

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені МИХАЙЛА КОЦЮБИНСЬКОГО

Факультет математики, фізики і комп'ютерних наук
 Кафедра фізики і методики навчання фізики, астрономії

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

**на тему: «ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВОГО ПОШУКУ УЧНІВ –
 ЧЛЕНІВ МАН НА ПРИКЛАДІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ
 ЕНЕРГЕТИКИ»**

Студента 2 курсу 2МСОФА групи

Освітньої програми Середня освіта. Фізика та астрономія. Природознавство
 Предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)

Спеціальності 014 Середня освіта

Галузі знань 01 Освіта / Педагогіка

Ступеня вищої освіти магістра

Михальченка Михайла Юрійовича

Науковий керівник Думенко В.П., доцент кафедри фізики і методики
 навчання фізики, астрономії, доцент, кандидат технічних наук.

Розширена шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Голова Екзаменаційної комісії

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Члени Екзаменаційної комісії

(підпис)

(ініціали, прізвище)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Вінниця – 2024
АНОТАЦІЯ

Михальченко М.Ю. Організація наукового пошуку учнів-членів МАН на прикладі використання сонячної енергетики. Спеціальність - 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія), Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, 2024.

У роботі розглядаються основні аспекти організації наукового пошуку учнів-членів Малої академії наук (МАН) України, зокрема на прикладі впровадження проєктів, пов'язаних із використанням сонячної енергетики. Підкреслено значення впровадження інноваційних технологій та наукових підходів у навчальний процес, що сприяє розвитку дослідницьких здібностей та критичного мислення учнів.

Розглянуто методологію наукового пошуку, яка базується на використанні класичних та інноваційних методів дослідження, таких як проєктування міні-електростанції з використанням сучасних мікроконтролерів. Особлива увага приділяється міждисциплінарному підходу та використанню сучасних технологій, які дозволяють учням глибше зрозуміти фізичні основи сонячної енергетики та підвищити ефективність своїх наукових досліджень.

У ході роботи було розроблено проєкт сонячної міні-електростанції та проведено тестування двохкоординатної системи слідування за Сонцем для підвищення ефективності генерації енергії. На основі отриманих результатів розроблено методичні рекомендації для вчителів щодо організації наукового пошуку учнів в умовах сучасної школи.

Ключові слова: науковий пошук, сонячна енергетика, МАН, критичне мислення, мікроконтролери, інноваційні технології, методичні рекомендації.

ANNOTATION

Mykhalchenko M.Y. Organization of a scientific search for students – members of the National Academy of Sciences by example of the usage of solar energy. Specialty - 014.08 Secondary Education (Physics and Astronomy), Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsiubynskyi, Vinnytsia, 2024.

The paper discusses the main aspects of organizing the scientific research of students of the Junior Academy of Sciences (MAN) of Ukraine, specifically using the example of projects related to the implementation of solar energy. The importance of integrating innovative technologies and scientific approaches into the educational process is emphasized, which promotes the development of research skills and critical thinking in students.

The methodology of scientific research is considered, based on the use of classical and innovative research methods, such as the design of a mini solar power plant using modern microcontrollers. Special attention is paid to the interdisciplinary approach and the use of modern technologies, which allow students to gain a deeper understanding of the physical fundamentals of solar energy and enhance the efficiency of their scientific research.

In the course of the work, a project of a mini solar power plant was developed and testing of a dual-axis solar tracking system was conducted to improve energy generation efficiency. Based on the obtained results, methodological recommendations were developed for teachers on organizing students' scientific research in the context of modern schools.

Keywords: scientific research, solar energy, Junior Academy of Sciences, critical thinking, microcontrollers, innovative technologies, methodological recommendations.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА РОЗРОБКА СОНЯЧНОЇ МІНІ-ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ОСНОВІ СУЧАСНИЙ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ.....	8
1.1 Історія розвитку сонячної енергетики	8
1.2 Основні принципи роботи сонячних панелей.....	10
1.3 Сучасний стан і перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні та світі.....	17
1.4 ПРОЕКТУВАННЯ СОНЯЧНОЇ МІНІ-ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ І ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛERA НА БАЗІ ESP32	22
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	38
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВОГО ПОШУКУ В МАН.....	39
2.1 Структура та функції МАН.....	39
2.2 Методологія наукового пошуку учнів-членів МАН	43
2.3 Роль керівника в науковому пошуку учнів	45
2.4 Приклади успішних наукових проектів учнів МАН.....	48
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	53
Використання джерела	54

ВСТУП

Актуальність дослідження

Сонячна енергетика є однією з найперспективніших галузей відновлюваної енергетики, що дає можливість зменшити залежність від традиційних джерел енергії та мінімізувати шкідливий вплив на довкілля. У сучасних умовах глобальної енергетичної кризи та підвищеної уваги до питань екології, використання сонячних панелей стає все більш актуальним. В Україні, яка має значний потенціал для розвитку сонячної енергетики завдяки географічному розташуванню, впровадження новітніх технологій у цій галузі сприяє енергетичній незалежності та екологічній безпеці. Особливої уваги потребує розробка ефективних систем керування сонячними панелями з використанням сучасних мікроконтролерів, що дає можливість автоматизувати процес орієнтації панелей для максимально ефективного збору сонячної енергії. Такий підхід дає змогу значно підвищити продуктивність сонячних електростанцій та оптимізувати витрати на виробництво електроенергії. Але в зв'язку з новизною в цій галузі, система керування сонячною панеллю є актуальною і мало дослідженою. Тому тема дослідження є актуальною.

Мета та задачі дослідження

Теоретично обґрунтувати фізичні основи сонячної енергетики, розробити проєкт сонячної міні-електростанції з використанням сучасних мікроконтролерів, а також оцінити перспективи та переваги застосування двохкоординатних систем спостереження за Сонцем. Задля досягнення мети в роботі ставляться такі завдання:

1. Проаналізувати науково-технічну інформацію про стан і перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні і світі та фізичні основи для реалізації сонячних електростанцій.
2. Спроекувати і запрограмувати на основі мікроконтролера ESP32 систему керування сонячною панеллю для автоматизованого стеження за Сонцем.
3. Практично реалізувати проєкт сонячної міні-електростанції та оцінити переваги і перспективи використання двохкоординатної системи спостереження за Сонцем.
4. Розробити методичні рекомендації до реалізації наукових проєктів для учнів – членів МАН з дослідження напрямків альтернативної енергетики.

Об’єкт дослідження – сонячна енергетика та системи керування сонячними панелями.

Предмет дослідження – процеси розробки та програмування міні-електростанції на основі сучасних мікроконтролерів.

Методи дослідження – теоретичні методи аналізу літератури, методи проєктування та експериментальні дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів.

У роботі отримано такі наукові результати:

1. Спроековано і запрограмовано систему керування сонячною панеллю для автоматизованого стеження за Сонцем, що сприяє підвищенню ефективності збору сонячної енергії.
2. Розроблено проєкт сонячної міні-електростанції.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання отриманих результатів для створення малих електростанцій в умовах побутового споживання та підвищення енергонезалежності регіонів.

Апробація результатів дослідження. Результати досліджень, викладені у магістерській роботі, доповідались та обговорювались на таких конференціях:

1. *Астрономія і сьогодення* (Вінниця, 2024)

2. *Актуальні проблеми математики, фізики і комп'ютерних наук* (Вінниця, 2024)

Публікації. За результатами дослідження було опубліковано 2 статті у збірниках наукових праць. [17;18]

Структура і обсяг дипломної роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг дипломної роботи становить 54 сторінки, з яких основний зміст викладено на 53 сторінках, робота містить 18 рисунки, 1 таблицю. Список використаних джерел складається з 18 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА РОЗРОБКА СОНЯЧНОЇ МІНІ-ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ОСНОВІ СУЧАСНИЙ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ

1.1 Історія розвитку сонячної енергетики

Ранні відкриття та перші спроби використання сонячної енергії:

Вже у давні часи люди намагалися використовувати сонячне світло для задоволення своїх потреб. Наприклад, в Стародавньому Єгипті і Месопотамії будували храми і житлові будинки з орієнтацією на сонце, щоб максимально використовувати його світло і тепло. Стародавні греки та римляни також застосовували сонячні конструкції для обігріву будинків взимку. Відомо, що римські лазні часто використовували спеціальні вікна для акумуляції сонячного тепла.

У середньовіччі інтерес до використання сонячної енергії дещо знизився, проте в епоху Ренесансу, з розвитком науки і техніки, знову почали з'являтися ідеї щодо використання сонця. Наприклад, Леонардо да Вінчі пропонував використовувати сонячні дзеркала для концентрації сонячного світла з метою плавлення металів. Хоча його проєкти так і не були реалізовані, вони заклали основу для подальших досліджень у цій сфері.

У XVIII столітті, швейцарський вчений Горацій де Соссюр створив перший сонячний колектор у 1767 році. Він зазначав, що «сонячні промені можна використовувати для нагрівання води, що є практичним застосуванням сонячної енергії» [1].

Прорив у теоретичному розумінні стався в 1839 році, коли Александер Едмон Беккерель відкрив фотогальванічний ефект, який згодом став основою

для створення сучасних сонячних елементів. У цей час також розроблялися перші сонячні парові двигуни, як-от винахід Огюста Мушо в 1860-х роках. Його «двигун, що використовував сонячну енергію для створення пари, хоча й був інноваційним, виявився занадто дорогим для масового застосування» [2].

- Альберт Ейнштейн: У 1905 році Альберт Ейнштейн опублікував свою роботу про фотоефект, за яку він отримав Нобелівську премію з фізики у 1921 році. У своїй роботі він зазначав, що «фотоелектричний ефект дозволяє зрозуміти, як світло вибиває електрони з матеріалів, що стало основою для розвитку сонячних елементів» [3].

У 1954 році дослідники з Bell Labs створили перший кремнієвий сонячний елемент з ефективністю близько 6%. Це було важливе досягнення, адже «використання кремнію як основного матеріалу для сонячних елементів стало проривом для галузі» [4].

- Космічна ера: У 1958 році сонячні елементи були вперше використані на супутнику Vanguard 1, що продемонструвало їхню надійність та ефективність у космічних умовах.

- 1970-ті роки: Енергетична криза 1970-х років стимулювала інтерес до відновлюваних джерел енергії, включаючи сонячну енергетику. У цей період було розроблено багато нових технологій та методів виробництва сонячних елементів.

- 1980-ті роки: Почалося масове виробництво сонячних панелей, що призвело до зниження їх вартості та підвищення доступності для широкого кола споживачів.

У ХХІ столітті розвиток сонячної енергетики значно прискорився. Вартість виробництва панелей знизилася, а ефективність зросла. За словами дослідників, «сучасні сонячні елементи досягають ефективності понад 20%, що робить їх економічно привабливими для широкого застосування» [5]. Багато країн світу, включаючи США, Китай та Німеччину, активно

розвивають свої національні програми сонячної енергетики, створюючи умови для подальшого зростання галузі [6].

Крім того, сучасні сонячні панелі почали широко використовуватися не тільки на дахах будинків, але й у великих промислових масштабах, створюючи цілі сонячні парки. Дедалі більше країн включають сонячну енергію до своїх національних енергетичних стратегій, спрямованих на зниження залежності від викопних видів палива та зменшення викидів парникових газів.

- Глобальне впровадження: Сонячна енергетика активно впроваджується у всьому світі. Країни, такі як Китай, США, Німеччина та Індія, є лідерами у виробництві та встановленні сонячних панелей. Майбутні перспективи: Розвиток технологій зберігання енергії, таких як акумулятори, та інтеграція сонячної енергетики з іншими відновлюваними джерелами енергії відкривають нові можливості для подальшого зростання галузі. Історія розвитку сонячної енергетики демонструє довгий шлях від примітивного використання сонячного світла до сучасних високотехнологічних рішень. Відкриття та розробки в цій сфері не лише змінили спосіб, у який людство використовує енергію, але й відкрили нові можливості для сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. Це робить сонячну енергетику однією з найбільш перспективних галузей для наукових досліджень та інновацій, включаючи дослідження, які можуть проводити учні в рамках діяльності МАН.

1.2 Основні принципи роботи сонячних панелей

Фотогальванічні комірки (сонячні елементи) - це Основний компонент сонячної батареї, який безпосередньо перетворює сонячне світло на електричну енергію. Зазвичай фотоелектричний елемент виготовляється із кремнію або інших напівпровідникових матеріалів.

Сонячна панель складається з кількох ключових компонентів:

1. *Скло або пластикова оболонка.* Захист для фотоелектричного елемента від впливу зовнішніх факторів, таких як дощ, вітер і пил. Це також дозволяє сонячному світлу проникати всередину панелі.
2. *Задня пластина.* Підтримує структуру сонячної батареї та надає електричне з'єднання між фотоелектричними елементами.
3. *Контактні проводи.* Переносять зібрану електричну енергію від фотоелектричних елементів до електричних пристроїв або систем зберігання енергії.
4. *Захисна рама або елементи кріплення.* Забезпечують міцність і захист для сонячної батареї при установці на даху будівлі або на інших платформах [7].

Основний принцип роботи сонячних панелей базується на використанні фотогальванічного ефекту, який був відкритий у 1839 році Олександром Едмоном Беккерелем. Цей ефект описує явище, коли світло викликає утворення електричного струму в матеріалі. Коли сонячні промені потрапляють на цей напівпровідник, то він починає нагріватися, частково поглинаючи виділену від променів енергію. Фотони світла «вибивають» електрони з загальної атомної структури напівпровідника, і вільні електрони формують заряд. Загалом, кожна з комірок не є суцільним сегментом кремнію, а по суті складається з двох шарів. Проте навіть цього не буде достатньо для створення повноцінного електричного поля, оскільки в чистому вигляді кремній не є надто хорошим провідником. Тож для формування позитивного та негативного заряду кремнієвих шарів, додатково домішують сторонні речовини. Верхній шар кремнію насичується фосфором,

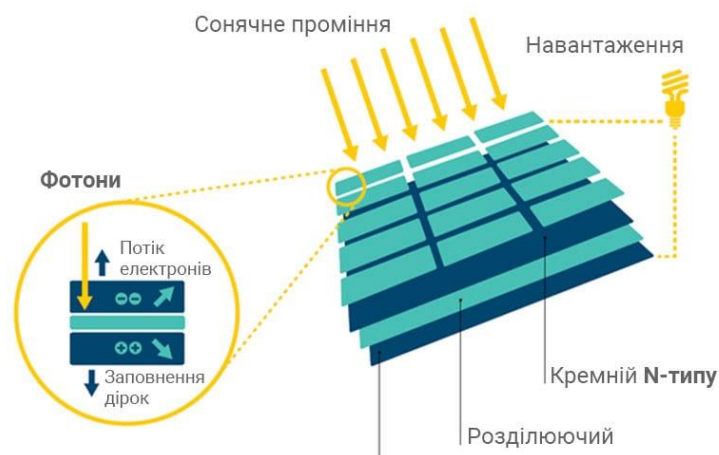


Рис 1.1 Зображення процесу які проходять в сонячній панелі

який додає йому зайві електрони з негативним зарядом. Тож цей шар отримав назву n-тип (negative). В той час нижній сегмент насичується бором, що зменшує кількість електронів і формує позитивний заряд. Такий кремній отримав назву p-типу. Внаслідок цього, між кремнієвими шарами формується електричне поле. І як вже було сказано вище, коли фотон сонячного світла вибиває вільний електрон, електричне поле виштовхує його із з'єднання кремнію. Так формується струм. Тип такого провідника отримав назву P-N [8].

Матеріали для фотогальванічних комірок:

1. *Монокристалічний кремній:* Цей тип кремнію має зареєстровану лабораторну ефективність однієї комірки 26,7%. Це означає, що він має найвищу підтверджену ефективність перетворення серед усіх комерційних фотоелектричних технологій [9].
2. *Полікристалічний кремній:* Полікристалічні сонячні панелі зазвичай мають нижчу ефективність, ніж варіанти монокристалічних осередків, оскільки в кожній осередку набагато більше кристалів, що означає меншу свободу для руху електронів. Завдяки спрощеному процесу виготовлення ці панелі в середньому мають нижчу ціну. Крім того, полікристалічні сонячні панелі, як правило, мають блакитний відтінок замість чорного відтінку монокристалічних сонячних панелей. Оскільки вони менш ефективні, ніж інші панелі, вам знадобиться більше для забезпечення електрикою вашого будинку, але їх індивідуальна вартість нижча [10].
3. *Тонкоплівкові матеріали:* Це новітні технології, які використовують різні матеріали, такі як кадмій-телурид (CdTe) або мідно-індій-галій-



Рис. 1.2 Зображення сонячних панелей

селенід (CIGS). це легкі, тонкоплівкові панелі, на виготовлення яких беруть a-Si некристалічний кремний аморфний, що характеризується лише ближньою впорядкованістю структури. Для виробництва однакової кількості електрики панелей з аморфного кремнію знадобиться більше, ніж монокристалічних [11].

Ефективність сонячних панелей визначає, яка частка сонячного світла, що потрапляє на їхню поверхню, перетворюється на електричну енергію.

На ефективність впливає кілька факторів:

1. Вибір якісного та високотехнологічного обладнання, узгодження його за характеристиками.
2. Втрати у проводці, інверторі та контролері.
3. Швидкість деградації під час експлуатації.
4. Вибір місця встановлення та професійний монтаж.
5. Орієнтація модулів - у південному, південно-східному, південно-західному напрямку вироблення буде максимальною.
6. Правильний кут нахилу панелей з урахуванням координат сонця.
7. Якість сервісного обслуговування.

До інших важливих факторів відносяться природні, такі як

- I. Географічне положення
- II. Спектр та інтенсивність інсоляції.
- III. Погода - в дощ, снігопад та в похмуру погоду генерація зменшується.
- IV. Тривалість дня - взимку кількість сонячних годин менше, ніж влітку.
- V. Пора року - у міжсезоння вироблення електроенергії максимальне, оскільки освітленість і температура повітря перебувають у оптимальному співвідношенні.
- VI. Температура навколишнього середовища та її вплив на нагрівання панелі – влітку генерація може знизитися через спеку та надмірне нагрівання модулів.

З усіх груп факторів, від яких залежить ККД, є ті, на які ми не можемо вплинути — це кліматичні особливості в місці розташування СЕС [11].

Сонячна енергетика - це один із найперспективніших альтернативних методів отримання електричної енергії. По-перше, джерела випромінювання (термоядерні реакції на Сонці) є невичерпними. По-друге, сонячні панелі характеризуються довговічністю, міцністю та безпечністю для довкілля [12].

Сонячна енергетика має безліч переваг і потенціалу, але, як і будь-яка технологія, вона стикається з певними викликами. Нижче наведено детальніший опис ключових аспектів сонячної енергетики, що враховує її переваги та недоліки.

Переваги сонячної енергетики

1. *Вічне джерело енергії:* Сонце є практично невичерпним джерелом енергії, яке випромінює достатню кількість енергії для забезпечення потреб людства. Навіть використання невеликої частки цього випромінювання може значно зменшити залежність від викопних видів палива, що мають обмежені запаси. Це робить сонячну енергетику надійним довгостроковим рішенням, що гарантує стабільність енергопостачання.

2. *Глобальна доступність:* Сонячна енергія доступна в усіх регіонах планети, хоча її інтенсивність варіюється залежно від географічного розташування та погодних умов. Ця універсальність дозволяє використовувати сонячні панелі як у пустелях з високою сонячною активністю, так і в помірних широтах. Це особливо важливо для країн, що прагнуть до енергетичної незалежності, або регіонів, де встановлення традиційних енергетичних мереж є ускладненим.

3. *Екологічна безпека:* Сонячна енергетика є екологічно чистою альтернативою традиційним джерелам енергії. Під час виробництва електроенергії сонячні панелі не виділяють парникових газів, таких як вуглекислий газ (CO_2), що робить їх важливим інструментом у боротьбі зі зміною клімату. Це знижує екологічне навантаження на природу та сприяє

покращенню загальної екологічної ситуації, зменшуючи забруднення повітря, води та ґрунту.

4. *Енергонезалежність і автономність*: Використання сонячних панелей дозволяє країнам і спільнотам знижувати свою залежність від імпорту викопного палива, що підвищує енергетичну безпеку. Сонячні установки можуть бути використані для створення автономних систем живлення, особливо у віддалених місцевостях, де відсутні або нестабільні централізовані електромережі. Це дає змогу забезпечувати електроенергією навіть ізольовані громади та критичні інфраструктури.

5. *Економічні вигоди*: Встановлення сонячних панелей дозволяє значно знизити витрати на електроенергію. Хоча початкові витрати можуть бути високими, довгострокові фінансові переваги проявляються у зменшенні рахунків за електроенергію. Додатково, якщо система генерує більше енергії, ніж споживається, надлишок може бути проданий до загальної електромережі, забезпечуючи додатковий дохід. Панелі також мають мінімальні витрати на обслуговування, оскільки не містять рухомих частин і потребують лише регулярного очищення.

6. *Гнучкість та масштабованість*: Сонячні системи можна адаптувати до будь-яких потреб — від невеликих домашніх установок до великих промислових сонячних електростанцій. Ця масштабованість робить їх доступними для різних сегментів ринку та сприяє поступовому збільшенню потужностей, залежно від потреб користувачів.

Недоліки сонячної енергетики

1. *Залежність від погодних умов*: Продуктивність сонячних панелей залежить від доступності сонячного світла. У похмуру погоду, під час дощів чи взимку, коли дні коротші, вироблення енергії значно знижується. У нічний час панелі не виробляють енергію, що вимагає використання систем

накопичення енергії, таких як акумуляторні батареї, або додаткових джерел енергопостачання.

2. *Високі початкові витрати:* Одним із головних бар'єрів для впровадження сонячних технологій є значні початкові інвестиції. До них входять витрати на купівлю сонячних панелей, інверторів, монтажних систем і акумуляторних батарей. Це може бути особливо проблематично для країн із середнім і низьким рівнем доходу, де такі витрати можуть виявитися непосильними.

3. *Вартість зберігання енергії:* Акумуляторні системи, що використовуються для зберігання енергії для нічного часу або періодів низького освітлення, коштують дорого та мають обмежений термін служби. Це додає до загальної вартості експлуатації та потребує періодичного оновлення, що може збільшувати витрати.

4. *Вимоги до площі:* Для розміщення великої кількості сонячних панелей потрібна значна площа. У міських та густонаселених районах це може бути проблемою, оскільки доступна земля обмежена і часто конкурує з іншими потребами, такими як будівництво або сільське господарство.

5. *Вплив на навколишнє середовище під час виробництва:* Виробництво сонячних панелей включає використання певних хімічних речовин та матеріалів, які можуть мати шкідливий вплив на навколишнє середовище. Хоча технології постійно вдосконалюються для мінімізації цього впливу, питання утилізації відпрацьованих панелей залишається актуальним, оскільки в них містяться токсичні компоненти.

6. *Обмежений термін служби:* Сонячні панелі мають обмежений термін служби, зазвичай від 25 до 30 років, протягом якого їх ефективність поступово знижується. З роками панелі можуть втратити до 20% своєї початкової потужності. Крім того, інвертори та батареї мають ще коротший термін служби та потребують періодичної заміни.

7. *Нестабільність ринку та технологічний розвиток:* Ринок сонячної енергетики може бути непередбачуваним через коливання цін на матеріали та обладнання. Швидкий розвиток технологій може призвести до того, що певні рішення застаріють, що вимагає модернізації та додаткових інвестицій.

8. *Обмежена ефективність у певних кліматичних умовах:* У регіонах із частими хмарними днями, тривалими зимовими періодами або високими показниками вологості продуктивність сонячних панелей може бути значно нижчою. У місцевостях зі сніговими покривами світло, що відбивається від снігу, може додатково знижувати ефективність роботи панелей.

1.3 Сучасний стан і перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні та світі

Глобальний розвиток сонячної енергетики:

У 2023 році сонячна енергія стрімко зростає. Об'єм сонячних установок зріс на рекордні 147 ГВт – зі 199 ГВт у 2022 році до 346 ГВт у 2023 році. Це означало, що у 2023 році було встановлено на 74% більше сонячної енергії, ніж у 2022 році, що є найшвидшим відсотковим зростанням з 2011 року. Майже три чверті всі відновлювані потужності, побудовані в 2023 році, були сонячними. У 2023 році додавання вітрової енергії також зросло на значні 51%, що становить ще одну чверть відновлюваних потужностей у 2023 році. Після двох років уповільнення зростання у 2023 році було встановлено новий рекорд збільшення вітрової потужності, побивши попередній рекорд, встановлений у 2020 році. додатків було втричі більше, ніж вітру, що зробило сонячну енергію безсумнівним лідером революції чистої електроенергії. Кількість гідроустановок впала до найнижчого рівня з 2001 рокух [13]. Лідери у сфері сонячної енергетики: Китай лідирує. У 2023 році вона встановила на 55% більше сонячних потужностей, ніж у попередньому році, порівняно з 12% у G7 та 5,9% у решті світу. У 2023 році обсяг вітрової

потужності Китаю зріс на 21%, порівняно з 4,5% для G7 та 5,3% для решти світу. У 2023 році на Китай припало 63% сонячної енергії в усьому світі та 65% вітру. Це рекордно висока частка та значне збільшення порівняно з встановленням 43% глобальних сонячних установок у 2022 році та 48% вітрових. Китай відіграв ключову роль у глобальному розгортанні вітрової та сонячної енергетики, тоді як вартість цих технологій знизилася із зростанням впровадження, що зробило їх найдешевшим джерелом електроенергії. Лише за січень-березень 2024 року Китай додав ще 45,74 ГВт нових сонячних потужностей (порівняно з 12,08 ГВт минулого року) і 15,5 ГВт вітрових, згідно з даними Національного енергетичного управління (NEA) Китаю. Це дає більше впевненості в тому, що сплеск відновлюваних потужностей у 2023 році продовжиться [13]. Технологічний розвиток: Сучасні технології дозволяють підвищити ефективність сонячних панелей, зокрема за рахунок використання перовськітів, багатошарових комірок, і новітніх матеріалів. Розробляються також нові типи інверторів та систем зберігання енергії, що підвищують надійність і продуктивність сонячних електростанцій.

Економічні аспекти:

Вартість виробництва електроенергії за допомогою сонячних панелей суттєво знизилася за останні роки. Це стало можливим завдяки масовому виробництву, технологічним інноваціям та масштабуванню галузі. У деяких регіонах собівартість сонячної енергії є конкурентоспроможною навіть порівняно з викопними джерелами енергії. Інвестиції в сонячну енергетику продовжують зростати. У 2022-2023 роках, багато міжнародних компаній та фінансових установ збільшили фінансування проєктів у сфері відновлюваної енергетики, включаючи сонячну.

Сучасний стан сонячної енергетики в Україні

Сонячна енергетика є відносно новою галуззю в Україні. При цьому темпи її розвитку є надзвичайно високими, у порівнянні з іншими секторами вітчизняної економіки. Так, за підсумками 2021 року на сонячну енергетику в Україні припало понад 5% загального виробництва електроенергії. Вся

територія нашої держави є придатною для розташування сонячних електростанцій. При цьому найбільш сприятливими для цього є південні регіони України (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька та частина Донецької області, АР Крим), де сьогодні зосереджено понад 60% промислових СЕС. Станом на кінець 2021 року сумарна потужність сонячних електростанцій склала 6320 МВт (без урахування тих, що знаходяться на тимчасово окупованих територіях). За підсумками останніх років наша держава мала одні з найвищих темпів розвитку сонячної енергетики в Європі. Однак вторгнення агресора завдало значних збитків галузі. Дві третини СЕС в Україні розташовані на півдні, де сьогодні йдуть активні бойові дії. За різними оцінками, понад 30% сонячних електростанцій на окупованих територіях, а це приблизно 1120-1500 МВт встановленої потужності, зазнали руйнувань. Крім того, зруйновано більше 25% непромислових (приватних) СЕС [14].

Таблиця 1.1 Найбільші Українські сонячні станції

Назва	Потужність, МВт	Площа, га
Покровська сонячна електростанція	240	437
Нікопольська сонячна електростанція	200	400
Сонячна електростанція "Яворів-1"	72	115
Кам'янець-Подільська сонячна електростанція	63,8	110
СЕС Tokmak Solar Energy	50	96,4
Дунайська сонячна електростанція	43,14	80
Старокозача сонячна	43	80

електростанція		
СЕС Терновиця	20	12
СЕС Modus Group	14	18,3
Калинівська сонячна електрос	13.5	20.22

Державна підтримка:

Зелений тариф:

Україна запровадила так званий "зелений тариф" для стимулювання розвитку відновлюваної енергетики, що передбачає підвищену оплату за електроенергію, вироблену з відновлюваних джерел, включаючи сонячні електростанції. Цей механізм став потужним драйвером для зростання галузі.

Державні програми підтримки:

Держава також впроваджує програми грантів та пільгових кредитів для стимулювання установки сонячних панелей на домогосподарствах та підприємствах.

Виклики та обмеження:

Одна з ключових проблем — недостатньо розвинена енергетична інфраструктура, яка не завжди здатна інтегрувати великі обсяги сонячної енергії у загальну мережу. Це викликає труднощі з балансуванням енергосистеми.

Недавні зміни в законодавстві, які стосуються зниження зеленого тарифу, можуть вплинути на привабливість нових інвестицій у сектор сонячної енергетики.

Перспективи розвитку сонячної енергетики

Технологічні інновації:

Нові матеріали: Розробка нових матеріалів, таких як перовськіти, обіцяє суттєво підвищити ефективність та знизити вартість виробництва сонячних панелей. Це дозволить зробити сонячну енергію ще більш доступною.

Інтелектуальні системи управління: Використання штучного інтелекту та систем прогнозування для управління сонячними електростанціями дозволить оптимізувати виробництво і споживання енергії, підвищуючи ефективність використання ресурсів.

Інтеграція з іншими джерелами енергії:

Гібридні системи: Поєднання сонячної енергетики з іншими джерелами, такими як вітрова енергія або гідроелектростанції, дозволить зменшити залежність від погодних умов та забезпечити стабільне енергопостачання.

Зберігання енергії: Розвиток технологій зберігання енергії, таких як батареї, гравітаційні або гідравлічні системи, дозволить зберігати надлишкову сонячну енергію для використання у нічний час або в періоди низької інсоляції.

Розширення ринку:

Нові ринки: Зростаючий попит на сонячну енергію у країнах з розвинутою економікою та країнах, що розвиваються, відкриває нові можливості для експорту технологій та послуг. Африка, Південно-Східна Азія та Латинська Америка демонструють великий потенціал для розвитку сонячної енергетики.

Розвиток локальних виробництв: У багатьох країнах спостерігається тенденція до створення власних виробничих потужностей для виготовлення сонячних панелей та іншого обладнання, що зменшує залежність від імпорту та сприяє створенню робочих місць.

Підвищення енергоефективності:

Будівельна інтеграція: Інтеграція сонячних панелей у будівельні матеріали, такі як дахи або фасади, дозволить створювати енергоефективні будівлі, що самі себе забезпечують електроенергією.

Розвиток "розумних" міст: Концепція "розумних" міст, які використовують новітні технології для оптимізації енергоспоживання та мінімізації викидів, включає активне використання сонячної енергії.

1.4 ПРОЕКТУВАННЯ СОНЯЧНОЇ МІНІ-ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ І ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРА НА БАЗІ ESP32

Основною метою є висвітлення практичних аспектів проектування, встановлення та експлуатації міні сонячних електростанцій, які призначені для власного споживання електроенергії. Особлива увага приділяється економічній ефективності та екологічним перевагам таких установок, зокрема їхньому внеску в зменшення шкідливих викидів.

На етапі планування необхідно розробити чіткий план дослідження, що включає:

1. *Оцінка доступності ресурсів:* Необхідно визначити бюджет проекту, знайти доступні компоненти (сонячні панелі, акумулятори, інвертори) та розробити план розміщення.
2. *Моделювання електростанції:* За допомогою комп'ютерних програм (наприклад, PVsyst або Helioscope) учні можуть змоделювати роботу майбутньої електростанції, оцінити її потенційну продуктивність та передбачити можливі втрати енергії.
3. *Вимірювання продуктивності:* Після встановлення панелей проводяться регулярні вимірювання кількості отриманої енергії залежно від погоди, часу доби та сезону. Використовуються прилади для моніторингу потужності (ватметри) та акумулятори для збереження енергії.
4. *Експерименти з ефективністю:* Є можливість проводити тести щодо впливу забруднень, температури та інших факторів на ефективність

роботи панелей. Це дозволить оптимізувати продуктивність системи та запропонувати рішення для поліпшення роботи електростанції.

Основні компоненти сонячної міні електростанції

1. Монокристалічна панель потужністю 325 Вт: Монокристалічні сонячні панелі відомі своєю високою ефективністю та тривалим терміном служби. Вони використовуються для конвертації сонячної енергії в електричну, що дозволяє отримати стабільне енергопостачання протягом року. Потужність у 325 Вт робить цю панель оптимальною для міні електростанції, оскільки вона здатна забезпечувати достатню кількість енергії для побутових потреб.
2. Акумулятор 12 В 9 А/год: Акумулятор є важливою складовою міні електростанції, оскільки він дозволяє накопичувати електроенергію, яку виробляє сонячна панель вдень, для подальшого використання вночі або в періоди низької сонячної активності. Акумулятор ємністю 9 А/год при напрузі 12 В підходить для зберігання достатньої кількості енергії, щоб забезпечити енергією власні потреби.
3. Двохосьова система слідування за положенням сонця була є ключовою інновацією в проєкті міні електростанції. Було створено друковану плату на базі esp32 для оптимальних розмірів плати і якості роботи. Плата керування дозволяє панелям автоматично налаштовуватись під оптимальний кут для максимального поглинання сонячного світла. Ця система використовує спеціальні алгоритми для визначення положення сонця в залежності від часу доби та пори року, що підвищує ефективність на 25-35% порівняно з фіксованими панелями.



Рис. 1.3 Зображення головної плати керування

Позначення на платі

GND – “Земля” “-”

+3.3V – Живлення 3.3В “+”

IN_+24V – Вхідне живлення 12-45В

GER_1 – кінцевий вимикач "300 градусів"

GER_2 – кінцевий вимикач "Північ"

ANEM – Підключення Анеометра

m_g_s – керування горизонтальним мотором до кінцевого вимикача "300 градусів"

m_g_s – керування горизонтальним мотором до кінцевого вимикача "Північ"

m_v_s , m_v_r – керування вертикальним мотором

GND, White, Green, +12V – Підключення оптичного енкодера

GND, RX_GPS, TX_GPS, +3.3V – Підключення GPS

GND, SCL, SDA, +3.3V – Підключення MPU6050

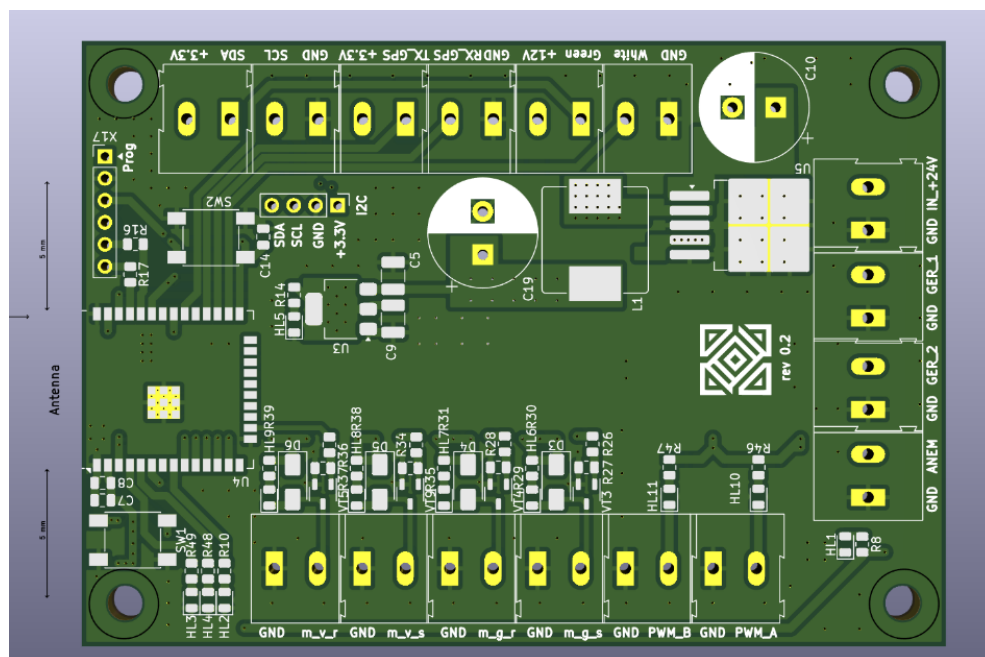


Рис. 1.4 Зображення 3D моделі друкованої плати

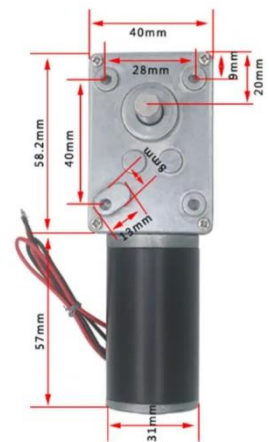
4. Плата зарядки акумулятора XL4016E1: регулює процес зарядки та захищає батарею від перевантаження. Вона оптимізує процес передачі енергії від панелі до акумулятора, забезпечуючи безпечну експлуатацію системи та продовжуючи термін



Рис. 1.5 Імпульсний знижувальний перетворювач 300W DC-DC

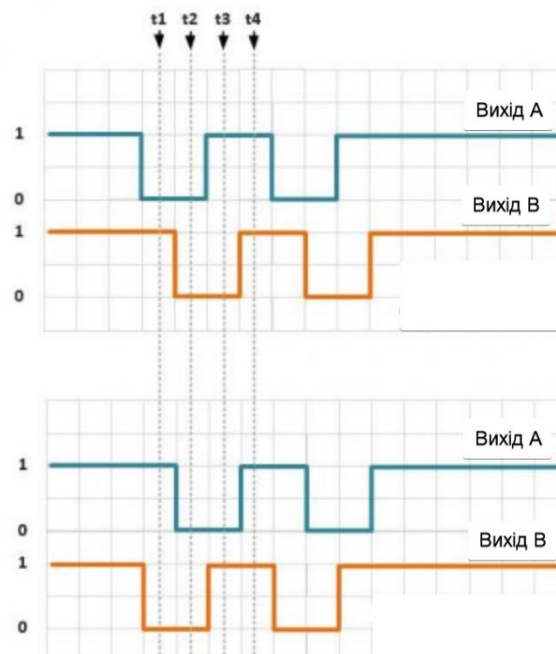
служби акумулятора. Імпульсний знижувальний перетворювач 300W DC-DC призначений для зміни вихідної напруги. За допомогою цього модуля можна регулювати не тільки вхідну напругу, але й силу струму. Зміна вихідних параметрів понижувального перетворювача відбувається за допомогою багатооборотних підстроєних резисторів. Розміри перетворювача досить малі, тому його можна використовувати в малогабаритних пристроях. Застосовувати цей конвертер напруги можна як драйвер потужних світлодіодів, зарядний пристрій акумуляторів із великою ємністю тощо.

5. Електродвигуни використовуються для обертання панелей навколо двох осей — горизонтальної та вертикальної. Ця система дозволяє панелям слідкувати за рухом сонця протягом дня, забезпечуючи їхню оптимальну орієнтацію для максимального поглинання сонячної енергії.



6. Енкодер оптичний інкрементний є важливою частиною керуючої системи, яка дозволяє точно визначати кут повороту панелей та забезпечує їхнє правильне позиціонування відповідно до руху сонця. Це гарантує стабільну роботу системи та ефективне використання енергії. Оптичний інкрементний

Рис. 1.6 Мотор для керування по горизонталі



Послідовність за часовою стрілкою

	A	B
t1	0	1
t2	0	0
t3	1	0
t4	1	1

оптичний

Послідовність проти часової стрілки

	A	B
t1	1	0
t2	0	0
t3	0	1
t4	1	1

Рис. 1.8 Зображення роботи оптичного енкодера

енкодер працює на основі диска з проміжними прорізами та фотодатчика. Коли диск обертається, фотодатчик вловлює проходження світла через прорізи, генеруючи серію імпульсів, як показано на діаграмах.

Оптичний інкрементний енкодер працює за рахунок двох виходів, які створюють сигнали з певним зміщенням один відносно одного.

Послідовність сигналів при обертанні за годинниковою стрілкою:

Вихід А та вихід В формують сигнали, які зсуваються у фазі. Це фазове зміщення дозволяє точно визначити напрямок обертання: якщо сигнал виходу А випереджає сигнал виходу В, система розуміє, що обертання відбувається за годинниковою стрілкою. На діаграмі ви бачите, що при моменті t_1 вихід А встановлюється в 1, тоді як вихід В залишається в 0, що вказує на напрямок обертання.

Послідовність сигналів при обертанні проти годинникової стрілки:

У випадку зворотного обертання (проти годинникової стрілки), вихід В випереджає вихід А. Це чітко показано на другій частині діаграми на момент t_1 вихід В встановлюється в 1, а вихід А в цей час знаходиться в 0, що допомагає визначити зворотний напрямок обертання.

Фазове зміщення 90 градусів:

Сигнали з фазовим зміщенням в 90 градусів дозволяють енкодеру не лише обчислювати напрямок, але й розраховувати кут обертання. Кожен перехід між станами (0 на 1 або навпаки) відповідає певному куту повороту, і таким чином, підрахунок імпульсів з виходів А та В дозволяє точно визначати кутове положення панелі.

Кількість імпульсів використовується для визначення кута обертання панелі. Завдяки цьому, система може точно контролювати положення панелі, забезпечуючи її оптимальну орієнтацію на Сонце. Інтеграція енкодера в систему дозволяє здійснювати високоточне керування моторами для підтримання правильної орієнтації панелі протягом усього дня.

7. Датчик MPU6050 являє собою 3-х осьовий гіроскоп і 3-х осьовий акселерометр в одному корпусі.

Гіроскоп вимірює кутову швидкість обертання навколо осі, умовно градусів/секунду. Якщо датчик лежить на столі – по всіх трьох осях буде значення близько нуля. Для знаходження поточного кута за швидкістю потрібно інтегрувати цю швидкість.



Рис. 1.9 MPU6050

Гіроскоп може трохи прибрехати, тому орієнтуватися на нього для розрахунку поточного кута не вийде навіть за ідеального калібрування. *Акселерометр* вимірює прискорення вздовж осі, умовно в метрах/секунду/секунду. Якщо датчик лежить на столі або рухається з постійною швидкістю, то на осі буде спроектовано вектор сили тяжіння. Якщо датчик рухається з прискоренням – до прискорення вільного падіння отримаємо складові вектора прискорення. Якщо датчик знаходиться у вільному падінні (у тому числі на орбіті планети) – величини прискорень по всіх осях дорівнюватимуть 0. Знаючи проекції вектора сили тяжіння можна з високою точністю визначити кут нахилу датчика щодо нього (привіт, шкільна математика). Якщо датчик рухається – однозначно визначити напрямок вектора сили тяжіння не вийде, відповідно кут теж. Цей датчик вимірює орієнтацію панелей у просторі, забезпечуючи стабільне та точне позиціонування. MPU-6050 дозволяє контролювати нахил панелей, що є важливим для корекції руху при сильному вітрі або інтенсивних погодних умовах.

8. NEO-6M GPS датчик є одним із популярних модулів для отримання координат та часу з супутників глобальної системи позиціонування (GPS). Цей датчик використовується для підвищення точності автоматизації керування системою, зокрема для визначення поточного місцезнаходження сонячної панелі і корекції її



Рис. 1.10 Зображення MPU6050

орієнтації відповідно до положення Сонця. Основні характеристики NEO-6M GPS. Модуль NEO-6M забезпечує високу точність визначення координат та часу, що робить його ідеальним для різноманітних застосувань у сфері автоматизації. Він підтримує зв'язок через інтерфейс UART, що дозволяє легко підключити його до мікроконтролерів, таких як Arduino чи ESP32. GPS-датчик здатний працювати навіть при низьких рівнях сигналу, забезпечуючи надійне отримання даних навіть у складних умовах. Підключення та інтеграція з мікроконтролером. Для інтеграції NEO-6M GPS з мікроконтролером потрібно підключити живлення, заземлення, а також сигнали передачі і прийому (TX та RX). Після цього мікроконтролер може зчитувати дані про широту, довготу, висоту та час. Це дозволяє оптимізувати процес слідування сонячної панелі за Сонцем, оскільки можна враховувати географічне положення та поточний час для максимально точної орієнтації. Переваги використання NEO-6M GPS у проекті. Використання GPS-модуля дозволяє автоматично враховувати зміну положення Сонця в залежності від географічного розташування. Це зменшує залежність від локальних датчиків освітленості, підвищуючи точність і ефективність системи. Крім того, використання NEO-6M GPS спрощує процес налаштування системи при її переміщенні або встановленні в іншому місці.

Реалізація та ефективність двохосьової платформи

Проектування та реалізація двохосьової платформи значно підвищує ефективність використання сонячної енергії. Завдяки цьому рішення міні електростанція здатна працювати з максимальною продуктивністю в різних умовах освітлення. Налаштування системи слідування за сонцем забезпечує, що панель завжди розташована під оптимальним кутом до сонця, що підвищує ефективність на 25-35%. Завдяки двохосьовій



Рис. 1.11 Зображення сонячної міні-електростанції

платформі, панелі здатні слідувати за положенням Сонця протягом усього дня, забезпечуючи максимальний рівень генерації енергії.

Практичні аспекти встановлення та експлуатації

Для встановлення сонячної міні електростанції необхідно підготувати детальний план розміщення компонентів, враховуючи наявні природні та технічні умови:

Вибір місця для установки:

Вибір відповідного місця для встановлення сонячних панелей є першим і надзвичайно важливим кроком у процесі створення сонячної міні електростанції. Панелі слід розміщувати на відкритих ділянках або дахах будівель, які не затінюються деревами, сусідніми спорудами або іншими об'єктами протягом дня. Відсутність затінення забезпечує максимальне попадання сонячного світла на поверхню панелей, що безпосередньо впливає на ефективність перетворення сонячної енергії в електричну. Крім того, важливо враховувати нахил поверхні та орієнтацію панелей — вони повинні бути розташовані під оптимальним кутом, щоб забезпечити максимальну генерацію енергії впродовж усього року, з урахуванням зміни положення Сонця.

Монтаж системи стеження за сонцем:

Монтаж двохосової системи стеження за сонцем потребує особливої уваги до точності встановлення. Висока точність монтажу є критичною, оскільки вона визначає ефективність роботи всієї системи. Двохосова система слідування дозволяє панелям адаптуватися до зміни положення Сонця протягом дня, що значно збільшує обсяг зібраної енергії. Якість калібрування датчиків, які відповідають за контроль положення панелей, має вирішальне значення для забезпечення точності орієнтації. Неправильне калібрування або неякісний монтаж може призвести до зменшення ефективності системи або навіть до її виходу з ладу. Тому процес встановлення системи стеження за сонцем має виконуватися відповідно до

рекомендацій виробників, а також з використанням високоякісних матеріалів та інструментів.

Експлуатація та технічне обслуговування:

Для забезпечення довготривалої ефективності та надійності роботи сонячної міні електростанції необхідно забезпечити регулярне обслуговування. Це включає кілька важливих процедур, таких як очищення панелей від пилу, бруду, листя та інших забруднень, які можуть зменшувати їхню продуктивність. Панелі мають бути чистими, щоб сонячне світло максимально ефективно досягало фотоелементів. Крім очищення, важливо періодично перевіряти справність акумуляторів, оскільки вони є невід'ємною частиною системи зберігання енергії. Акумулятори повинні зберігати енергію ефективно та мати тривалий термін служби, тому їх стан потрібно регулярно моніторити.

Регулярна діагностика електродвигунів і датчиків, які використовуються в системі стеження за сонцем, є ще одним важливим аспектом технічного обслуговування. Ці компоненти забезпечують правильне позиціонування панелей протягом дня, і будь-які несправності можуть призвести до втрати ефективності. Крім того, для запобігання можливим поломкам, необхідно контролювати стан кріплень і механічних частин конструкції, які можуть піддаватися зносу або впливу погодних умов. Вчасно проведене технічне обслуговування дозволяє уникнути дорогого ремонту та забезпечує стабільну роботу системи на довгі роки.

Розробка конструкції та підбір комплектуючих:

Для створення платформи було розроблено детальні креслення конструкції, які включають кріплення для плат, моторів, датчиків та інших компонентів. Проектування конструкції враховувало доступність матеріалів, їхню стійкість до погодних умов, а також легкість в експлуатації та технічному обслуговуванні. Під час вибору комплектуючих, таких як акумулятори, електродвигуни, контролери, головна увага приділялася їхній надійності, простоті інтеграції в систему, ефективності та вартості.

Перевага надавалася компонентам з тривалим терміном служби та мінімальними вимогами до обслуговування, що дозволяє зменшити операційні витрати та збільшити загальну ефективність системи. Кріплення для плат і моторів було розроблено таким чином, щоб забезпечити максимальну стійкість всієї платформи і водночас дозволити легкий доступ до компонентів для проведення технічного обслуговування. Це дає можливість оперативно виконувати ремонт або заміну окремих частин без необхідності розбирання всієї конструкції.

Алгоритм керування сонячною панеллю

При подачі живлення, керуюча плата здійснює спробу підключення до мережі Wi-Fi. Якщо підключення успішне, дані про успішне калібрування надсилаються через Telegram-бот для зручності користувача.

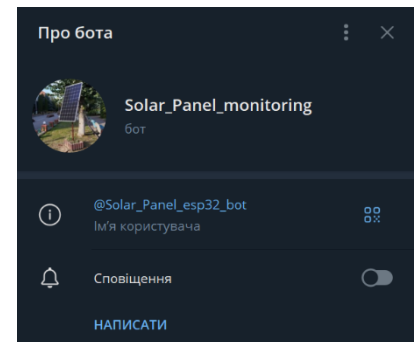


Рис. 1.12 Зображення Telegram-бота

Далі плата очікує на дані від GPS-модуля. Якщо GPS-сигнал відсутній, панель зупиняється та не рухається далі, що дозволяє уникнути непотрібних помилок у позиціонуванні. Незважаючи на це, система залишається доступною для ручного керування через веб-інтерфейс. Після отримання даних від GPS починається процес калібрування панелі.

Процес калібрування проходить так:

Живлення подається на мотор горизонтальної осі до моменту спрацювання кінцевого вимикача "Триста градусів". Це означає, що панель досягла максимально можливої точки обертання в одному напрямку.

Після цього алгоритм змінює полярність живлення та починає обертати панель у протилежному напрямку, одночасно рахуючи сигнали з оптичного енкодера до моменту спрацювання кінцевого вимикача "Північ".



Рис. 1.13 Зображення вимикача

При спрацюванні вимикача “Північ” алгоритм вираховує скільки потрібно сигналів на один градус повороту панелі. Цей коефіцієнт буде використовуватися при керування мотора “Горизонт”

$$K = \frac{N}{300} \quad (1)$$

де K – коефіцієнт енкодера

N – кількість сигналів енкодера

Цей коефіцієнт буде використовуватися для точного керування мотором горизонтальної осі, щоб забезпечити правильне положення панелі відносно сонця.

Керування панеллю після калібрування

Після завершення калібрування, плата за даними широти, довготи та поточного часу розраховує висоту та азимут Сонця. Якщо на момент завершення калібрування висота Сонця перевищує 5 градусів, а азимут — менше 295 градусів, система переходить до активного керування моторами. Щоб запобігти надмірній активації моторів, алгоритм допускає відхилення у 3 градуси між розрахованими значеннями кутів та фактичними вимірюваннями з енкодера і датчика MPU6050.

Кожного ранку, коли кут висоти Сонця досягає 1 градуса, автоматично виконується процес калібрування панелі, щоб забезпечити точність орієнтації та готовність системи до нового дня. Це дозволяє системі почати день у найбільш оптимальному положенні, готовою до максимальної генерації енергії з самого ранку.

Можливості Telegram-бота

Telegram-бот є важливим інструментом для моніторингу та керування сонячною електростанцією в режимі реального часу. Він дозволяє отримувати інформацію про стан панелей, здійснювати перевірку калібрування та вчасно реагувати на можливі проблеми. Розглянемо його можливості більш детально.

Команда /calibration_status:

При введенні команди `/calibration_status` користувач отримує повідомлення з інформацією про статус панелі. Якщо калібрування було успішно виконано, повідомлення міститиме актуальні дані

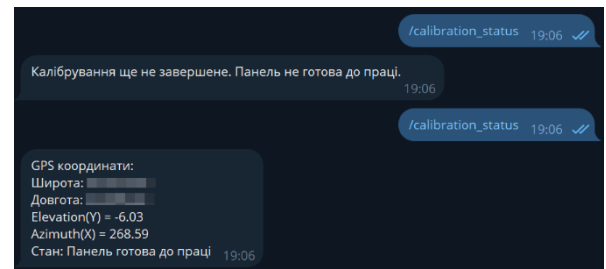


Рис. 1.14 Зображення запиту `/calibration_status`

про положення панелі, що були отримані від GPS-модуля. У разі, якщо калібрування не було проведено, користувач отримає відповідне сповіщення з інформацією про необхідність проведення калібрування. Це дозволяє швидко визначити стан системи та зрозуміти, чи потребує вона додаткової уваги.

Сповіщення про відсутність GPS-сигналу:

Якщо сигнал від GPS відсутній протягом більше ніж однієї хвилини, Telegram-бот надсилає сповіщення про проблему, як показано на Рис. 1.15. Це є важливим елементом системи безпеки, оскільки відсутність GPS може вплинути на коректність позиціонування панелей. Додатково до сповіщення, на головній платі активується індикатор помилки —

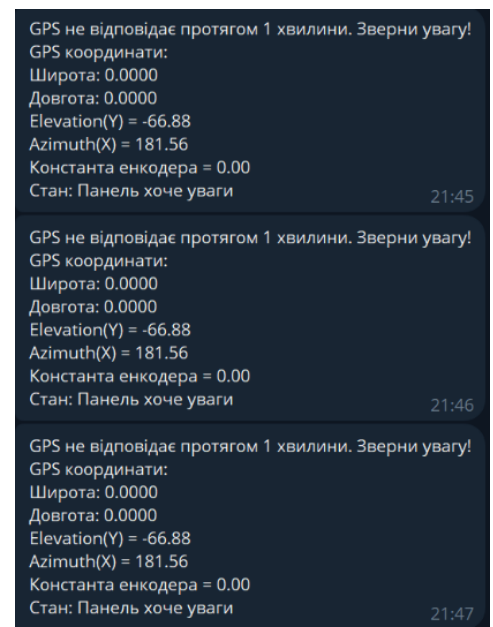


Рис. 1.15 Сповіщення при втраті GPS сигналу

світлодіод загоряється двічі на секунду, що забезпечує візуальне інформування про проблему.

Така система подвійного сповіщення дозволяє користувачеві оперативно реагувати та виправляти неполадки для забезпечення стабільної роботи електростанції.

Сповіщення про успішне калібрування:

У разі успішного підключення та калібрування панелі, Telegram-бот надсилає сповіщення, як показано на Рис. 1.16. У цьому повідомленні користувач отримує інформацію про

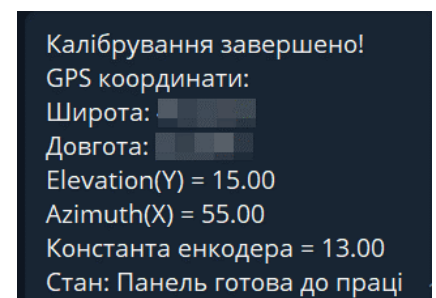


Рис. 1.16 Зображення сповіщення при успішному калібруванні

точні координати панелі, її орієнтацію, а також про статус усіх систем. Це забезпечує впевненість у тому, що панель готова до роботи в повній мірі і з максимальною ефективністю. Додатково, ця функція допомагає відстежувати всі етапи калібрування та перевіряти їхню відповідність заданим параметрам, що підвищує загальну надійність системи. Telegram-бот таким чином є ключовим елементом для забезпечення взаємодії користувача з сонячною електростанцією. Завдяки йому можна здійснювати моніторинг роботи панелей, отримувати сповіщення про можливі збої, а також перевіряти статус калібрування, що забезпечує безперебійну роботу системи та її високу продуктивність.

Головний сайт

На цій сторінці управління системою сонячної панелі користувач має можливість виконувати різні дії, пов'язані з налаштуванням і керуванням панеллю. Розглянемо детальніше елементи інтерфейсу та їх функціональність:

Основні інформаційні дані

Дата та Час UTC:

Відображає поточну дату і час за Всесвітнім координованим часом, що дозволяє синхронізувати роботу панелі та орієнтацію на сонце відповідно до часу доби.

Координати:

Поточні географічні координати системи (широта і довгота), які визначаються через GPS. Це важливо для правильного розрахунку азимуту та кута піднесення Сонця.

Швидкість вітру (NA):

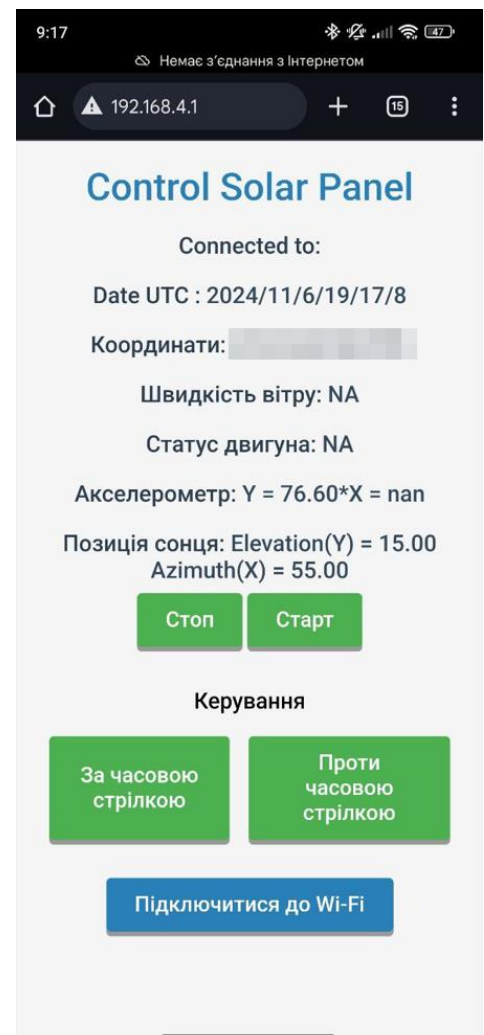


Рис 1.17. Зображення головної сторінки

На даний момент неактивний параметр (позначений як "NA"), який у майбутньому може бути використаний для оцінки умов експлуатації панелі, оскільки сильний вітер може впливати на стабільність роботи системи.

Статус двигуна:

Motors OFF: - мотори повністю вимкнені, і панель не буде слідкувати за рухом Сонця. Це корисно під час обслуговування або коли потрібно зафіксувати панель у певному положенні.

Motors Active: Панель автоматично слідкує за Сонцем. Або мотор ввімкнений самостійно користувачем.

Gorizont: Панель повертається до горизонтального положення. Це може бути корисно у випадках, коли слід уникнути пошкоджень під час сильного вітру або під час обслуговування.

Акселерометр:

Показує поточний кут нахилу панелі у напрямках Y та X. Відображення "nan" (not a number) свідчить про те, що система не калібрована. Значення по осі Y показує поточний кут нахилу в площині по вертикалі (MPU6050). Значення по осі X показує поточний кут в площині по горизонталі (Оптичний енкодер).

Позиція Сонця:

Відображає орієнтацію Сонця на небосхилі. Elevation (Y) вказує на кут піднесення Сонця над горизонтом, а Azimuth (X) вказує на азимутальну позицію Сонця (напрямок відносно півночі). Ці параметри використовуються для коректного налаштування панелі, що дозволяє їй максимально ефективно слідкувати за рухом Сонця.

Основні елементи управління

Кнопки "Стоп" і "Старт":

Стоп: Використовується для повної зупинки системи. При натисканні на "Стоп" система припиняє слідкування за положенням Сонця, що зручно у випадках, коли потрібен ремонт, обслуговування або калібрування панелі. Панель залишається у фіксованому положенні до подальших дій.

Старт: Активує автоматичне слідування за Сонцем, відновлюючи рух панелі відповідно до поточної позиції Сонця на небосхилі.

Ручне керування

Керування за часовою стрілкою: При натисканні на цю кнопку панель повертається в напрямку за годинниковою стрілкою. Це може бути корисним для налаштування та калібрування панелі, а також для випробувань і ремонту.

Керування проти часової стрілки: При натисканні на цю кнопку панель повертається в напрямку проти годинникової стрілки, що також є корисним у випадках ручного налаштування.

Додаткова опція

Підключитися до Wi-Fi: Ця кнопка веде до сторінки налаштування Wi-Fi, де користувач може підключити систему до мережі Wi-Fi для забезпечення віддаленого контролю і моніторингу.

Сторінка з налаштуванням WIFI

На цій сторінці користувач може підключити пристрій до мережі Wi-Fi для забезпечення зв'язку з інтернетом або локальною мережею. Давайте детально розглянемо елементи сторінки та можливості:

Опис елементів інтерфейсу

Поточне підключення: Відображається рядок "Connected to: mifanio", що показує, до якої Wi-Fi мережі пристрій наразі підключений. Це дозволяє користувачу швидко дізнатися поточний статус підключення.

Поля для введення SSID та пароля:

Номер	SSID	Сила сигналу	Захист
1	mifanio	-42 dBm	є
2	Tenda_2F6AA0	-51 dBm	є
3	TP-Link_043E	-67 dBm	є
4	TP-Link_8AAE	-68 dBm	є
5	MainRoom	-68 dBm	є
6	TP-Link_3954	-69 dBm	є
7	TP-Link_6668	-70 dBm	є
8	TP-Link_B16B	-71 dBm	є
9	Tenda_91CFF0	-73 dBm	є
10	TP-Link_1382	-75 dBm	є
11	TP-LINK_7870	-78 dBm	є
12	TP-Link_5457	-78 dBm	є

Рис 1.18. Зображення сторінки налаштування WIFI

SSID: Поле для введення імені Wi-Fi мережі, до якої користувач хоче підключитися.

Password: Поле для введення пароля від мережі (якщо мережа захищена).

Після заповнення цих полів необхідно натиснути кнопку Connect для ініціювання підключення до вказаної мережі.

Кнопка "Сканувати мережі":

Після натискання цієї кнопки відбувається сканування доступних Wi-Fi мереж, і нижче з'являється список знайдених мереж із зазначенням сили сигналу і наявності захисту.

Таблиця результатів сканування мереж:

1. Таблиця показує список доступних Wi-Fi мереж у форматі:
2. Номер: Порядковий номер мережі у списку.
3. SSID: Ім'я (ідентифікатор) Wi-Fi мережі.
4. Сила сигналу: Значення рівня сигналу в dBm, що допомагає оцінити, наскільки близька або віддалена мережа.
5. Захист: Показує, чи захищена мережа (якщо є символ "є") або відкрита для всіх користувачів.

Функціональність автоматичного підключення

Коли пристрій запускає точку доступу, він автоматично намагається підключитися до останньої мережі, до якої був підключений раніше. Це особливо корисно, коли ви вже вводили дані для певної мережі і бажаєте знову підключити пристрій до неї без повторного введення інформації. Якщо ця мережа доступна, пристрій з'єднається з нею автоматично, і ви побачите її назву в полі "Connected to: [назва мережі]".

Цей інтерфейс робить процес підключення зручним і зрозумілим.

Ви можете:

- Легко обрати мережу зі списку доступних.

- Побачити поточний статус підключення і швидко перемикати мережі при необхідності.
- Перевірити силу сигналу різних мереж і обрати ту, яка забезпечить кращу стабільність з'єднання.
- Також доступність автоматичного підключення до останньої мережі зберігає час, оскільки не потрібно кожного разу вручну обирати мережу і вводити пароль, якщо ви вже підключалися до неї раніше.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У результаті проведеного аналізу літератури та виконаних досліджень у першому розділі можна зробити наступні висновки:

1. Проаналізовано історію розвитку сонячної енергетики, починаючи від перших спроб використання сонячної енергії у давні часи до сучасного технологічного прогресу, що включає впровадження кремнієвих сонячних елементів та інноваційні методи підвищення їхньої ефективності.
2. Розглянуто основні принципи роботи сонячних панелей, включаючи використання фотогальванічного ефекту для генерації електроенергії, будову панелей, а також характеристики матеріалів, що використовуються для їх виготовлення, зокрема монокристалічного та полікристалічного кремнію.
3. Оцінено сучасний стан і перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні та світі, з акцентом на розвиток технологій зберігання енергії, гібридні системи та інтеграцію відновлюваних джерел у національні енергетичні системи.

4. Описано процес проектування міні-сонячної електростанції на основі сучасних мікроконтролерів, який включає моделювання, підбір компонентів і налаштування системи стеження за Сонцем для підвищення ефективності роботи. А також розроблено та впроваджено алгоритм автоматизованого управління системою, включаючи інтеграцію з GPS-датчиками та системами керування, що дозволяє забезпечувати точність і стабільність у роботі сонячної електростанції.

Ці висновки підкреслюють значення теоретичних і практичних аспектів сонячної енергетики, а також відкривають шляхи для подальших досліджень і вдосконалення систем, заснованих на сучасних технологіях та мікроконтролерах.

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВОГО ПОШУКУ В МАН

Мала академія наук України (МАН) є національною науково-освітньою організацією, що займається підтримкою та розвитком творчого потенціалу молоді в Україні. Сприяє виявленню здібностей, обдарувань і самовизначенню та реалізації особистості засобами залучення до пошукової, експериментальної, дослідницької роботи в різних галузях науки і техніки, забезпечує її творчий, інтелектуальний, духовний розвиток, професійну орієнтацію, підготовку до майбутньої професійної та громадської діяльності. Мала академія здійснює свою освітню і наукову діяльність в позаурочний та позашкільний час і об'єднує на принципах добровільності та доступності учнів загальноосвітніх навчальних закладів II-го та III-го ступенів, ліцеїв, гімназій, інших типів освітніх і наукових закладів [16].

2.1 Структура та функції МАН

Центральний апарат МАН:

- Національний центр "Мала академія наук України" є основним органом управління, що відіграє центральну роль у стратегічному плануванні та координації діяльності організації. Центр працює над впровадженням загальнонаціональних освітніх і наукових програм, підтримує інноваційні ініціативи, проводить навчальні конференції, форуми та семінари. Окрім цього, центр сприяє залученню до діяльності МАН провідних вчених та експертів з метою підвищення рівня підготовки учнів. Методичні відділи виконують функції організації та підтримки навчального процесу, розробляють методичні рекомендації, впроваджують новітні підходи до навчання та забезпечують педагогів необхідними інструментами для якісної роботи з учнями. Ці відділи співпрацюють з науково-дослідницькими установами, щоб інтегрувати нові досягнення науки у навчальний процес.

Регіональні відділення МАН:

Обласні відділення відіграють вирішальну роль у розвитку наукової діяльності на регіональному рівні. Вони тісно співпрацюють з місцевими навчальними закладами, залучаючи учнів до наукових досліджень, та підтримують проекти, які відповідають регіональним особливостям і потребам. Завдяки такій структурі учні можуть здобувати знання та практичні навички, що відповідають вимогам місцевих наукових та технічних ініціатив. • Міські та районні осередки доповнюють діяльність обласних відділень, забезпечуючи доступ до наукової роботи навіть у віддалених районах. Ці осередки організовують освітні заходи та програми для школярів, залучаючи фахівців з місцевих університетів та наукових установ. Це сприяє розвитку наукових здібностей учнів, незалежно від їхнього місця проживання.

Наукові секції МАН:

- Секції за напрямками науки включають різноманітні дисципліни, що дозволяє учням обирати ті галузі знань, які відповідають їхнім інтересам та потенціалу. Секції охоплюють широкий спектр наук, включаючи біологію, фізику, математику, історію, економіку та інші, і створюють основу для

міждисциплінарних досліджень. • Наукові керівники здійснюють контроль і супровід учнів протягом усього процесу дослідження, забезпечуючи фахову допомогу на кожному етапі – від формулювання проблеми до презентації результатів. Керівники також допомагають учням адаптувати наукові роботи до вимог міжнародних стандартів та конкурсів.

Функції МАН

Основними завданнями Малої академії наук України є:

- Виявлення та підтримка талановитої молоді, що дозволяє розвивати потенціал учнів, залучаючи їх до дослідницької діяльності та підтримуючи їх у пошуку професійного шляху.
- Виховання свідомих громадян, здатних активно брати участь у суспільному житті та приймати обґрунтовані рішення на основі наукових знань.
- Створення умов для всебічного самовдосконалення, завдяки чому учні отримують доступ до інформації, можливостей навчання та наукових ресурсів, що сприяють їхньому розвитку як особистостей.
- Формування навичок культури наукового дослідження і виховання у молоді дбайливого ставлення до наукових здобутків, етики досліджень та поваги до інтелектуальної власності.
- Соціально-адаптаційна функція, що дозволяє учням набути навичок самостійного мислення та роботи в команді, адаптуючись до швидкоплинних вимог сучасного світу.
- Пропаганда наукових досліджень, що підкреслює значущість внеску учнів у науковий розвиток країни та сприяє захисту їхніх авторських прав та інтересів. [16].

Освітня функція: МАН надає учням можливість здобути додаткові знання, що виходять за межі стандартної шкільної програми. Це досягається через участь у секціях, майстер-класах, лекціях та практичних заняттях, які дають учням можливість заглибитись у предмет і отримати навички, необхідні для наукової роботи.

Науково-дослідницька діяльність у МАН стимулює учнів до самостійного проведення досліджень під керівництвом досвідчених науковців. Завдяки цьому молодь опановує методи наукового аналізу, формує критичне мислення та вміння працювати з великими обсягами інформації.

Організаційна функція: МАН забезпечує координацію наукових заходів і сприяє взаємодії між науковими осередками на місцевому, регіональному та національному рівнях. Завдяки цьому учні мають змогу обмінюватись досвідом та ідеями, розвиваючи свої наукові компетенції.

Інноваційна функція:

Запровадження новітніх методик: МАН активно впроваджує сучасні методики навчання та наукових досліджень, що дозволяє учням опановувати нові підходи до вирішення наукових завдань. Це включає використання сучасного обладнання, інформаційних технологій, та міждисциплінарного підходу.

Розвиток STEM-освіти: МАН активно підтримує розвиток STEM-освіти (наука, технології, інженерія, математика), що є одним з пріоритетних напрямів у підготовці учнів до майбутньої професійної діяльності.

Соціальна функція:

Розвиток особистості: МАН сприяє формуванню у молоді важливих особистісних якостей, таких як відповідальність, самостійність, ініціативність, лідерські якості та вміння працювати в команді. Це досягається через участь у наукових колективах та проєктах.

Соціальна інтеграція:

МАН допомагає молоді інтегруватися в наукове середовище, знайомитися з науковою спільнотою, встановлювати контакти з професійними науковцями та однолітками, що мають схожі інтереси.

Міжнародна функція:

Участь у міжнародних проєктах: МАН активно співпрацює з міжнародними науково-освітніми організаціями, що дозволяє українським

учням брати участь у міжнародних конкурсах, конференціях, обмінах та інших заходах.

Інтеграція у світову наукову спільноту: МАН сприяє інтеграції української молоді у світове наукове співтовариство, що відкриває можливості для подальшого навчання та кар'єри за кордоном.

2.2 Методологія наукового пошуку учнів-членів МАН

Методологія наукового пошуку в Малій академії наук України є важливим елементом освітнього процесу, який готує молодь до майбутньої наукової діяльності. Основу методології складають класичні наукові підходи, що охоплюють усі етапи дослідження: від визначення наукової проблеми до представлення результатів. Це допомагає учням розвинути глибоке розуміння процесу наукової роботи та набути цінних практичних навичок. Методологія охоплює як теоретичні, так і практичні методи, що дозволяє учням використовувати комплексний підхід у своїх дослідженнях.

Основні етапи методології наукового пошуку:

Вибір теми дослідження, яка відповідає актуальним науковим запитам:

Учні обирають тему, яка не тільки цікава їм особисто, але й відповідає актуальним науковим потребам та запитам суспільства. Цей етап є вирішальним, оскільки від вдалого вибору теми залежить значущість майбутнього дослідження. Теми можуть охоплювати різноманітні напрями, зокрема екологію, інженерію, соціальні науки, інформатику, медицину та інші галузі.

Визначення гіпотези та планування дослідження:

На цьому етапі учень, під керівництвом наукового керівника, формулює гіпотезу – передбачуване пояснення явища, що буде перевірене під час дослідження. Після цього складається план роботи, який включає детальні кроки для перевірки гіпотези, визначення методів і ресурсів, необхідних для проведення дослідження. Планування є ключовим, оскільки допомагає організувати роботу та передбачити можливі труднощі.

Проведення експерименту або збору даних:

На цьому етапі учні проводять заплановані експерименти або збирають дані, використовуючи різноманітні методи, включаючи спостереження, опитування, вимірювання та аналіз даних. Залежно від специфіки дослідження можуть бути застосовані як лабораторні експерименти, так і польові дослідження. Учні вчаться працювати з лабораторним обладнанням, програмним забезпеченням та іншими інструментами, що забезпечує їхню готовність до реальних наукових умов.

Аналіз результатів та формулювання висновків:

Після отримання даних учні проводять їх обробку та аналіз, використовуючи сучасні методи статистичної обробки даних та програмні інструменти для візуалізації. На основі аналізу формулюються висновки, які відповідають на питання дослідження та підтверджують або спростовують гіпотезу. Цей етап допомагає учням розвивати навички критичного мислення, що є надзвичайно важливим для наукової діяльності.

Підготовка наукової роботи для презентації на конкурсах або конференціях:

Останній етап включає написання наукової роботи відповідно до встановлених стандартів та підготовку до її презентації. Учні вчаться правильно оформлювати свої дослідження, дотримуючись вимог наукових публікацій, структуруючи текст (вступ, огляд літератури, методика дослідження, результати, висновки) та належним чином цитуючи використані джерела. Крім того, готується презентаційний матеріал для доповіді, що включає використання слайдів, графіків і діаграм. Учні тренуються виступати публічно, захищати свою роботу перед журі та відповідати на питання аудиторії.

Роль методології у розвитку навичок:

Застосування такої методології сприяє не лише набуттю теоретичних знань, а й формуванню практичних умінь, які необхідні для наукової роботи.

Аналітичне мислення:

Учні навчаються аналізувати великий обсяг інформації, виділяти ключові аспекти та формувати на їх основі обґрунтовані висновки.

Критичний підхід: Методологія включає етапи оцінки та обговорення, що сприяє розвитку здатності об'єктивно оцінювати свої дослідження та вчитися на помилках.

Навички самостійної роботи:

Виконання проєкту вимагає значної самостійності, зокрема в пошуку інформації, проведенні аналізу та організації роботи. Це готує учнів до майбутньої професійної діяльності, в якій потрібні ці навички.

Методологія наукового пошуку в МАН також сприяє розвитку інформаційної грамотності учнів, навчаючи їх ефективно використовувати різні джерела інформації, працювати з базами даних і дотримуватися принципів академічної доброчесності. Усі ці навички є фундаментом для підготовки до вищої освіти та подальшої наукової кар'єри.

Заключні зауваження:

Процес наукового пошуку, організований МАН, виховує молодих науковців, які мають глибокі знання і практичні вміння, що відповідають високим міжнародним стандартам. Учні не тільки набувають досвіду проведення досліджень, але й розвивають здатність працювати в команді, адаптуватися до нових умов, ефективно комунікувати та публічно захищати результати своєї роботи, що робить їх конкурентоспроможними як на національному, так і на міжнародному рівнях.

2.3 Роль керівника в науковому пошуку учнів

Роль наукового керівника у Малій академії наук України є важливою та багатогранною. Науковий керівник не тільки забезпечує підтримку учнів у виконанні дослідницької роботи, але й сприяє їхньому загальному інтелектуальному та професійному розвитку. Це вимагає високого рівня відповідальності, глибоких знань і розуміння педагогічного процесу. Керівник формує у молоді ключові навички, допомагаючи їм стати

самостійними дослідниками, здатними критично мислити та ефективно працювати в команді.

Основні функції наукового керівника:

Підбір відповідної теми дослідження та допомога в постановці наукової проблеми:

Науковий керівник відіграє провідну роль у виборі теми, яка відповідає як науковим інтересам учня, так і актуальним питанням науки. Важливо, щоб тема була посиленою для учня і мала новизну. Керівник допомагає учням формулювати наукову проблему, що є основою для подальшого дослідження, та забезпечує дотримання балансу між складністю завдання і можливостями учня. Залучення до вибору теми сприяє усвідомленню учнями значущості своєї роботи та підвищує їх мотивацію.

Консультування щодо вибору методів дослідження та аналізу отриманих результатів: Після вибору теми керівник допомагає учням визначити підходящі методи для виконання дослідження. Це може бути аналіз літератури, експериментальні дослідження, спостереження або інші методи залежно від характеру роботи. Керівник надає поради щодо використання інструментів і ресурсів, пояснює принципи роботи з ними та допомагає уникнути можливих помилок під час збору і обробки даних. Крім того, керівник допомагає учням зрозуміти, як правильно аналізувати отримані результати та робити обґрунтовані висновки.

Сприяння в розвитку у учнів навичок критичного мислення та дотримання наукової етики: Науковий керівник виховує у молоді навички критичного мислення, які необхідні для аналізу результатів та формування висновків. Це включає вміння оцінювати достовірність джерел, знаходити та аналізувати наукові статті, працювати з базами даних та виявляти помилки в логіці дослідження. Окрім цього, керівник наголошує на важливості дотримання наукової етики, що включає коректне цитування, визнання внеску інших

дослідників, уникнення плагіату та відповідальне ставлення до проведення експериментів.

Підготовка учнів до наукових конкурсів, конференцій та інших заходів: Підготовка до конкурсів та конференцій є важливою складовою навчального процесу. Керівник допомагає учням структурувати свою роботу, готує їх до презентації дослідження та відповіді на питання журі. Це передбачає тренування публічних виступів, створення презентаційних матеріалів, а також відпрацювання навичок комунікації, щоб учень міг чітко і зрозуміло донести свої думки. Крім того, науковий керівник допомагає учням виробити впевненість у власних силах, що є надзвичайно важливим під час виступів на конкурсах і конференціях.

Наставницька роль та мотивація: Науковий керівник є не лише консультантом, а й наставником, що підтримує учня на кожному етапі дослідження. Важливою частиною його ролі є створення комфортної та мотивуючої атмосфери, яка сприяє розвитку у учнів ініціативності та самостійності. Керівник повинен бути джерелом натхнення та підтримки, заохочуючи учнів долати труднощі та не зупинятися на досягнутому.

Психологічна підтримка: Керівник також відіграє роль психологічного наставника, адже дослідження часто вимагають значних зусиль і можуть супроводжуватися труднощами та стресами. Вміння керівника вчасно надати емоційну підтримку, показати учню його успіхи та допомогти впоратися з труднощами, стимулює учня продовжувати роботу та зберігати інтерес до наукової діяльності.

Заключні зауваження: Науковий керівник – це людина, яка допомагає учням не тільки виконати конкретне дослідження, а й формує їх як майбутніх науковців. Від якісної роботи керівника залежить не лише результат дослідження, а й бажання учнів продовжувати наукову діяльність у майбутньому. Високий професійний рівень та емоційна підтримка з боку

керівника можуть стати вирішальними факторами у формуванні впевненості учня у своїх можливостях та подальшому виборі професії.

2.4 Приклади успішних наукових проектів учнів МАН

За роки своєї діяльності Мала академія наук України стала джерелом натхнення та підтримки для численних молодих науковців, які завдяки своїм проектам отримали визнання як на національному, так і на міжнародному рівнях. Успішні наукові проекти учнів МАН є свідченням високого рівня підготовки, креативності та здатності застосовувати знання на практиці. Нижче наведено кілька яскравих прикладів таких проектів, які здобули значний резонанс.

Дослідження мікропластику у водоймах: Один з найбільш значущих проектів стосувався екологічного дослідження мікропластику у водних об'єктах України. Учні провели комплексний аналіз концентрації мікропластику в різних водоймах країни, використовуючи сучасні методи відбору проб та хімічного аналізу. Проект передбачав кілька етапів:

Відбір проб з різних частин водойм для вивчення розподілу мікропластику.

Аналіз хімічного складу мікрочастинок з використанням спеціалізованого лабораторного обладнання, включаючи спектрометрію.

Вивчення впливу на водні організми, зокрема на рибу та мікрофауну, що дозволило з'ясувати, як мікропластик накопичується в харчових ланцюгах. Результати дослідження показали, що рівень мікропластику у деяких водоймах значно перевищує безпечні норми, що може мати негативний вплив на екосистему та здоров'я людини. Цей проект отримав високу оцінку на міжнародних конкурсах, де був відзначений за свою актуальність, наукову новизну та потенційний вплив на екологічну політику.

Мобільний додаток для моніторингу якості повітря: Інноваційний проект у сфері технологій передбачав створення мобільного додатка, що аналізує якість повітря, використовуючи дані з сенсорів смартфона та зовнішніх датчиків. Цей додаток дозволяє користувачам в реальному часі отримувати інформацію про стан повітря та рекомендації щодо захисту здоров'я. Основні характеристики проекту включають:

Інтеграцію сенсорних технологій, що дозволяють вимірювати рівні забруднюючих речовин, таких як PM2.5, CO2, та інші небезпечні частинки.

Використання алгоритмів штучного інтелекту для аналізу даних та прогнозування змін у якості повітря.

Інтуїтивний інтерфейс, що надає користувачам легкий доступ до даних, а також функції сповіщення про небезпечні рівні забруднення. Цей додаток був високо оцінений на національних та міжнародних конкурсах, де експерти відзначили його важливість у забезпеченні суспільної безпеки та підвищенні обізнаності громадян щодо проблеми забруднення повітря.

Інноваційні методи лікування раку за допомогою нанотехнологій:

Один з найбільш амбітних та складних проектів був присвячений дослідженню можливостей використання нанотехнологій у лікуванні онкологічних захворювань. Учень, який працював над цим проектом, співпрацював з провідними фахівцями в галузі медицини та нанотехнологій.

Проект передбачав:

Розробку наночастинок, здатних прицільно доставляти лікарські препарати безпосередньо до пухлинних клітин, мінімізуючи побічні ефекти та підвищуючи ефективність лікування. Експерименти на клітинних культурах, щоб визначити ефективність та безпечність застосування наноматеріалів.

Аналіз потенційних побічних ефектів і оцінку впливу наночастинок на здорові клітини організму. Результати цього дослідження продемонстрували значний потенціал нанотехнологій у лікуванні онкологічних захворювань. Проект був представлений на міжнародній конференції молодих науковців у галузі медицини та отримав нагороду за інноваційний підхід і практичну значущість.

Вплив успішних проектів на учнів та суспільство:

Успіхи таких проектів не тільки підвищують впевненість учнів у своїх можливостях, але й популяризують наукові дослідження серед молоді. Вони слугують джерелом натхнення для інших учнів, демонструючи, що навіть у шкільному віці можна робити вагомий внесок у науку та суспільство. Багато випускників МАН, які брали участь у подібних проектах, продовжують свою кар'єру у провідних наукових установах світу, стаючи висококваліфікованими спеціалістами, які змінюють світ на краще.

Заключні зауваження: Ці приклади показують, що Мала академія наук України є важливим інститутом, що формує нове покоління науковців та дослідників. Успіхи учнів МАН підтверджують, що з правильним підходом та підтримкою навіть найскладніші наукові завдання стають досяжними. Проекти, що отримали визнання на міжнародному рівні, свідчать про високий рівень підготовки учнів та їхню здатність знаходити інноваційні рішення для сучасних проблем.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У результаті проведеного аналізу в другому розділі можна зробити наступні висновки:

1. Описано структуру функціонування Малої Академії Наук України, яка є важливою інституцією, що сприяє розвитку наукового потенціалу молоді. Її багаторівнева структура забезпечує ефективну координацію наукової діяльності на національному та регіональному рівнях.
2. Описана методологія наукового пошуку учнів-членів МАН базується на використанні класичних та сучасних підходів, що допомагають формувати у школярів критичне мислення та дослідницькі навички.
3. Обґрунтовано роль наукових керівників у науковому розвитку учнів, допомагаючи їм орієнтуватися у дослідницькому середовищі та досягати значних результатів у своїй діяльності.
4. Наведені приклади успішних проєктів учнів МАН демонструють високий рівень підготовки та здатність застосовувати здобуті знання на практиці, розширюючи межі сучасних наукових досліджень.

Ці висновки підтверджують значущість МАН як освітньої платформи для молодих дослідників та важливість підтримки талановитої молоді у реалізації наукових ідей та проєктів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасний стан і перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні та світі. Підкреслено значення технологічних інновацій, таких як використання перовськітів і багатошарових комірок, які дозволяють підвищити ефективність і знизити витрати на виробництво панелей. Зроблено висновок про необхідність подальшого розвитку інфраструктури та інвестицій у галузь.
2. Розроблено проєкт міні-сонячної електростанції, включаючи застосування сучасних мікроконтролерів для автоматизованого керування панелями та впровадження двохосової системи слідкування за положенням Сонця. Зроблено висновок про значне підвищення ефективності генерації енергії завдяки автоматизації.
3. Виконано розробку алгоритму керування панеллю, інтегрованого з GPS-датчиками та системою стеження. Алгоритм забезпечує точність позиціонування панелей та стабільну роботу системи, що підтверджує доцільність використання сучасних технологій для підвищення ефективності сонячних електростанцій.
4. Розроблено методичні рекомендації до реалізації наукових проєктів для учнів – членів МАН з дослідження напрямків альтернативної енергетики.

Використанні джерела

1. Грін Дж. Сонячна енергетика. 2009.
2. Фішер М. Інженерія та інновації. 1982.
3. Ейнштейн А. Нобелівські лекції: Фізика. 1921.
4. Тейлор С. Розвиток кремнієвих технологій // Bell Labs Journal. 1954.
5. Майкл В. Майбутнє відновлюваних джерел енергії. Solar Future Press, 2020.
6. World Solar Report. Global Trends in Solar Energy. 2021.
7. Сонячні панелі [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://sonergia.com.ua/sonyachni-paneli/>.
8. Як працюють сонячні панелі [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://sun-energy.com.ua/articles/yak_pratsuyut_sonyachni_paneli.
9. Monocrystalline Silicon [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://solar-energy.technology/photovoltaics/elements/photovoltaic-panel/photovoltaic-cell/silicon/monocrystalline-silicon>.
10. Monocrystalline vs Polycrystalline Solar [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.energysage.com/solar/monocrystalline-vs-polycrystalline-solar/>.
11. Від чого залежить ККД сонячних панелей [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.solargarden.com.ua/vid-chogo-zalezhyt-kkd-sonyachnyh-panelej>.
12. Переваги та недоліки галузі сонячної енергетики [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ueex.com.ua/presscenter/news/perevagi-ta-nedoliki-galuzi-sonyachnoi-energetiki/>.
13. 2023's Record Solar Surge Explained in Six Charts [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ember-climate.org/insights/in-brief/2023s-record-solar-surge-explained-in-six-charts/>.

14. Галузь сонячної енергетики в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ueex.com.ua/presscenter/news/galuz-sonyachnoi-energetiki-v-ukraini/>.
15. Найпотужніші сонячні електростанції України [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.ukrinform.ua/rubric-other_news/2887951-najpotuznisi-sonacni-elektrostantsii-ukraini-infografika.html.
16. Відомості про МАН [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://uman-zosh8.ck.sch.in.ua/Files/downloads/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D0%9C%D0%90%D0%9D.pdf>.
17. Проскурін М.С., Михальченко М.Ю., Думенко В.П. Отримання і збереження даних дослідження активності Сонця з використанням мікроконтролера // У В.Ф. Заболотний, О.В. Мозговий (Ред.). Астрономія і сьогодення: зб. матеріалів 12-ї Всеукраїнської наукової конференції, 12 квітня 2024 р. С. 112-115.
18. Михальченко М., Проскурін М. Проектування сонячної міні електростанції // Актуальні проблеми математики, фізики і комп'ютерних наук: зб. наук. праць. Вінниця: Вінницький держ. пед. ун-т ім. М. Коцюбинського, 2024. Вип. 21. С. 165–168.
19. Василенко, Т. П. (2022). Інноваційні технології в освіті: Віртуальна реальність та штучний інтелект. Київ: Наукова думка.
20. Кравченко, І. В. (2023). Проектна діяльність у сучасній освіті. Харків: Педагогічна преса.
21. Петренко, О. І. (2023). Інноваційні методи навчання природничих наук: Віртуальні лабораторії та інтерактивні платформи. Львів: Освіта.
22. Star in a Box. (2024). Solar Activity Reports. Retrieved from <https://starinabox.lco.global/>
23. Stellarium. (2024). Retrieved from <https://stellarium-web.org/>

24. NASA Eyes on the Solar System. (2024). Retrieved from <https://eyes.nasa.gov/apps/solar-system/#/home?rate=0&time=1949-12-31T00:00:00.001+00:00>