$$

Стандартне відхилення

$$\delta[\delta_{\text{мк}}] = \sqrt{D[\delta_{\text{мк}}]} = \sqrt{\frac{4}{3} 2^{-18}} = \frac{2 \cdot 2^{-9}}{\sqrt{3}} \quad (41)$$

Знаходимо верхню (h) та нижню (l) границю значення похибки по модулю

$$\delta_{\text{MKl}} = M[\delta_{\text{MK}}] - 3 \cdot \sigma[\delta_{\text{MK}}] = -2^{-9} - 2 \cdot 3 \frac{2^{-9}}{\sqrt{3}} = 2^{-9}(-1 - \frac{6}{\sqrt{3}}) = 0,87\% \quad (42)$$

$$\delta_{\text{MKh}} = M[\delta_{\text{MK}}] + 3 \cdot \sigma[\delta_{\text{MK}}] = 2^{-9}(-1 + \frac{6}{\sqrt{3}}) \quad (43)$$

З ймовірністю (P=0,99)

$$\delta_{\text{MK}}(0,99) = \pm 0,87\% \quad (44)$$

Тобто, похибка вимірювального каналу буде становити

$$\delta_{\Sigma} = \pm[\delta_{\text{м}} + \gamma]\% = \delta_{\text{д}} + \delta_{\text{авп}} + \delta_{\text{ацп}} + \gamma_{\text{кв}} = 14\% + 2,6\% + 0,4\% = 17,3\% \quad (45)$$

### 3.3. Визначення похибки сервоприводу

Робочий кут повороту панелі, що керується сервоприводом проілюстровано на рисунку 3.1.7.

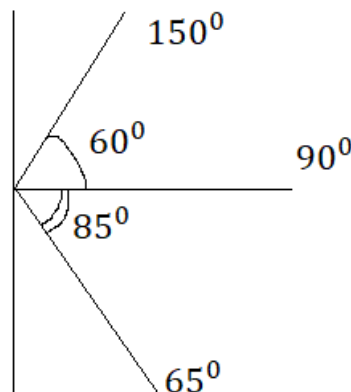


Рис. 3.1.7 Кут роботи горизонтального сервоприводу.

Розрахуємо похибку повороту, якщо кут повороту сервоприводу 1%

$$\frac{1^\circ}{85^\circ} \cdot 100\% = 0,0117 = 1,1\% \quad (46)$$

Розрахуємо похибку повороту, якщо кут повороту сервоприводу 5%

$$\frac{5^\circ}{85^\circ} \cdot 100\% = 5,8\% \quad (47)$$

Якщо врахувати похибку вимірювального каналу, то нам підійде будь-який сервопривод, в якого похибка повороту менша, ніж похибка вимірювального каналу.

$$\frac{17,4^\circ}{100^\circ} \cdot 85\% = 14,79^\circ \quad (48)$$

Звідси робимо висновок, що вибраний сервопривод для системи підходить і не буде вносити додаткової похибки.

### **3.4. Розробка програмного забезпечення**

#### **3.4.1. Алгоритм роботи системи**

Встановлення панелі в початкове положення

Сприймання освітлення фоторезисторами

МК приймає значення від фоторезисторів

Програма в МК оцінює значення з 4 фоторезисторів і рухає сервоприводи до тих пір, поки значення з фоторезисторів по вертикалі і горизонталі не стануть рівними

Система залишається в стані спокою, поки значення освітлення в люменах не зміниться.

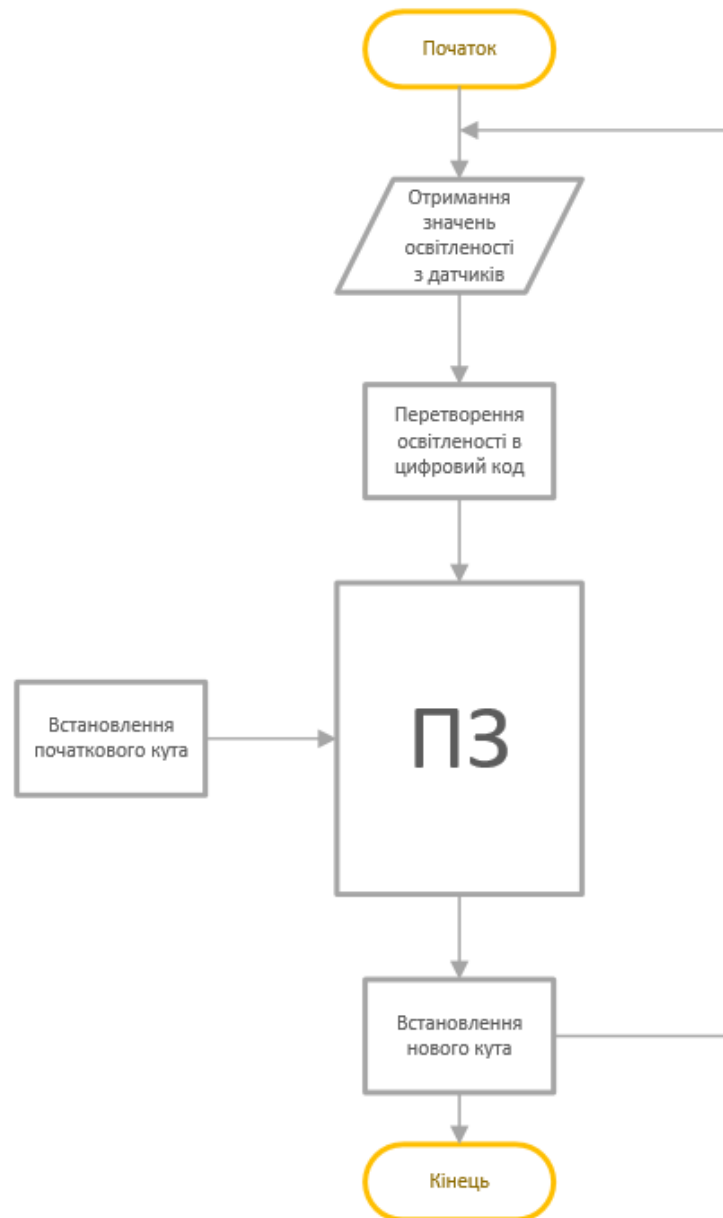


Рис. 3.2.1. Алгоритм роботи системи

### 3.2.2. Алгоритм роботи програми

Початок роботи

Підключення бібліотек сервоприродів

Встановлення максимального кута повороту панелі і початкового

Підключення живлення фоторезисторів

Задання швидкості обміну інформацією

Підключення живлення сервоприводів

Встановлення часу реагування сервоприводів

Зчитування сигналу освітлення з фотоелементів

Розрахунок, скільки люменів припадає на фоторезистори, що розташовані на

верхній частині планки з фоторезисторами

Розрахунок, скільки люменів припадає на фоторезистори, що розташовані на

нижній частині планки з фоторезисторами

Розрахунок, скільки люменів припадає на фоторезистори, що розташовані в

лівій частині планки з фоторезисторами

Розрахунок, скільки люменів припадає на фоторезистори, що розташовані в правій частині планки з фоторезисторами

Заданий цикл, якщо значення з верхньої частини планки більше, ніж значення з нижньої частини планки, то сервопривід крутимо вперед.

Обмеження, якщо сервопривід потрібно крутити більше, ніж заданий максимальний кут початковою умовою, то сервопривід зупиняється на заданій умові.

АБО якщо значення з нижньої частини планки більше, ніж значення з верхньої частини планки, то сервопривід крутимо назад.

Обмеження, якщо сервопривід потрібно крутити більше, ніж заданий мінімальний кут початковою умовою, то сервопривід зупиняється на заданій умові.

Заданий цикл, якщо значення з лівої частини планки більше, ніж значення з правої частини планки, то сервопривід крутимо вліво.

Обмеження, якщо сервопривід потрібно крутити більше, ніж заданий максимальний кут початковою умовою, то сервопривід зупиняється на заданій умові.



АБО якщо значення з правої частини планки більше, ніж значення з лівої частини планки, то сервопривід крутимо назад.

Обмеження, якщо сервопривід потрібно крутити більше, ніж заданий мінімальний кут початковою умовою, то сервопривід зупиняється на заданій умові.

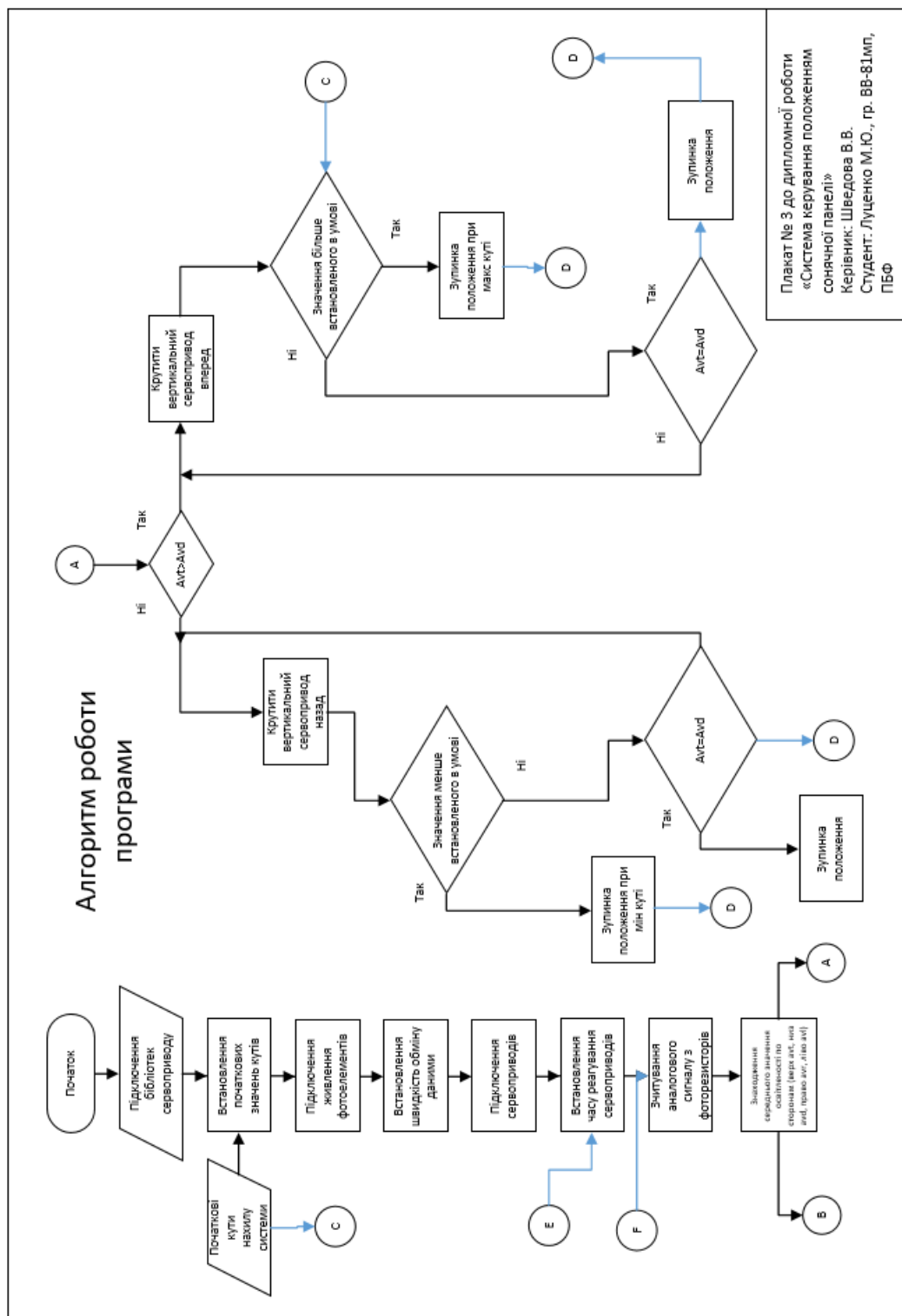


Рис. 3.2.2.2 Алгоритм роботи програми (1)

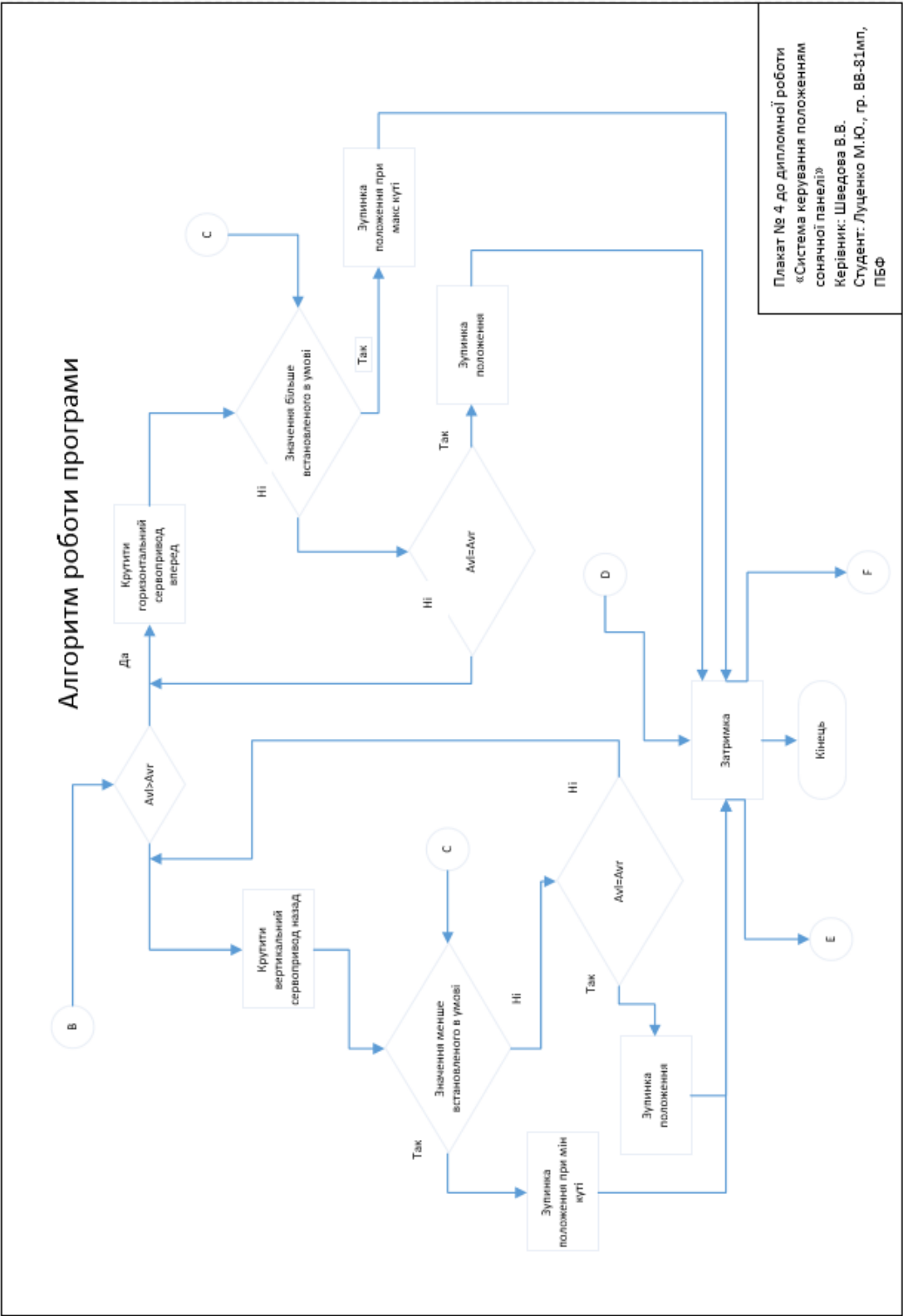


Рис. 3.2.3 Алгоритм роботи програми (2)

### 3.5 Висновки з розділу 3

В розділі розроблено конструкцію системи керування сонячною панеллю, обрано конструктивні елементи системи, розроблене програмне забезпечення системи (алгоритм та код програми (наведено в додатку)), а також розраховано сумарну похибку вимірювального каналу.

Конструкція системи керування передбачає виконання окремих деталей за індивідуальним замовленням. Елементи вимірювального каналу, мікроконтролер, сервовпривід та виконуючий механізм обираються з тих, що виробляються серійно і відповідають встановленим вимогам.

Програмне забезпечення розроблено за допомогою середовища IDE.

Похибки вимірювального каналу становить не більше 17,4%; похибка встановлення кута нахилу сонячної панелі не перевищує 15 градусів.

## РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МАКЕТУ

### 4.1. Опис макета

Макет складається з двох головних частин, на які розділяється. Нижня частина з головною платформою і мікроконтролером (рис. 4.1.1) і верхня частина, з вертикальним сервоприводом і панеллю (рис. 4.1.2).

На нижній частині є технологічні розрізи для закріплення тримачів платформи, на яку закріплюється сервопривід за допомогою саморізів.

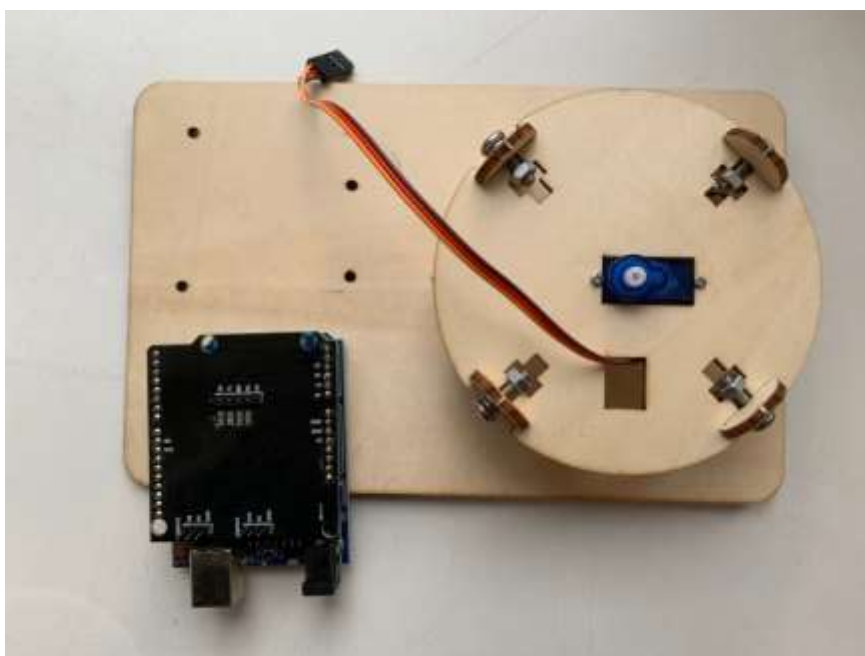


Рис. 4.1.1 Вид нижньої частини системи

На верхній частині системи присутня планка з фоторезисторами, яка розділена перемичками, яка розділяє сонячні промені. На лицевій частині закріплена сонячна панель з вбудованим акумулятором. На горизонтальній платформі закріплений кронштейн для горизонтального сервоприводу, за допомогою якого з'єднуються верхня та нижня частини.

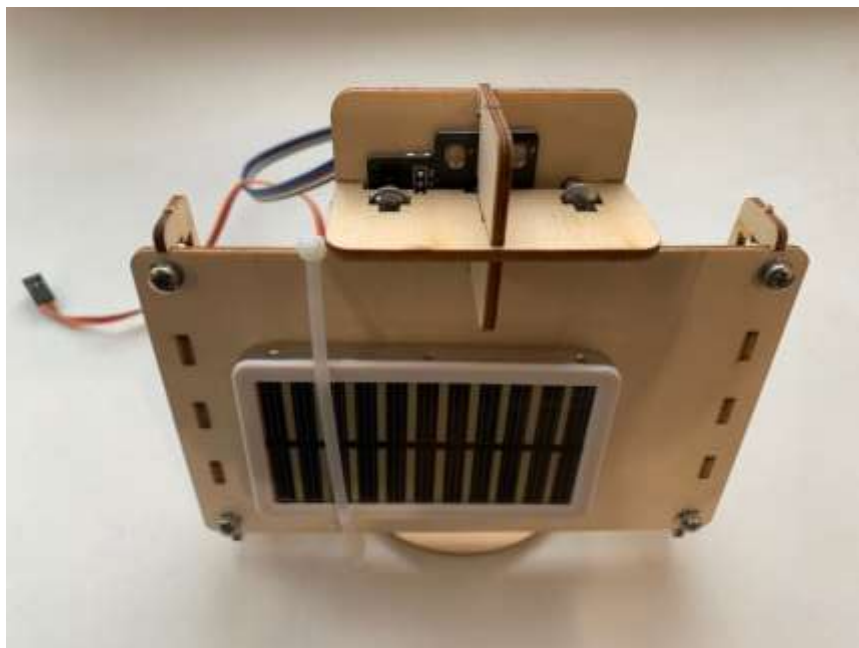


Рис. 4.1.2 Вид верхньої частини системи

#### 4.2. Дослідження макету

Еспериментально доведено працездатність системи.

Нижче на рисунках показаний макет з усіх сторін, рис. 4.2.1-4.2.4.

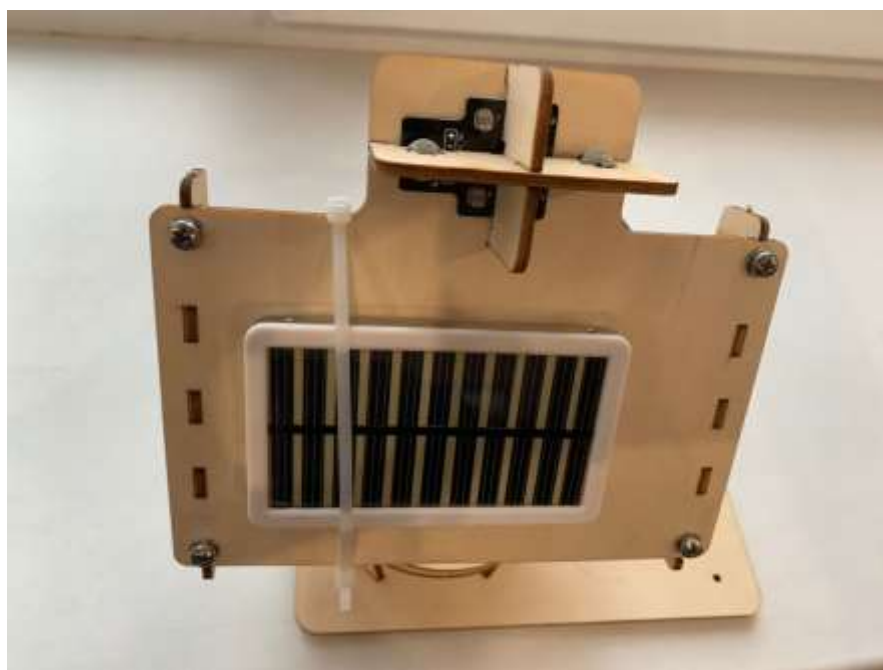


Рис. 4.2.1 Система, вид з спереду.

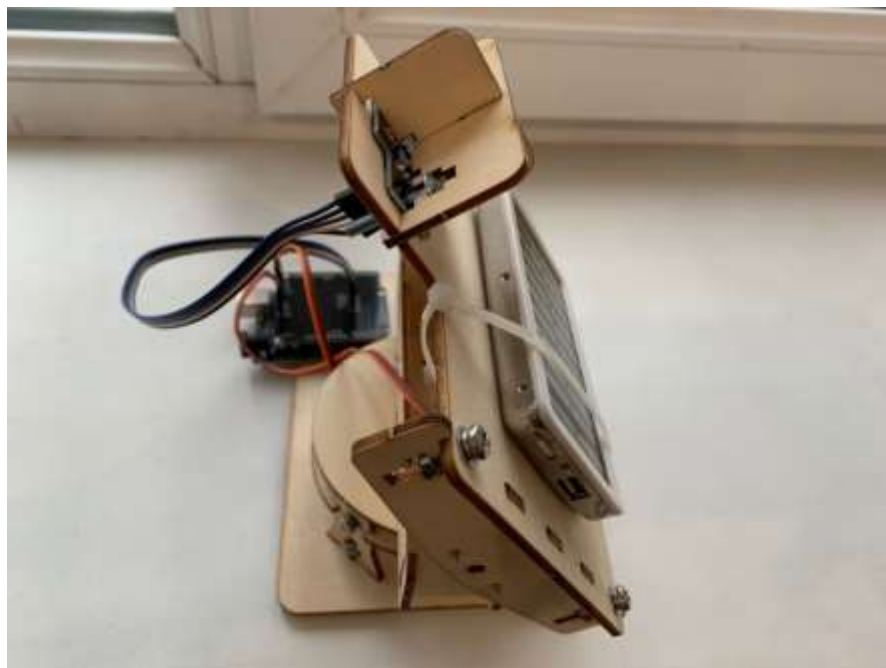


Рис. 4.2.2 Система, вид з правої сторони.

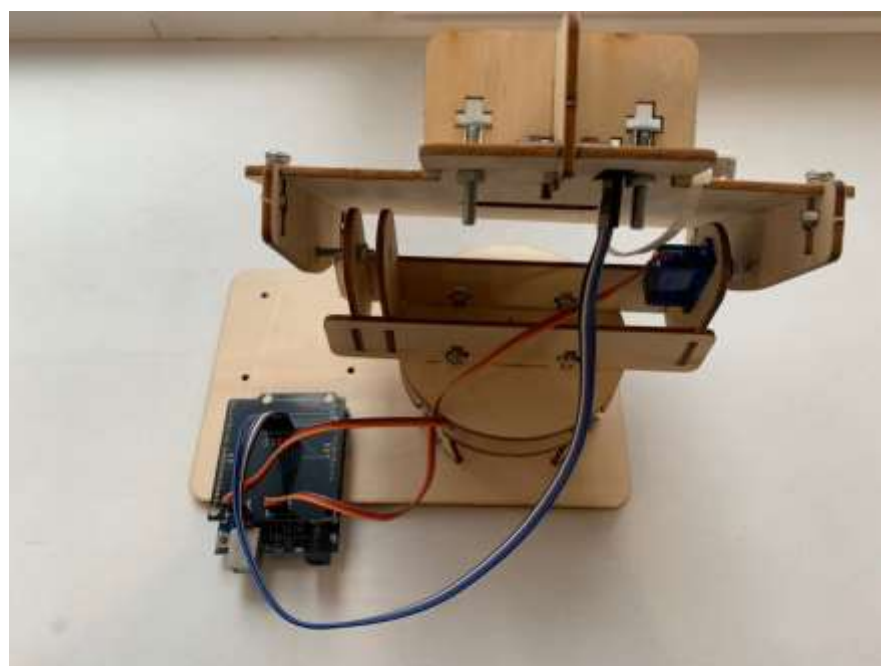


Рис. 4.2.3 Система, вид ззаду.

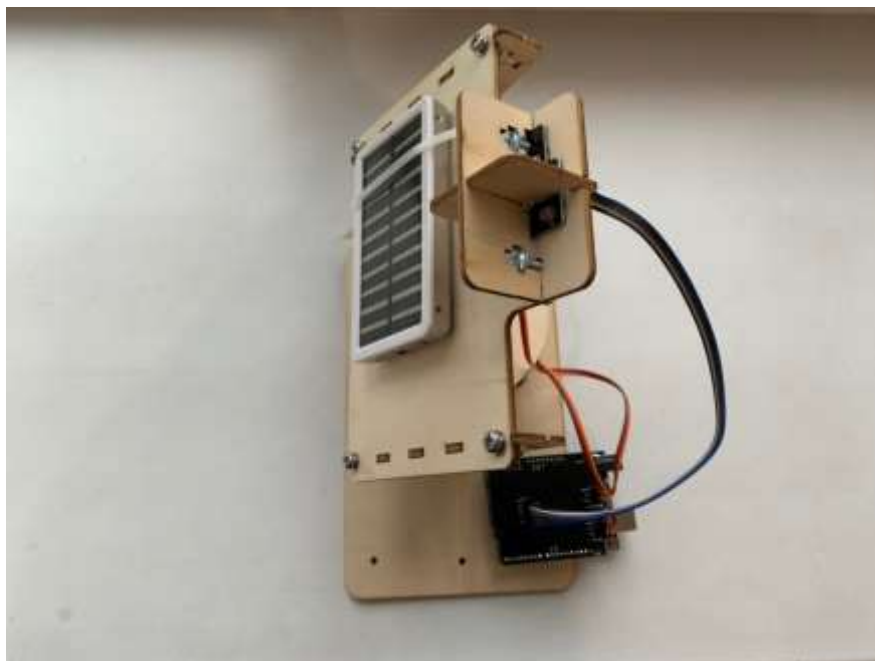


Рис. 4.2.4 Система, вид з лівої сторони.

#### **4.3. Висновки з розділу 4**

В розділі проілюстровано конструкцію та функціонування (фото в різні моменти роботи системи). Дослідження виконаного макета підтвердили його дієздатність і можливість виконання покладених функцій при реальній експлуатації в польових умовах.

## РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

### «Система керування положенням сонячної панелі»

#### 5.1. Опис ідеї системи

В попередніх розділах оцінили аналоги та роботу власної системи. В цьому розділі буде проведено аналіз стартап проекту «Система керування положенням сонячної панелі».

Ідея проекту полягає в повороті сонячної панелі в напрямку падіння сонячних променів для акумулювання максимальної кількості енергії, що уточнено наведено в табл. 5.1 в приватному, комерційному і державному секторі.

Мій винахід відрізняється від аналогів тим, що він акумулює максимальну кількість енергії з мінімальних розходом її.

У таблиці 5.1 зображено зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 5.1.1 Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Акумулювання максимальної кількості сонячної енергії за рахунок зміни положення панелі	У приватному секторі	Акумулювання більшої кількості енергії
	В комерційних приміщеннях	
	В державних закладах і закладах обслуговування	

Отже, пропонується новий спосіб рухомої платформи з двома сервоприводами і апріорною базою знань.



### 5.1.2. Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів

– Платформа рухається в двох площинах та по заданому алгоритму в порівнянні з іншими;

– визначаємо попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;

– проводимо порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 5.2).

Таблиця 5.1.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабк а сторо на)	N (нейтр а- льна сторон а)	S (сильн а сторо на)
		Мій проект	ST1500	ST 1200.2	ST1000			
1.	Вартість програмного забезпечення	Власна розробка	Комерційна таємниця	Комерційна таємниця	Комерційна таємниця	-	-	+
2.	Використання елементів	4 фотоелементи	GPS	4 фотоелементи	GPS	-	+	+

Продовження таблиці 5.1.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

3.	Складність конструкції	Проста	Складна	Проста	Складна	-	+	+
4.	Акумуляування енергії	До + 50%	До + 30%	До + 50%	До + 50%	-	+	-
7.	Торгова марка	Власна	Вже дорога	Вже дорога	Вже дорога	-	-	+

Із таблиці можна визначити, що представлена конструкція акумулює більше енергії, ніж деякі представники, але споживає менше енергії ніж інші та має простішу конструкцію, що дешевшає проект.

## 5.2. Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології (мови програмування), за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Рух платформи за заданою траєкторією	За допомогою GPS трекера або апріорної бази знань	Використання апріорна база знань	Доступна інформація в інтернеті
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Використання апріорна база знань				

Реалізувати проект можна за допомогою двох технологій: з використанням GPS трекера та за допомогою апріорної бази знань.

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок що наш проект реально реалізувати. Це не потребує значних ресурсів. Потрібно лише визначити, широту і довготу, де буде стояти платформа і тоді додати апріорну базу знань, без використання GPS трекера.

Такий спосіб значно здешевшує конструкцію.

## 5.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3.1 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	4
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	100 000 од в рік по 15 000 грн
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Розвивається
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає обмежень
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Лише для сонячної панелі, яка купується додатково
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	30

Головні гравці на ринку: Greenchip, Teplodom, GreenTechTrade, АКВ.

Загальний обсяг продаж: власна оцінка 100 000 од за рік.

Динаміка ринку: активно розвивається, діаграма нижче:



Рис. 5.3.1 Динаміка ринку

На даний момент обмежень немає, так як на законодавчому рівні альтернативна енергетика підтримується.

Специфічних умов немає, потрібно лише, що товар відповідав

Середня рентабельність 30% тому, що конкуренція на даний момент не велика.

Ринок динамічно розвивається, потреба в таких платформах збільшується. Кожного дня потреба в енергії збільшується і ціна на неї не падає.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 5.3.2).

Таблиця 5.3.2 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Акумуляування енергії	Комерційних, приватний та державний сектори	Більш динамічно розвивається комерційний сектор, менше приватний, державний повільно переходить на	Працездатність системи та встановлення її

			альтернативну енергетику	
--	--	--	--------------------------	--

Ринок збуту дійсно великий, усі сектори господарств можуть бути активними клієнтами, купувати та розвивати свою інфраструктуру альтернативної енергетики. Поки що дійсно ми бачимо активний ріст закупок панелей в комерційному секторі, а державний сектор поки не активно розвивається на законодавчому рівні.

При застосуванні даної технології існують певні загрози (таблиця 5.3.3).

Таблиця 5.3.3 Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Дорого	Дороговизна конструкції	Здешевшити конструкцію
2.	Здешевшення енергії	Енергія знеціниться	Можливе банкрутство
3.	Клімат	Через кліматичні умови не можна акумулювати багато енергії	Змінювати ринок збуту

4.	Рельєф	Рельєф не дозволяє акумулювати багато енергії	Змінювати ринок збуту
5.	Закони	На законодавчому рівні можуть обмежити або заборонити використання таких конструкцій	Можливе банкрутство

Тобто, у нас є ряд причин по яким стартап проект може не запрацювати. Проте, практично з кожної ситуації є вихід. Ринок збуту достатньо великий і в кожній країні розвивається альтернативна енергетика. Можна проводити маркетингові акції не лише в Україні.

Але поряд із колом загроз існують і певні можливості (таблиця 5.3.4).

Таблиця 5.3.4 Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Закони	На законодавчому рівні можуть давати дотації хазяйствам, хто займається альтернативною енергетикою	Нарощування потужностей
2.	Клімат	У країнах, де завжди літо і сонце, можна	Збільшення кількості фотоелементів на платформі

		завжди акумулювати	
3.	Здорожчання енергії	Енергія подорожчає	Нарощування потужностей
4.	Подорожчання палива	Стандартні види палива подорожчають	Нарощування потужностей
5.	Рельєф	В долинах та на відкритих територіях можливе більше акумулювання енергії	Збільшення кута руху платформи

Дійсно ми бачимо, що факторів для розвитку бізнесу багато. Також можна сказати, що вони більш реальні, ніж фактори загроз. На даний момент політики усіх держав підтримують розвиток альтернативних джерел живлення.

Таблиця 5.3.5 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Чиста	Товар конкурує з аналогами	Пропонуємо товар, який акумулює найбільше енергії
Локальна	В одній локації поворотна панель конкурує з іншими	Пропонуємо найекономніший варіант
Внутрішньогалузева	Боротьба з конкурентами конкретно сонячних панелей з поворотною	Пропонуємо найдосконаліший тип кріплення панелей



	системою	
Товарно-видова	Конкуренція в способі встановлення сонячних панелей	Пропонуємо найдосконаліший тип кріплення панелей
Цінова	Боротьба в основному в ціні	Пропонуємо товар, який акумулює найбільше енергії за ціну, яку дають конкуренти
Немарочна	Не іменита марка, на ринку немає розкручених брендів	Розвиваємо бренд

Конкуренція на ринку альтернативної енергетики достатня, також є конкуренція серед компаній, які проектують кріплення для панелей. Але моя розробка конкуренто спроможна і для більшого поширення її на ринку потрібно розвивати бренд.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 5.3.6 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	ST1500	Різні	Виробники деталей	Всі	Панелі
Висновки:	Активна боротьба	Є можливість виходу на ринок. Постійні конкуренти є.	Постачальники можуть диктувати умови, на яких вони постачатимуть запчастини для	Клієнти можуть диктувати умови вартості, якщо вартість буде завелика, клієнти куплять статичну панель	Статичні сонячні панелі

			панелей.		
--	--	--	----------	--	--

Потрібно боротися на ринку і відвойовувати позиції у конкурентів.  
Також не можна клієнтам озвучувати зовелику вартість тому, що вони просто куплять статичні панелі взамін рухомим.

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності.

Таблиця 5.3.7 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Простота конструкції	Є лише 4 фотоелемента без GPS датчика
2	Ціна	Ціна нижча, за рахунок використання лише фотоелементів
3	Акумуляування	Акумуляування енергії більше, ніж в конкурентів за рахунок двовісної системи і менший розхід живлення за рахунок повертання панелі за траєкторією в апріорній базі знань
4	Бренд	Поки що малоконкурентний
5.	Кут нахилу	Кут нахилу можна змінювати для потреб рельєфу

Таблиця 5.3.8. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін  
«DUST\_METER»

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали	Рейтинг товарів-конкурентів у
---	-------------------------------	------	-------------------------------

п/п		1-20	порівнянні з METER_Kompany						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Наявність патентів	16	+						
2	Велика кількість постачальників	15				+			
3	Висока якість	17	+						
4	Технічна підтримка	19		+					
5.	Ціна	14						+	

З таблиць 5.3.7 та 5.3.8 бачимо, що фактори конкурентоспроможності суттєві та мають великий позитивний внесок при впровадженні нового програмного забезпечення для розрахунку концентрації пилу. Основною перевагою та головним досягненням є висока якість продукту та технічна підтримка на протязі всього терміну його використання споживачем.

Таблиця 5.3.9 SWOT- аналіз стартап-проекту

<p><b>Сильні сторони:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Акумуляування максимального відсотку сонячної енергії.</li> <li>2. Нижча ціна ніж у конкурентів</li> </ol>	<p><b>Слабкі сторони:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Більша ціна, ніж у статичних панелей.</li> <li>2. Можлива поломка деталей, що рухаються</li> </ol>
<p><b>Можливості:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Збільшення продаж;</li> <li>2. Отримання державних та комерційних замовлень на отримання послуг;</li> <li>3. Розширення ринку за рахунок іноземних замовників;</li> <li>4. Зменшення податкового тиску, отримання тендерів на послуги.</li> <li>5. Закони для джерел альтернативної енергетики</li> </ol>	<p><b>Загрози:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цінова конкуренція в зв'язку з гравцями на ринку.</li> <li>2. Різка зміна курсу гривні може привести до зменшення попиту, особливо з боку малих фірм.</li> <li>3. Політичні та економічні ризики ведення бізнесу;</li> <li>4. Втрата потенційних клієнтів через недостатню технічну підтримку;</li> <li>5. Зменшення продажів через</li> </ol>

	несвоєчасне виконання замовлень.
--	----------------------------------

Очевидно, що для розвитку галузі створенні умови. І їх можна покращувати. Загрози також є, але більшість з них глобальні, на які не можемо вплинути. Технічну підтримку і несвоєчасне виконання можна забезпечити тільки за рахунок збільшення капіталу компанії.

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.

Таблиця 5.1.10 Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу	Ймовірність отримати зменшення податкового тиску і підтримки від держави на законодавчому рівні висока	На даний момент уже закони підтримують альтернативні джерела отримання енергії
2	Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	За рахунок здорожчання енергії від традиційних джерел живлення ймовірно люди будуть активніше переходити на альтернативу	На даний момент перехід не дуже активний, очікуємо приріст на наступні роки
3	Стратегія виходу з ринку		Дуже швидко

З зазначених альтернатив обираємо стратегію компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями.

## 5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 5.2.1 Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
	Комерційні компанії	Готові	Попит є, зупиняє лише ціна і закони	Інтенсивна	Просто
	Державні структури			Не інтенсивна	Не просто
	Приватний сектор			Середня	Просто
Які цільові групи обрано:					
Під час аналізу потенційних груп споживачів було прийнято рішення, що компанія буде працювати із комерційними компаніями.					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів ми обрали цільову групу – Комерція. В комерційну групу клієнтів зайти достатньо легко, на відмінно від державного. Якщо порівнювати з приватним сектором, то перевага комерції в тому, що тут більша купівельна спроможність.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку.

Таблиця 5.4.2 Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
	Підсилення слабких сторін стартапу за рахунок ринкових можливостей	Диференційований маркетинг	Продукт, який дійсно акумулює більше енергії	Стратегія диференціації

За базову стратегію вибрано диференціальну так, як продукту надано важливу відмінність від аналогів і система акумулює більше енергії. Слабкі сторони компенсуємо ринковими можливостями.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 5.4.3).

Таблиця 5.4.3 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№	Чи є проект	Чи буде компанія	Чи буде компанія	Стратегія
---	-------------	------------------	------------------	-----------

п/п	«першопрохідцем» на ринку?	шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	конкурентної поведінки*
1	Не є першопрохідцем	Компанія буде шукати нових клієнтів і забирати існуючих	Копіює стандартний механізм, ексклюзивно апріорна база знань	Загарбник (наслідуємо лідера)

Вибрана стратегія конкурентної поведінки – загарбник. Ринкова частина поки нульова, але по-трохи буде збільшуватись. Захоплюємо весь ринок, проводимо активну конкуренцію перед лідером ринку.

На основі вимог споживачів з обраного сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегію позиціонування, яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект

Таблиця 5.4.4 Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	Вдосконалення продукту враховуючи побажання споживачів	Стратегія диференціації	Продукт, який дійсно акумулює більше енергії	Ціна. Акумулювання енергії. Зворотній зв'язок із виробником.

Результатом даного підрозділу є система рішень щодо ринкової поведінки компанії, вона визначає в якому напрямі буде працювати компанія на ринку

## **5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту**

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 5.5.1 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.5.1 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Акумуляування енергії	Більший відсоток акумуляування в порівнянні з аналогами	Переваги: великий кут повороту, дешевші елементи, замість GPS трекера – апріорна база знань.

Товар використовуємо для акумуляування сонячної енергії, в порівнянні з аналогами акумуляуємо більше енергії при менших затратах.



Таблиця 5.5.2 Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Пристрій для акумулювання сонячної енергії		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Довговічність (немає строку давності)	Нм	Вр
	2. Акумулювання енергії	М	Тх
	3. Розхід енергії	М	Тх
	4. Технічна підтримка	Нм	Ор
	5. Матеріали	М	Вр
	Якість: відповідає нормам ДСТУ2499:2017		
	Пакування: програмне забезпечення записане на МК		
	Марка: Власна		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: прояв уваги до покупця		
	Після продажу: гарантійний ремонт		
Товар буде захищено від копіювання за рахунок комп'ютерного коду			

Товар захищаємо за рахунок комп'ютерного коду, проявляємо максимальну увагу до клієнта і турботу.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 5.5.3).

Таблиця 5.5.3 Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	10000 грн	15000 грн	200000 грн/міс	12000-16000

Зважаючи на те, що товар заміник (статична панель) коштує 10 000 грн, а аналоги близько 15 000 грн, можна зробити висновок, що запропоновану систему можна оцінити в 12 000 – 16 000 грн. Рівень доходів в комерційному секторі досить великий, близько 200 000 грн/міс у середнього бізнесу.

Таблиця 5.5.5 Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Трирівневий канал	Фінансування	2	Вертикальна

Для хорошого каналу збуту виробнику потрібно мати 1-2 оптовика і багатьох роздрібних продавців. Зі своєї сторони постачальник підтримує своїх дилерів фінансово. Форма оплати: пост 30 днів.

Таблиця 5.5.6 Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфік а поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Клієнти поводять себе як консерват ори	Роздрібна торгівля	Позиціонування платформи	Показати збільшений відсоток акумулювання енергії	Потрібно показати кінцевому споживачу, що з однієї панелі за рахунок зміни кута, споживач може

					отримувати на 40% більше енергії
--	--	--	--	--	-------------------------------------

Підсумувавши результати з таблиці, можна сказати, що клієнти просто так не переходитимуть на рухомі панелі. Потрібно проводити маркетингові дії і доводити клієнту, що рухомі панелі кращі тому, що акумулюють більше енергії. Також потрібно зацікавити клієнтів, які уже купили панелі, і продати їм рухому платформу під їх панель.

## **5.7. Організація та реалізація стартап-проекту**

Для роботи нам потрібні:

Інженер – генератор ідей (1-дослідження технологій, 2-написання ТЗ, 3-розробка прототипу)

Програміст – виконавець (4-розробка ПО, 5-тестування)

Маркетолог – координатор (6-аналіз ринку, 7-просування товару)

Менеджер – виконавець (8-організація роботи, 9-пошук інвесторів, 10-складання бізнес плану)

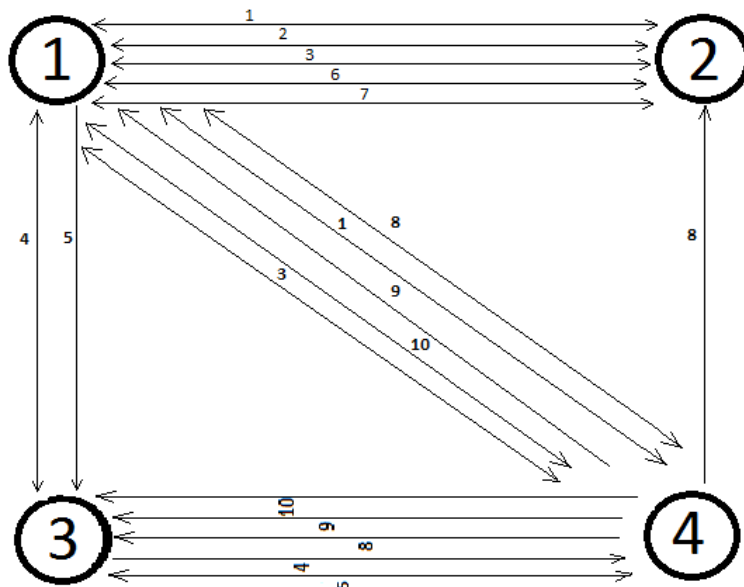


Рис. 5.7.1 Завдання персоналу

Кількість входів та виходів кожного робочого >>>

Інженер: входів 8, виходів 7

Програміст: - входів 5, виходів 4

Маркетолог: - входів 6, виходів 3

Менеджер: - входів 5, виходів 9

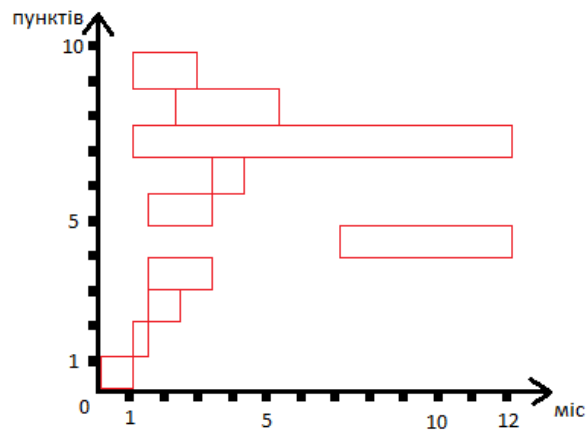


Рис. 5.7.2 Кількість входів та виходів кожного робочого

Визначаємо, яка загальна роль виконавців по часу у проекті >>>

Інженер  $2.5 \text{ міс} / 27.5 \text{ міс} = 9\%$

Програміст  $6 \text{ міс} / 27.5 \text{ міс} = 22\%$

Маркетолог  $2 \text{ міс} / 27.5 \text{ міс} = 7\%$

Менеджер  $16 \text{ міс} / 27.5 \text{ міс} = 58\%$

Оцінимо важливість кожного фактору для нашої компанії за шкалою від 0 до 10:

Таблиця 5.7.1 Важливість факторів

Фактор	Важливість
Ідея	8
Підготовка бізнес плану	6
Компетентність	7
Залученість і ризики	6
Обов'язки	7

Оцінимо внесок кожного співробітника в загальну справу за вказаними вище параметрами:

Таблиця 5.7.2 Оцінка внеску

Фактор	Вага	Генератор ідей	Спеціаліст	Маркет.	Менеджер	
Ідея	8	10	8	1	1	Σ
Підготовка бізнес плану	6	7	0	10	5	

Компетент	7	10	8	6	7	
Ризики	6	7	7	6	10	
Обов'язки	7	10	10	8	9	
Разом		271	214	112	210	807
Відсоток		34%	26%	14%	26%	100 %

Таблиця 5.7.3 Планова потреба та витрати на персонал

№ з/п	Категорія персоналу	Чисел ь- ність	Заробітна плата, тис грн. на місяць	Відрахуван ня на соціальні заходи, тис грн. на місяць	Витрати на оплату праці за період, тис. грн.		
					1-й рік	2-й рік	3-й рік
1.	Інженер- технолог	1	15	2,66	180	204	228
2.	Маркетолог	1	11	2,29	132	156	180
3.	Програміст	1	10	2,08	120	144	168
4.	Менеджер	1	13	2,47	156	180	204
Разом:			49	9,5	588	684	780

Підсумувавши внесок кожного члена команди для реалізації проекту, можна оцінити їх роботу в грошовому еквіваленті, що було зроблено в таблиці 5.7.3.

Визначимо потребу для реалізації проекту у матеріальних ресурсах

Таблиця 5.7.4 Планова потреба у матеріальних ресурсах та комплектуючих

№ з/п	Вид ресурсу	Одиниця виміру	Витрати на одиницю продукції в натуральни х показниках	Вартість на одиницю продукції, тис. грн.	Вартість за плановим обсягом виробництва за період, тис грн.		
					1-й рік	2-й рік	3-й рік
	Комплектую чі						
1.1	Датчики	шт		0,6	6	9	12
1.2	GPS модуль	шт		0,2	2	3	2,4
1.3	Конектори	шт		0,5	5	7,5	10
1.4	Корпус	шт		0,5	5	7,5	10
1.5	OLED дисплей	шт		0,3	3	4,5	6
Разом:		—	—	2,2	21	31,5	40,4

Визначимо потребу для реалізації проекту у виробничих площах

Таблиця 5.7.5 Планова потреба у виробничих площах

№ з/п	Тип приміщення (будівлі, ділянки, споруди)	Кількість одиниць	Площа, кв. м	Вимоги до приміщення (будівлі, ділянки, споруди)	Умови надання	Вартість, тис. грн/міс
1	Офісне приміщення	1	40	Відповідно до ДСТУ	Оренда	34
2	Виробниче приміщення	1	300	Відповідно до ДСТУ	Оренда	100
3	Складське приміщення	1	150	Відповідно до ДСТУ	Оренда	50
Разом			490	—	—	184



Таблиця 5.7.6 Планова потреба у виробничому обладнанні та устаткуванні

№ з/п	Вид обладнання (устаткування, пристрою)	Тип (модель)	Виробник обладнання (устаткування, пристрою)	Терміни постачання	Вартість, тис. грн.
1	Інформаційні ресурси	Десертації, наукові статті, ДСТУ		2 місяці	115 тис. грн.
2	ПК (4 шт.)		Hewlett-Packard	15 днів	100 тис грн.
3	Програмне забезпечення	Windows 10; пакет Office; Microsoft Visual C++	Microsoft; Microsoft;	20 днів	30 тис. грн.
4	Датчики, GPS модулі, конектори, корпуси.			10 днів	100 тис. грн.
Разом:		—	—	—	245 тис. грн.

Таблиця 5.7.7 Плановий обсяг виробництва продукції стартап-проекту

Вид продукції	Одиниця виміру	Обсяги виробництва за період		
		1-й рік	2-й рік	3-й рік
Основний блок з виносним датчиком	шт	100	150	200

Визначити обсяг витрат на забезпечення стартап-проекту матеріальними ресурсами та комплектуючими по роках (виходячи з планового обсягу виробництва продукції, визначеного в табл. 5.7.8) за формою, наведеною в табл. 5.7.4. Якщо проектом передбачено виробництва декількох видів продукції, таблиця складається по кожному виду продукції окремо.

Визначимо потребу у матеріальних ресурсах та комплектуючих

Таблиця 5.7.8 Планова потреба у матеріальних ресурсах та комплектуючих

№ з/п	Вид ресурсу	Одиниця виміру	Витрати на одиницю продукції в натуральних показниках	Вартість на одиницю продукції, тис. грн.	Вартість за плановим обсягом виробництва за період, тис грн.		
					1-й рік	2-й рік	3-й рік
	Комплектуючі						
1.1.	Датчики	шт		0,6	6	9	12
1.2	GPS модуль	шт		0,2	2	3	2,4
1.3	Конектори	шт		0,5	5	7,5	10

1.4	Корпус	шт		0,5	5	7,5	10
1.5	МК	шт		0,3	3	4,5	6
Разом:		—	—	2,2	21	31,5	40,4

Визначимо планові загальногосподарські витрати:

Таблиця 5.7.9 Планові витрати

№ з/п	Стаття витрат	Витрати за період, тис. грн.		
		1-й рік	2-й рік	3-й рік
1.	Витрати на оренду земельних ділянок, будівель, приміщень, споруд	235	235	235
2.	Витрати на обладнання, устаткування та пристрої	130	20 (амортизація)	20 (амортизація)
3.	Витрати на придбання нематеріальних активів	70	10	10
4.	Витрати на персонал (на відрядження, соціальні заходи тощо)	500	600	700
5.	Витрати на зв'язок	0,2	0,2	0,2
6.	Витрати на утримання обладнання та приміщень	20	20	20
7.	Витрати на збут	20	20	20
8.	Витрати на просування та рекламу	50	50	50
9.	Оплата юридичних послуг	44	44	44
Разом:		1069,2	899,2	999,2

Таблиця 5.7.10 Загальні початкові витрати проекту

№ з/п	Стаття витрат	Обсяги витрат в 0-й рік, тис. грн.
1.	Проведення НДДКР	7
2.	Розробка проектних матеріалів і ТЕО	9
3.	Витрати на приймально-здавальні випробування	8
4.	Витрати на пусконаладжувальні роботи	10
5.	Комплексне освоєння проектних потужностей	7
6.	Витрати на придбання нематеріальних активів	90
7.	Оплата юридичних послуг	40
8.	Витрати на передвиробничі маркетингові дослідження і створення збутової мережі	25
9.	Витрати, пов'язані з діяльністю команди проекту	600

Підсумувавши всі розходи на перший рік, робимо висновок, що нам потрібно 1 297 000 грн початкового капіталу для запуску стартапу. На кінець року у нас буде готово 100 рухомих панелей вартістю 15 000 грн кожна, тобто, 15 000 00 грн.

## **5.8. Висновки до розділу 5**

Узагальнюючи проведений аналіз стартап проекту, можна зробити висновок, що запропонований спосіб з двома сервоприводами і без GPS модуля дешевший за аналоги, але акумулює більше енергії. По ринку збуту робимо висновок, що впершу чергу нам цікавий комерційний сектор. Конкуренція не така велика, тому вихід на ринок не важкий. Основний фактор загроз – законодавство. На даний момент закони підтримують розвиток альтернативних джерел енергії. Розвивати проект будемо за рахунок сильних сторін і підсилення слабких сторін за рахунок ринкових можливостей. При цьому обираємо диференційований маркетинг. Стратегія поведінки – йдемо за лідером ринку.

Також хочу додати, що маркетингова частина дуже важлива так, як потрібно донести клієнтам, що альтернативна енергетика – це майбутнє, а за майбутнім технології, і панель з поворотною системою вигідніша і досконаліша покупка.

Підсумувавши всі розходи на перший рік, робимо висновок, що нам потрібно 1 297 000 грн початкового капіталу для запуску стартапу. На кінець року у нас буде готово 100 рухомих панелей вартістю 15 000 грн кожна, тобто, 15 000 00 грн.

Можна сказати, що після того, як реалізуємо панелі, які будуть вироблені за перший рік, компанія вийде на точку не збитковості.

## **Висновки**

В магістерській роботі було проаналізовано існуючі сучасні системи керування положенням сонячної панелі, серед яких виділяють панелі з нерухомі та рухомі на основі даних від GPS трекера. Для подальшого дослідження та розробки обрано систему керування положенням сонячної панелі з 4-ма фоторезисторами.

Розроблено структурну та функціональну схеми системи керування сонячною панеллю на основі 4-х фото резисторів. Оцінена похибка вимірювального каналу та сервоприводу. Розроблено конструкцію системи керування сонячною панеллю, обрано конструктивні елементи системи, розроблене програмне забезпечення системи, алгоритм та код програми. Елементи вимірювального каналу, мікроконтролер, сервопривід та виконуючий механізм обираються з тих, що виробляються серійно і відповідають встановленим вимогам. Програмне забезпечення розроблено за допомогою середовища IDE. Похибки вимірювального каналу становить не більше 17,4%; похибка встановлення кута нахилу сонячної панелі не перевищує 15 градусів.

Продемонстрована робота макету.

З економічної точки зору, робимо висновок, що дана конструкція ефективніша та дешевша за аналоги. Підраховано, що нам потрібно 1 297 000 грн початкового капіталу для запуску стартапу. На кінець року у стартапу буде готово 100 рухомих панелей вартістю 15 000 грн кожна, тобто, 15 000 00 грн.

Можна сказати, що після того, як реалізуємо панелі, які будуть вироблені за перший рік, компанія вийде на точку не збитковості.

## Список використаної літератури

1. <http://ussolar.com.ua/ua/dinamichni-sistemi> [1]
2. <http://greenchip.com.ua/26-0-0-0.html> [2]
3. <http://greenchip.com.ua/26-0-0-0.html> [3]
4. <http://greenchip.com.ua/26-0-0-0.html> [4]
5. <https://datasheet4u.com/datasheet-pdf/CdS/GL5528/pdf.php?id=756863> [5]
6. <https://datasheet4u.com/datasheet-pdf/CdS/GL5528/pdf.php?id=756863> [6]
7. <https://datasheet4u.com/datasheet-pdf/CdS/GL5528/pdf.php?id=756863> [7]
8. Андрій Кашкаров «Вітрогенератори, сонячні батареї та інші корисні конструкції».
9. Васильєв А.М., Ландсман А.П. «Напівпровідникові фотоперетворювачі».
10. Роуз А. «Основи теорії фотопровідності».

## Додаток А

### Лістинг програми в середовищі IDE

```
#include <Servo.h> // підключаємо бібліотеку сервоприводу

Servo hor;
int servoh = 90;

int servohHighMax = 150;
int servohLowMin = 65;

Servo ver;
int servov = 90;

int servovHighMax = 85;
int servovLowMin = 25; //встановлюємо максимальні кути повороту
панелі експериментально

int ldrld = 0; // підключаємо до пінів LDR (лівий нижній
фоторезистор)
int ldrrd = 1;
int ldrlt = 2;
int ldrrt = 3;

void setup()
{

Serial.begin(9600); // задаємо швидкість обміну даними в біт/с
horizontal.attach(9); // 9 і 10 піни йдуть по стандарту
```



```

    delay(10000); // час реагування сервоприводів
}
void loop()
{
    int ld = analogRead(ldrld); // Зчитуємо, скільки люменів
                                сприймає фотоелемент
    int rd = analogRead(ldrrd);
    int lt = analogRead(ldrlt);
    int rt = analogRead(ldrrt);

    int avd = (ld + rd) / 2 // розраховуємо, скільки люксів припадає на
    лівий та правий верхні фоторезистори, щоб задати рух по (ПН-ПД, ЗХ-СХ)
    int avr = (rt + rd) / 2;
    int avt = (lt + rt) / 2;
    int avr = (rt + rd) / 2;

    if (avt > avd) // порівняння середнього значення верхніх резисторів і
    нижніх
    {
        servov = ++servov; // сервопривод крутимо вперед (не по градусам, а
    поки значення не стане рівним в люксах,
        if (servov > servovLimitHigh)
        {
            servov = servovLimitHigh;
        }
    }
    else if (avt < avd)

```

```
{

servov= --servov; // сервопривод крутимо назад
    if (servov < servovLowMin)
    {
        servov = servovLowMin;
    }

    else if (avl = avr)
    {
        // зупинка сервоприводу
    }
    vertical.write(servov);
}

if (avl > avr)
{
servoh = ++servoh;
    if (servoh > servohHighMax)
    {
        servoh = servohHighMax;
    }
}
else if (avl < avr)
{
servoh = --servoh;
```

```
    if (servoh < servohLowMin)
    {
        servoh = servohLowMin;

    }

    }
    else if (avl = avr)
    {
        // зупинка сервоприводу
    }
    horizontal.write(servoh);
    }
    delay(10000);
}
```