

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

*бакалавр*

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Комп'ютеризована система відстеження параметрів роботи  
сонячної міні-електростанції*

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи СІ-42

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

*Яцишен О.А.*

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

*Луцик Н.С.*

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

*Тих С.В.*

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

*Осухівська Г.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Яцишену Олександрю Анатолійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції

Керівник роботи Луцик Надія Степанівна, Ph.D, доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» квітня 2024 року № 4/7-408

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

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

1. Структурна схема системи

2. Схема електрична принципова

3. Блок-схема алгоритму роботи

4. Результати тестування системи

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорона праці</i>	<i>проф. каф. МТ Пилипець М.І.</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>	<i>24.04 – 27.04</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень</i>	<i>28.04 – 01.05</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Розробка структурної та функціональної схеми</i>	<i>02.05 – 06.05</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази</i>	<i>07.05 – 17.05</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Розробка програмного забезпечення для проектованої системи</i>	<i>18.05 – 01.06</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»</i>	<i>02.06 – 04.06</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи</i>	<i>05.06 – 10.06</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>11.06 – 13.06</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>14.06.2024</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>26.06.2024</i>	

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

*Яцишен О.А.*

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

*Луцик Н.С.*

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції // Кваліфікаційна робота бакалавра // Яцишен Олександр Анатолійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІ-42 // Тернопіль, 2024 // с. – 70, рис. – 29, табл. – 3, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 34.

Ключові слова: комп'ютеризована система, сонячна міні-електростанція, моніторинг параметрів, інтернет речей.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці комп'ютеризованої системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції. Система забезпечує моніторинг ключових параметрів сонячної панелі в режимі реального часу, що сприяє оптимізації її роботи та підвищенню ефективності використання сонячної енергії. Проведено аналіз вимог до комп'ютеризованої системи, здійснено огляд існуючих засобів моніторингу роботи сонячних міні-електростанцій. Виконано порівняльний аналіз різних систем моніторингу, що дало змогу визначити можливі напрями для вдосконалення. Синтезовано структурну схему системи моніторингу, розроблено її апаратну частину. Описано схему електричних з'єднань компонентів та обґрунтовано вибір хмарної платформи для реалізації системи. Розроблено алгоритм роботи системи моніторингу параметрів сонячної міні-електростанції та налаштовано середовище Arduino Cloud. Розроблено програмне забезпечення для мікроконтролера, що забезпечує збір даних з датчиків, їх обробку та відображення на LCD дисплеї, а також передачу на платформу Arduino Cloud для подальшого аналізу.

## ANNOTATION

A computerized system for monitoring the parameters of the solar mini-power plant // Bachelor thesis // Yatsyshen Oleksandr // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CI-42 // Ternopil, 2024 // p. – 70, fig. – 29, table. – 3, sheets A1 – 4, ref. – 34.

Key words: computerized system, solar mini-power plant, parameter monitoring, Internet of Things.

The qualification work is devoted to the development of a computerized system for tracking the parameters of a solar mini-power plant. The system provides real-time monitoring of key parameters of the solar panel, which helps to optimize its operation and increase the efficiency of solar energy use. The requirements for the computerized system are analyzed, and the existing means of monitoring the operation of solar mini-power plants are reviewed. A comparative analysis of various monitoring systems was performed, which made it possible to identify possible areas for improvement. A block diagram of the monitoring system was synthesized and its hardware was developed. The wiring diagram of the components is described and the choice of a cloud platform for the system implementation is substantiated. The algorithm of the system for monitoring the parameters of a solar mini-power plant is developed and the Arduino Cloud environment is configured. Software for the microcontroller has been developed to collect data from the sensors, process and display them on the LCD display, and transfer them to the Arduino Cloud platform for further analysis.

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ .....	10
1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи .....	10
1.2 Огляд існуючих засобів моніторингу роботи сонячних міні-електростанцій.....	11
1.2.1 Класифікація систем моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій.....	11
1.2.2 Система Growatt для відстеження роботи сонячних електростанцій .....	12
1.2.3 Система моніторингу параметрів сонячної електростанції Smart MAC .....	13
1.2.4 Система віддаленого моніторингу пристроїв з сонячними батареями Solar-Log .....	15
1.2.5 Результати порівняльного аналізу засобів моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій .....	16
1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання .....	17
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА .....	18
2.1 Синтез структурної схеми системи моніторингу роботи сонячної міні-електростанції.....	18
2.2 Розробка апаратної частини засобів комп'ютеризованої системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції.....	20
2.2.1 Модуль ESP8266.....	20
2.2.2 Сонячна панель.....	23
2.2.3 Давач напруги та струму INA219 .....	24
2.3.4. Давач освітленості GY-302 .....	26
2.2.5 Давач температури DS18B20 .....	28
2.2.6 LCD дисплей.....	30

					<b>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Яцишен О.А.			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Луцик Н.С.			5	70	
Рецензент					<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.					
Зав. каф.		Осухівська Г.М.					
					<b>Комп'ютеризована система відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції</b>		

2.3	Схема електрична принципова пристрою для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції .....	31
2.4	Обґрунтування вибору хмарної платформи для реалізації комп'ютеризованої системи .....	32
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА .....		34
3.1	Розробка алгоритму роботи системи моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій.....	34
3.2	Налаштування середовища Arduino Cloud для розробки ПЗ .....	36
3.2.1	Створення об'єкта в Arduino Cloud .....	36
3.2.2	Створення змінних та встановлення бібліотек .....	38
3.3	Розробка програмного забезпечення.....	39
3.4	Тестування системи моніторингу роботи сонячної міні-електростанції .....	43
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....		45
4.1	Долікарська допомога при ураженні електричним струмом .....	45
4.2	Вплив електромагнітних полів на людину та заходи щодо зменшення їх впливу на обслуговуючий персонал .....	47
ВИСНОВКИ .....		51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....		52
Додаток А Технічне завдання.....		56
Додаток Б Перелік елементів .....		66
Додаток В Лістинг програми.....		68

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

IoT – Internet of Things;

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

БЖ – блок живлення;

КС – комп'ютеризована система;

МК – мікроконтролер;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

СМ – система моніторингу.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Зростання енергетичних потреб та екологічні проблеми, пов'язані з використанням традиційних джерел енергії, стимулюють розвиток альтернативних джерел, серед яких особливо виділяється сонячна енергія. Сонячні міні-електростанції стають все більш популярними, оскільки вони дозволяють зменшити залежність від викопного палива та сприяють зниженню викидів парникових газів. Проте ефективність таких електростанцій може бути значно вищою за умови впровадження сучасних технологій моніторингу та керування їх роботою.

Існуючі системи моніторингу сонячних електростанцій часто мають ряд недоліків, таких як висока вартість, складність у налаштуванні та експлуатації, обмежений набір функцій та неможливість візуалізації даних у хмарному середовищі. Тому розробка доступної, ефективної та простої у використанні системи моніторингу є актуальною задачею.

Комп'ютеризована система для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції дозволить не лише підвищити ефективність генерації електроенергії, але й забезпечить зручність використання та можливість віддаленого моніторингу. Це, в свою чергу, сприятиме популяризації та широкому впровадженню сонячних електростанцій у побутових та промислових умовах.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка та впровадження комп'ютеризованої системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції. Для досягнення мети роботи необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз існуючих систем моніторингу сонячних електростанцій, їх переваг та недоліків;
- розробити апаратне забезпечення системи, включаючи вибір компонентів та розробку електричної принципової схеми;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення для роботи системи, яке забезпечить збір даних з давачів, їх обробку, виведення на дисплей та передачу у хмарну платформу;

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– провести тестування розробленої системи в реальних умовах та оцінити її ефективність.

В результаті виконання даної кваліфікаційної роботи очікується отримати функціонуючу комп'ютеризовану систему для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції, яка буде здатна забезпечити ефективний моніторинг основних параметрів генерації електроенергії.

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

## 1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи

У зв'язку з ростом зацікавленості в альтернативних джерелах енергії та збільшенням популярності сонячних електростанцій, актуальним завданням є реалізація комп'ютеризованої системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції. Для забезпечення оптимальної роботи системи, необхідно провести детальний аналіз вимог, враховуючи різноманітні аспекти, такі як точність вимірювань, надійність, зручність у використанні та можливість розширення функціональності.

Першою ключовою вимогою є точність вимірювань параметрів роботи сонячної міні-електростанції. Система повинна забезпечувати високу точність вимірювань як струму та напруги, так і температури та освітленості. Це важливо для забезпечення коректного контролю та оптимізації роботи електростанції в різних умовах.

Надійність є ще однією важливою вимогою до комп'ютеризованої системи. Система повинна працювати стабільно навіть в умовах зміни погодних умов та температурних коливань. Це гарантує безперебійний моніторинг та контроль за роботою сонячної електростанції.

Система повинна бути легкою у використанні та налаштуванні. Це важливо для того, щоб оператор системи міг швидко та ефективно взаємодіяти з нею, виконуючи потрібні налаштування та отримуючи необхідну інформацію.

Однією з ключових вимог є можливість розширення функціональності системи у майбутньому. Вона повинна бути готовою до інтеграції нових функцій та додаткових модулів, що можуть підвищити її продуктивність та корисність у майбутньому.

					<b>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Яцишен О.А.			<b>Аналіз технічного завдання</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Перевірів		Луцик Н.С.					10	8
Рецензент						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Загальний аналіз вимог до комп'ютеризованої системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції показує, що система повинна бути високоточною, надійною, зручною у використанні та готовою до розширення функціональності. Це забезпечить ефективний контроль та оптимізацію роботи сонячної електростанції, що має велике значення в умовах зростаючого інтересу до використання сонячної енергії.

## 1.2 Огляд існуючих засобів моніторингу роботи сонячних міні-електростанцій

### 1.2.1 Класифікація систем моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій

Системи моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій можуть бути класифіковані за різними критеріями, такими як тип підключення, спосіб збирання даних, функціональні можливості та масштабованість. Основні типи систем моніторингу включають автономні системи, локальні системи з дротовим підключенням, бездротові системи та хмарні системи.

Автономні системи зазвичай складаються з датчиків і контролерів, які безпосередньо підключені до сонячної електростанції і здійснюють локальний моніторинг. Дані зчитуються і зберігаються на локальних пристроях, таких як мікроконтролери або локальні сервери. Основною перевагою автономних систем є відсутність залежності від зовнішніх мереж, що забезпечує високу надійність та безперебійність роботи. Проте їх можливості щодо аналізу даних та масштабованості є обмеженими.

Локальні системи з дротовим підключенням використовують з'єднання з провідників для передачі даних від датчиків до центрального контролера або сервера. Такі системи забезпечують стабільну і надійну передачу даних без ризику втрат, проте потребують складної інсталяції та можуть бути менш гнучкими у порівнянні з бездротовими рішеннями. Вони підходять для невеликих та середніх

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за масштабами сонячних електростанцій, де прокладання кабелів не є великою проблемою.

Використання бездротових технологій, таких як Wi-Fi, Zigbee або LoRaWAN, дозволяє значно спростити встановлення та забезпечити гнучкість у розміщенні датчиків. Бездротові системи ідеально підходять для великих сонячних електростанцій або у випадках, коли прокладання кабелів є складним або дорогим. Одним з недоліків таких систем може бути ризик переривання зв'язку через зовнішні перешкоди або великі відстані між компонентами.

Хмарні системи поєднують переваги бездротових технологій з потужними можливостями хмарних обчислень. Дані з датчиків передаються на хмарні платформи, де вони можуть бути збережені, оброблені та проаналізовані у реальному часі. Хмарні системи забезпечують високу масштабованість, можливість дистанційного моніторингу та доступ до даних з будь-якого місця з підключенням до Інтернету. Однак вони можуть вимагати постійного інтернет-з'єднання та мають певні ризики, пов'язані з безпекою даних.

Таким чином, класифікація систем моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій дозволяє вибрати оптимальне рішення залежно від специфічних потреб та умов експлуатації.

### 1.2.2 Система Growatt для відстеження роботи сонячних електростанцій

Система Growatt [1] – це інтегроване рішення, яке забезпечує моніторинг та управління сонячною електростанцією через інтернет (рис. 1.1). Система Growatt має можливість підключення до Інтернету через Wi-Fi, що дозволяє операторам моніторити та керувати роботою сонячної електростанції з будь-якого місця за допомогою спеціального додатку або веб-інтерфейсу. Користувачі можуть отримувати детальну інформацію про виробництво електроенергії, стан обладнання та інші параметри роботи сонячної електростанції.

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.1 – Система Growatt для відстеження роботи сонячних електростанцій

Система Growatt надає звіти та аналіз ефективності роботи сонячної електростанції, що дозволяє виявляти проблеми та оптимізувати робочі параметри для підвищення виробництва електроенергії.

Ця система може інтегруватися з хмарними платформами для збереження та аналізу даних, що дозволяє отримати зручний доступ до інформації та забезпечує її надійне зберігання.

Однак, серед недоліків можна виділити те, що система Growatt може бути відносно дорогим рішенням, особливо для невеликих сонячних електростанцій. Встановлення та налаштування системи може вимагати додаткових знань та навичок у сфері сонячної енергетики.

### 1.2.3 Система моніторингу параметрів сонячної електростанції Smart MAC

Система Smart MAC [2] – це комплексне рішення, призначене для контролю та аналізу роботи сонячної електростанції (рис. 1.2). Вона забезпечує можливість моніторингу ключових параметрів сонячної електростанції в режимі реального

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

часу. Вона надає інформацію про вироблену електроенергію, стан обладнання та інші параметри.

Однією з переваг цієї системи є її висока точність вимірювань, що забезпечує надійні дані для подальшого аналізу та управління електростанцією. Крім того, система має компактний дизайн та простий у встановленні та налаштуванні інтерфейс.



Рисунок 1.2 – Система моніторингу параметрів сонячної електростанції Smart MAC

Іншою перевагою є можливість підключення Smart MAC до інтернету за допомогою Wi-Fi або GSM, що дозволяє отримувати доступ до даних про електростанцію з будь-якого місця, де є підключення до мережі.

Серед недоліків можна відзначити високу вартість системи та можливу складність в інтеграції з іншими компонентами сонячної електростанції. Деякі користувачі можуть також зазнавати труднощі з налаштуванням системи та використанням її функцій.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У порівнянні з проєктованою системою, Smart MAC має схожі особливості, але вона є менш гнучкою та більш витратною. Тим не менш, вона є потенційним аналогом і може задовольнити потреби користувачів у моніторингу параметрів сонячних електростанцій.

#### 1.2.4 Система віддаленого моніторингу пристроїв з сонячними батареями Solar-Log

Система віддаленого моніторингу пристроїв з сонячними батареями Solar-Log [3] є комплексним рішенням, розробленим для ефективного контролю та управління сонячними електростанціями (рис. 1.3). Ця система забезпечує моніторинг ключових параметрів сонячної електростанції. Вона включає в себе функції спостереження за виробленням електроенергії, станом обладнання та діагностики проблем.

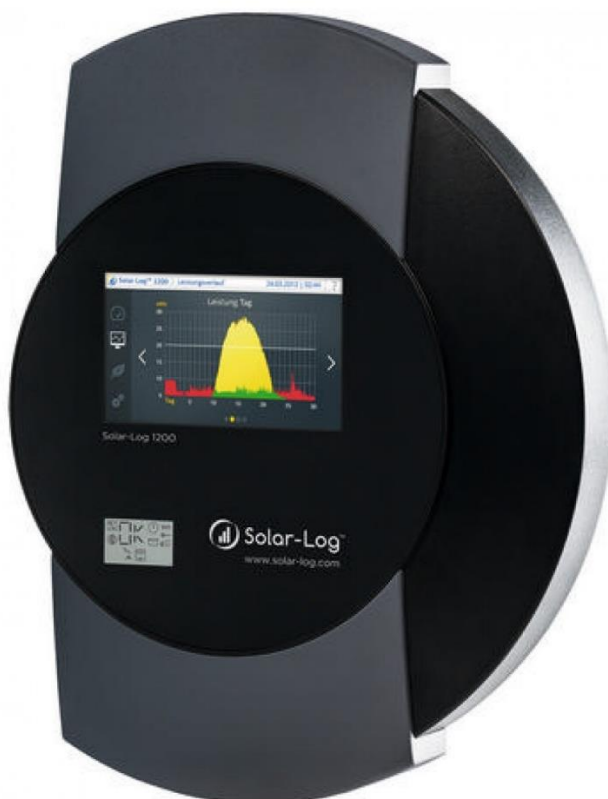


Рисунок 1.3 – Система віддаленого моніторингу пристроїв з сонячними батареями Solar-Log

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Можливість віддаленого доступу до системи реалізована через інтернет за допомогою вбудованого веб-інтерфейсу. Це дозволяє операторам моніторити роботу електростанції з будь-якого місця, де є інтернет.

Solar-Log має вбудовані функції аналізу даних та генерації звітів, що дозволяє операторам отримувати детальну інформацію про продуктивність електростанції та здійснювати аналіз її ефективності.

Недоліком системи є висока вартість. Крім того, інтеграція системи Solar-Log з іншими пристроями та системами може виявитися складною.

Загалом, система віддаленого моніторингу Solar-Log є потужним та надійним інструментом для контролю та управління сонячними електростанціями, але вона може бути не доступною для всіх користувачів через високу вартість та складність інтеграції.

#### 1.2.5 Результати порівняльного аналізу засобів моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій

Порівняльний аналіз засобів моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій виявив різноманітність доступних на ринку рішень з цієї області. Результати аналізу показали, що існують різні системи, такі як Growatt, Smart MAC, Solar-Log. Кожен з цих засобів має свої переваги та обмеження.

Система Growatt відзначається своєю надійністю та функціональністю, а також простотою в управлінні. Вона забезпечує високу точність моніторингу та можливість доступу до даних через інтернет, але може бути витратною та складною в установці.

Системи Smart MAC та Solar-Log навпаки, відрізняються високою точністю вимірювань та можливістю безпроводного підключення до інтернету. Однак, вони можуть бути дорогим рішенням та вимагати певного рівня експертизи для налаштування та експлуатації.

Системи на базі мікроконтролерів ESP8266 та ESP32, хоча й мають менші можливості у порівнянні з комерційними рішеннями, пропонують широкі

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

можливості кастомізації та знижену вартість. Вони можуть бути ефективними для DIY-проектів та експериментів.

Загалом, результати аналізу показують, що кожен з цих засобів має свої переваги та обмеження, і вибір між ними повинен базуватися на конкретних потребах та вимогах користувача.

### 1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

У процесі розробки комп'ютеризованої системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції розглядалися різні можливі рішення для досягнення поставленої мети. Ретельний аналіз включав оцінку технічних можливостей, вартості, надійності та зручності у використанні кожного з рішень. Нижче наведено основні аспекти розглянутих альтернатив.

Одним з ключових аспектів був вибір датчиків для вимірювання параметрів сонячної міні-електростанції, таких як освітленість, температура, напруга та струм. Розглядалися різні типи датчиків з урахуванням їх точності, надійності та вартості.

Також необхідно обрати платформу для моніторингу, яка забезпечить збір, аналіз та відображення даних про роботу сонячної електростанції. Розглядалося використання мікроконтролерів Arduino, ESP32 або ESP8266, а також можливість застосування хмарних сервісів.

Було проаналізовано різні варіанти інтерфейсу користувача, включаючи локальні дисплеї LCD, мобільні додатки та веб-інтерфейси. Враховувалася зручність використання та доступність інтерфейсу для оператора системи.

Аналіз цих можливих рішень допоміг обрати оптимальні технічні та функціональні характеристики комп'ютеризованої системи, які найкращим чином відповідають вимогам та цілям проекту.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Синтез структурної схеми системи моніторингу роботи сонячної міні-електростанції

Проектування системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції на початковому етапі передбачає розроблення структурної схеми, що включає в себе:

- давач напруги та струму;
- давач освітленості;
- давач температури;
- мікроконтролер ESP8266;
- LCD-дисплей;
- хмарну платформу;
- смартфон та комп'ютер.

Давач напруги та струму вимірює параметри електричної енергії, генерованої сонячною панеллю. Давач освітленості вимірює рівень освітленості навколишнього середовища. Давач температури вимірює температуру компонентів системи. Усі ці давачі підключені до мікроконтролера ESP8266.

Мікроконтролер ESP8266 – це центральний елемент системи, який збирає дані від давачів напруги та струму, освітленості та температури. Мікроконтролер обробляє отримані дані та відображає їх на LCD-дисплеї. Крім того, мікроконтролер ESP8266 передає ці дані на хмарну платформу через Wi-Fi.

LCD-дисплей відображає реальні дані про напругу, струм, освітленість та температуру, отримані від мікроконтролера ESP8266. Користувач може переглядати ці параметри безпосередньо на дисплеї.

					<b>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Яцишен О.А.			<b>Проектна частина</b>	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Луцик Н.С.					18	16
Рецензент						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Хмарна платформа приймає дані, надіслані мікроконтролером ESP8266, і зберігає їх для подальшого аналізу. Хмарна платформа дозволяє дистанційно відстежувати параметри роботи сонячної міні-електростанції через інтернет.

Для доступу до даних, збережених на хмарній платформі можуть використовуватись смартфон чи комп'ютер. Користувач може переглядати та аналізувати параметри роботи сонячної міні-електростанції в реальному часі за допомогою спеціальних додатків або веб-інтерфейсу.

Структурна схема системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції наведена на рис. 2.1.

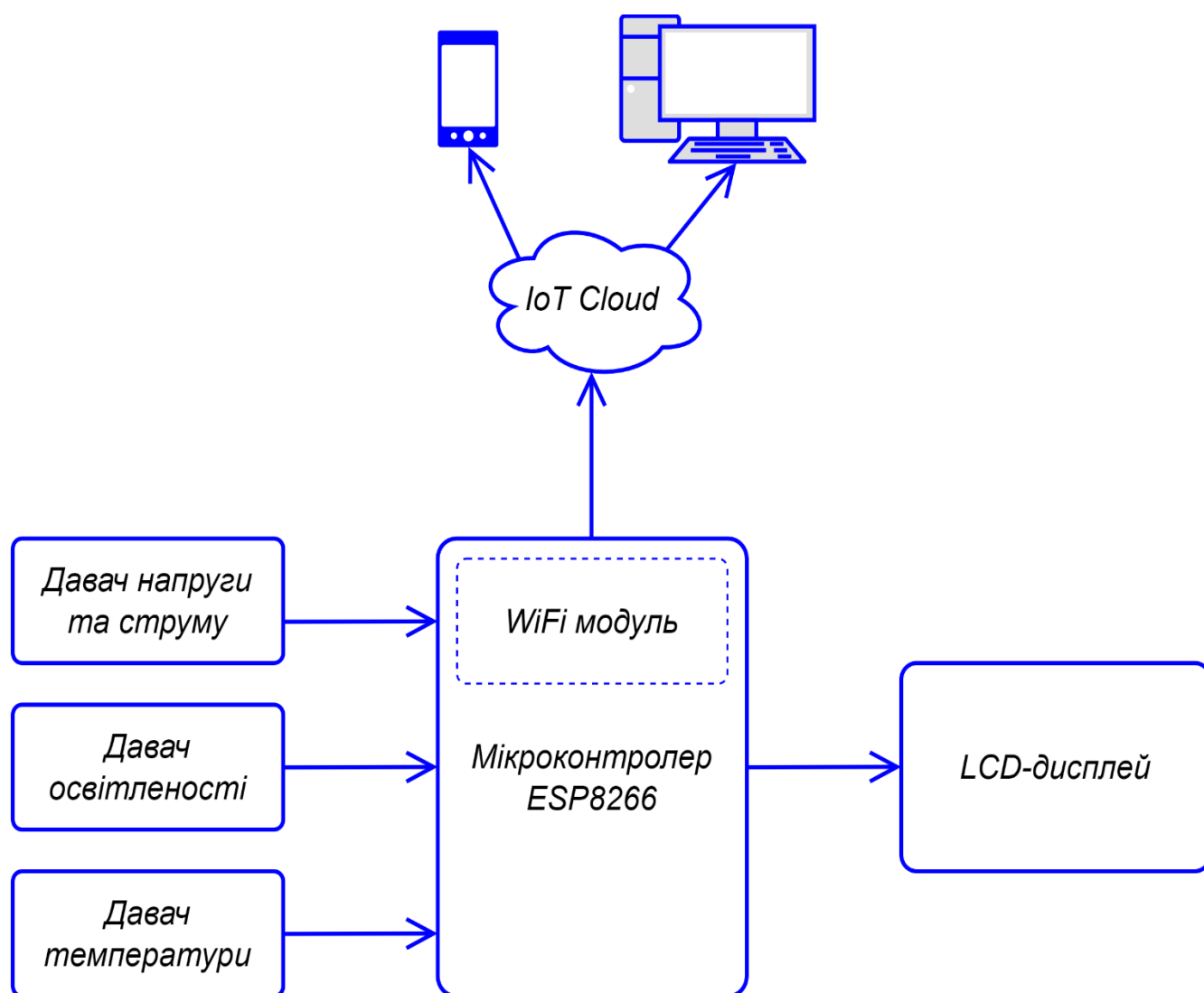


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції

Взаємодія між компонентами забезпечується наступним чином: датчики передають дані на мікроконтролер ESP8266, який обробляє та відображає ці дані на LCD-дисплеї і надсилає їх на хмарну платформу. Хмарна платформа зберігає дані і забезпечує доступ до них через смартфон або комп'ютер. Це дозволяє користувачу постійно моніторити стан системи та приймати обґрунтовані рішення щодо її експлуатації.

## 2.2 Розробка апаратної частини засобів комп'ютеризованої системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції

### 2.2.1 Модуль ESP8266

ESP8266 є популярним модулем на основі мікроконтролера [4], який забезпечує можливість безпроводного зв'язку для вбудованих систем (рис. 2.2). Однією з основних переваг ESP8266 є вбудований Wi-Fi, що дозволяє забезпечити безпроводний зв'язок з іншими пристроями, мережами чи хмарними сервісами.

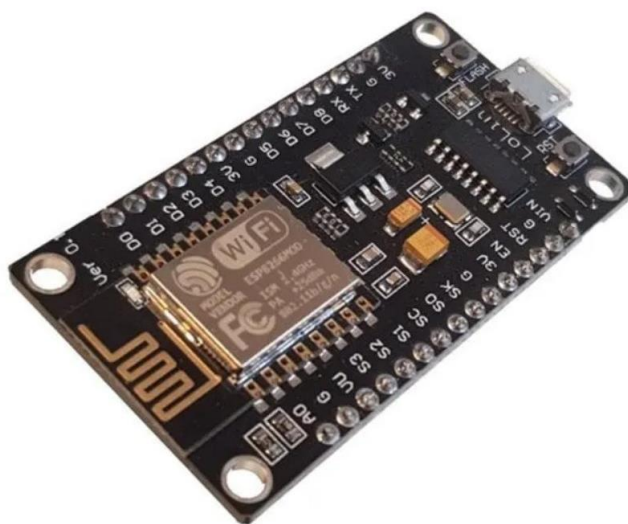


Рисунок 2.2 – Модуль ESP8266

ESP8266 є відносно дешевим у порівнянні з іншими мікроконтролерами, що робить його доступним для широкого кола проєктів. Функції виводів модуля ESP8266 зображені на рис. 2.3.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

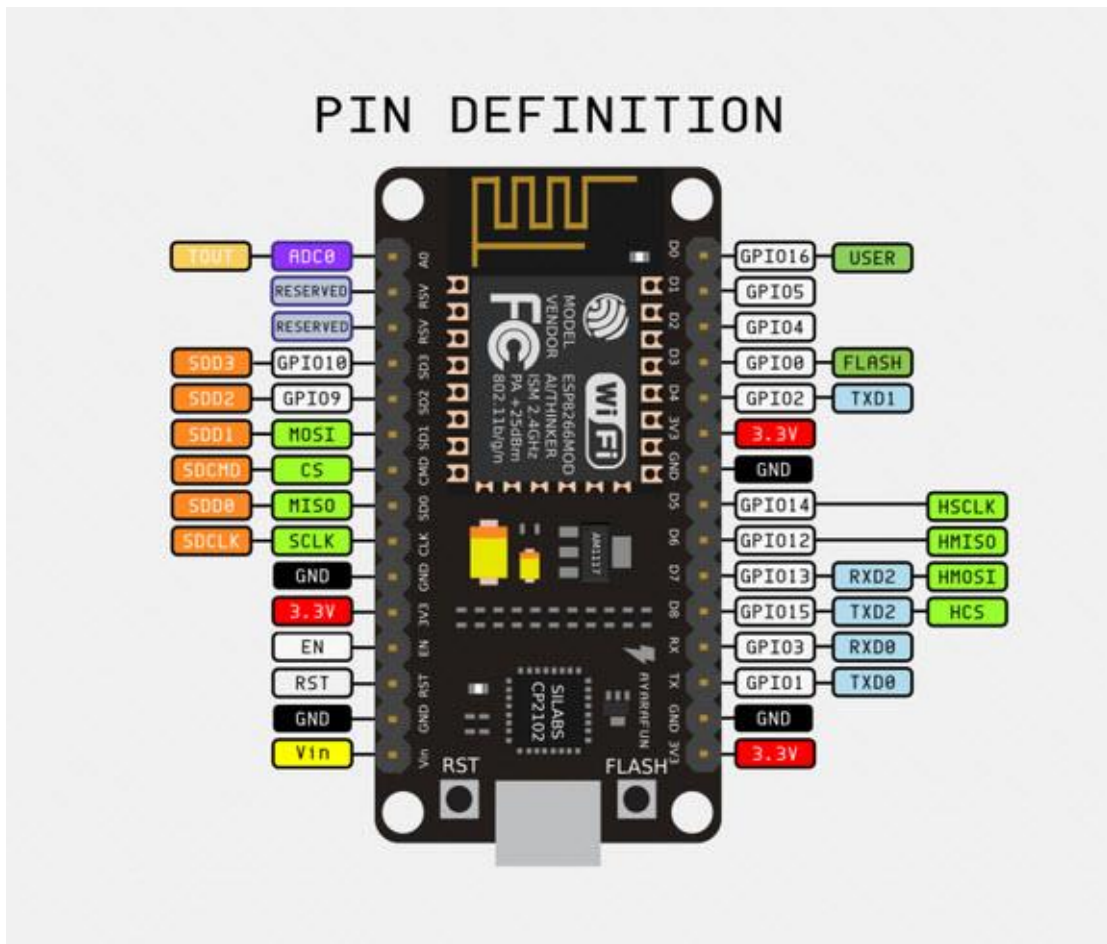


Рисунок 2.3 – Функції виводів модуля ESP8266

Модуль ESP8266 підтримує різні мови програмування, включаючи C/C++, MicroPython та NodeMCU Lua, що робить його дуже гнучким та пристосованим до потреб розробника. ESP8266 має достатньо потужності для виконання складних завдань, таких як обробка даних, зв'язок з мережами та обробка сигналів в реальному часі.

Мікроконтролер ESP8266MOD має вбудовану флеш-пам'ять для зберігання програмного коду та даних. Ця пам'ять може використовуватись для зберігання веб-сторінок, налаштувань та інших файлів. Внутрішня будова ESP8266MOD забезпечує йому широкі можливості для розробки різноманітних IoT пристроїв, включаючи системи моніторингу, керування віддаленими пристроями, smart-home рішення та багато іншого (рис. 2.4). Розмір ESP8266 дозволяє легко інтегрувати його в різні пристрої та системи без значного збільшення їх розмірів.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

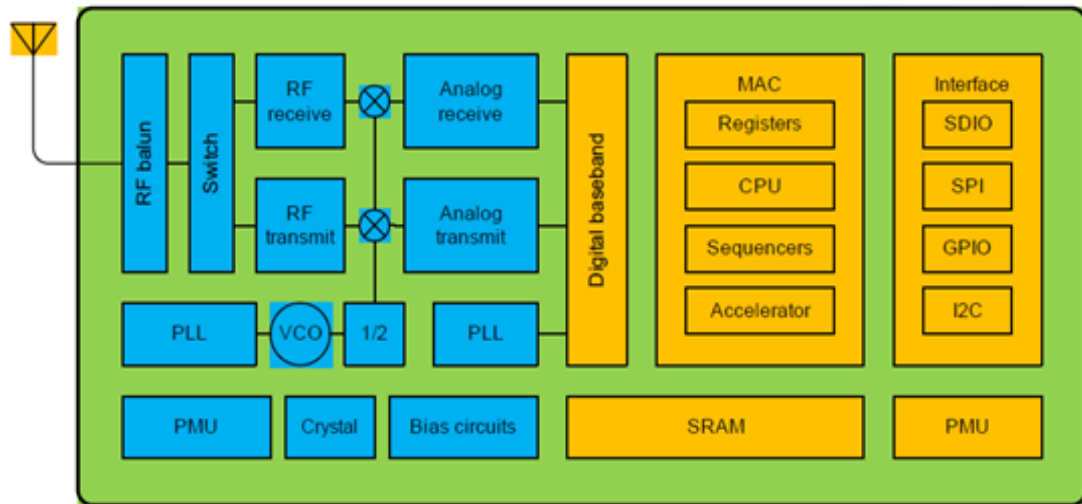


Рисунок 2.4 – Структура мікроконтролера ESP8266MOD

Завдяки своїй популярності, ESP8266 має широку спільноту користувачів, що дозволяє швидко знаходити відповіді на питання та отримувати допомогу в разі потреби. Характеристики модуля ESP8266 наведені в табл. 2.1 [7].

Таблиця 2.1 – Характеристики модуля ESP8266

Характеристика	Значення
Частота мікроконтролера	80 МГц
Кількість аналогових входів	1
Кількість цифрових виводів	9
Інтерфейси цифрових виводів	SPI, I <sup>2</sup> C, UART
Напруга	3,3 В
Споживання струму	100 мА
Максимальний струм виводів	12 мА
Об'єм пам'яті	512 кБ

Загалом, модуль ESP8266 є чудовим вибором як основний елемент для реалізації системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції, оскільки він забезпечує потужність, гнучкість та можливість безпроводного зв'язку, необхідні для успішної реалізації такого проєкту.

### 2.2.2 Сонячна панель

Сонячна панель розміром 110x60 мм – це невелике, компактне джерело електроенергії, призначене для застосування у проєктованій системі (рис. 2.5). Вона має потужність 1 Вт та напругу 6 В, що робить її хорошим рішенням для живлення електронних пристроїв за допомогою сонячної міні-електростанції.



Рисунок 2.5 – Сонячна панель

Завдяки своїм компактним габаритам 110x60 мм, ця сонячна панель легко вбудовується в будь-яку конструкцію, а також може бути переносною, що робить її зручною для застосування у різних умовах. Вона володіє високою ефективністю та стійкістю до впливу навколишнього середовища. Це дозволяє їй ефективно працювати навіть в умовах змінної погоди. Ця сонячна панель є простим та доступним джерелом електроенергії для живлення електронних пристроїв за допомогою сонячної міні-електростанції.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



### 2.2.3 Давач напруги та струму INA219

INA219 є цифровим давачем, призначеним для вимірювання як напруги, так і струму в електричних колах (рис. 2.6). Цей сенсор має інтерфейс I<sup>2</sup>C для під'єднання до мікроконтролерів та інших пристроїв [5].

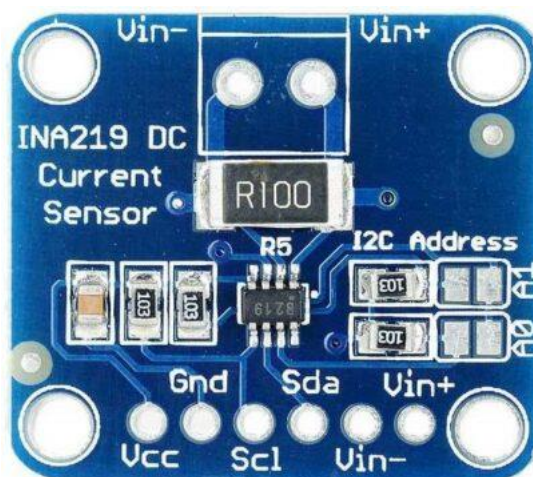


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд давача INA219

Давач INA219 забезпечує точне вимірювання як напруги, так і струму, тому його часто використовують в системах моніторингу електроенергії. Цей давач може вимірювати напругу в діапазоні від 0 до 26 В з точністю до  $\pm 0,4\%$ , а також струм в діапазоні від -3,2 А до +3,2 А з точністю до  $\pm 1\%$ .

Основним елементом модуля давача є мікросхема INA219. Цей компонент відповідає за вимірювання напруги та струму у системі і підключається до решти електричних компонентів. Резистори для вимірювання струму використовуються для створення напруги, що пропорційна струму, який протікає через коло. Резистори для регулювання напруги зсуву використовуються для налаштування точності та діапазону вимірювань.

Клеми для підключення провідників призначені для з'єднання давача з електричним колом, в якому проводиться вимірювання. Конденсатор, який призначений для стабілізації напруги, застосовуються для зменшення шуму і підвищення стабільності вимірювань, а також для захисту мікросхеми від коливань напруги.

Усі ці компоненти і з'єднання утворюють електричну схему модуля давача INA219, яка забезпечує його коректну та надійну роботу при вимірюванні напруги та струму у системі моніторингу сонячної міні-електростанції (рис. 2.7).

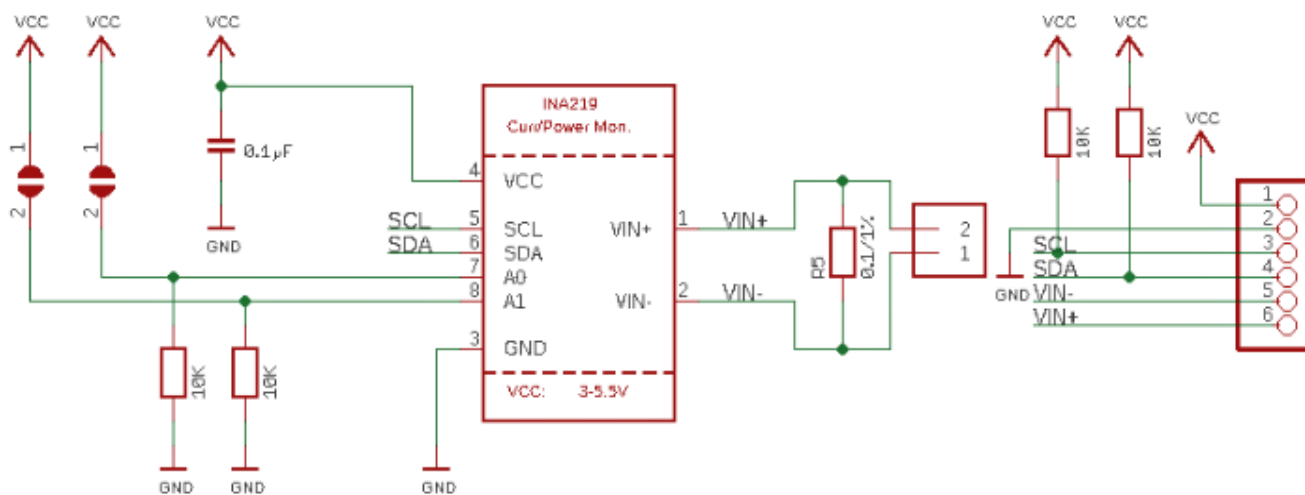


Рисунок 2.7 – Електрична схема модуля давача INA219

INA219 також має вбудовану функцію вимірювання потужності та розрахунку енергії, що дозволяє отримувати додаткові дані про електричні параметри системи. В табл. 2.2 наведені характеристики давача INA219.

Таблиця 2.2 – Характеристики давача INA219

Параметр	Значення
Максимальний вимірюваний струм	3,2 А
Точність вимірювання струму	0,8 мА
Максимальна вимірювана напруга	26 В
Дрейф в робочому діапазоні	100 мкВ
Роздільна здатність вимірювача	12-біт
Інтерфейс	I <sup>2</sup> C
Швидкість інтерфейсу	3,4 МГц
Внутрішні дані	виміряний струм та потужність
Напруга живлення	від 3 В до 5 В
Робоча температура	від -40 °С до 85 °С

Давач INA219 є зручним і доступним інструментом для вимірювання напруги, струму та потужності, який може бути використаний для реалізації системи моніторингу сонячної міні-електростанції.

#### 2.3.4. Давач освітленості GY-302

GY-302 є цифровим давачем освітленості навколишнього середовища, який побудований на основі мікросхеми BH1750. Він відіграє важливу роль в проєктованій системі, оскільки дає можливість вимірювання інтенсивності світла, визначити наявність темної чи світлої пори доби, а також рівень видимості з врахуванням погодних умов. Додатковою перевагою є можливість використання фільтрів для компенсації впливу прямого сонячного світла, що є важливим для точних вимірювань в умовах високої інтенсивності освітлення.

Передача даних від давача здійснюється по цифровому I<sup>2</sup>C інтерфейсу, що було одним з визначальних факторів при його виборі. GY-302 має високу роздільну здатність. Функція відключення живлення забезпечує низький рівень енергоспоживання давача. На рис. 2.8 зображений зовнішній вигляд давача освітленості GY-302 та функціональне призначення його виводів.

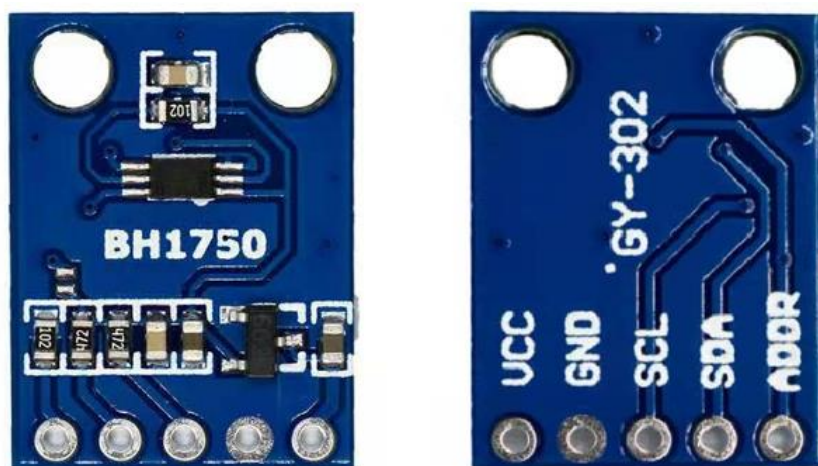


Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд давача освітленості GY-302

Модуль GY-302 має п'ять виводів, два з яких (VCC і GND) служать для подачі напруги живлення. Виводи SDA та SCL призначені для підключення до

шини I<sup>2</sup>C з метою обміну даними. В табл. 2.3 описані основні параметри та характеристики давача освітленості GY-302.

Таблиця 2.3 – Характеристики давача освітленості GY-302

Параметр	Значення
Оригінальний чіп	BH1750FVI
Інтерфейс	I <sup>2</sup> C
Діапазон вимірювання	0-65535 лк
Точність вимірювання	± 1 люкс
Довжина хвилі, яка вимірюється	560 нм
Спектральна характеристика	близька до візуальної чутливості
Розрядність АЦП	16 біт
Напруга живлення	3 – 5 В
Струм споживання	120 мкА
Струм споживання в режимі очікування	0,01 мкА

На рис. 2.9. зображена електрична схема модуля давача освітленості GY-302. На ній присутній перетворювач напруги U1 з 5 В на 3,3 В, вхід та вихід якого під'єднані до фільтруючих конденсаторів C4 і C6, що використовуються для зменшення шуму та підвищення стабільності вимірювань, а також для захисту мікросхеми BH1750 від коливань напруги. Мікросхема BH1750 – це основний давач, який відповідає за вимірювання рівня освітленості. Він має вбудований фотодіод та оптичні фільтри для точнішого вимірювання. BH1750 генерує вихідні цифрові дані для шини I<sup>2</sup>C.

Усі ці компоненти і з'єднання утворюють електричну схему модуля давача освітленості GY-302 на базі мікросхеми BH1750, яка забезпечує його коректну та надійну роботу при вимірюванні рівня освітленості у системі моніторингу сонячної міні-електростанції.

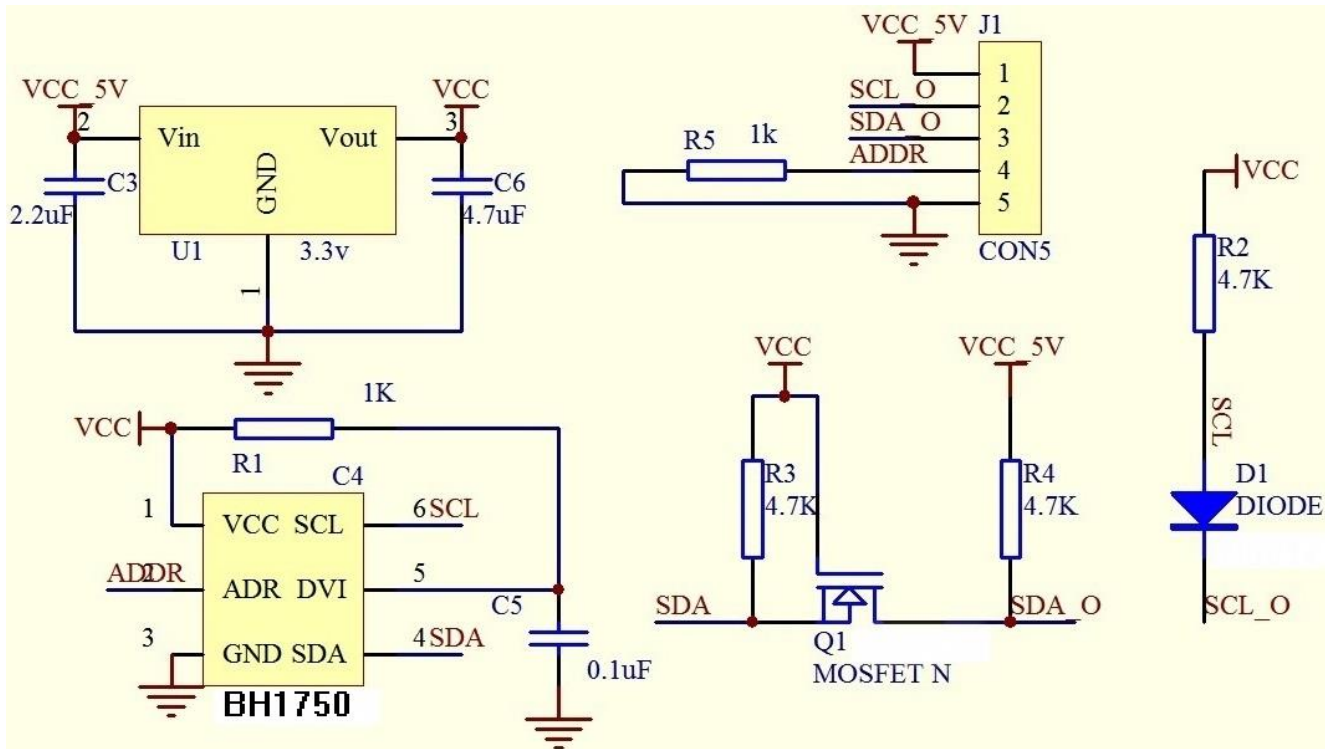


Рисунок 2.9 – Електрична схема давача освітленості GY-302

У цій системі GY-302 використовується для забезпечення надійного та точного вимірювання інтенсивності сонячного світла, що дозволяє ефективно контролювати роботу сонячної міні-електростанції та оптимізувати її продуктивність.

### 2.2.5 Давач температури DS18B20

DS18B20 – це цифровий давач для вимірювання температури в системах моніторингу та контролю. Він використовує 1-провідний цифровий інтерфейс, що дозволяє зручно підключати його до мікроконтролерів та інших пристроїв (рис. 2.10). DS18B20 має високу точність вимірювань температури, що робить його ідеальним для вимірювання температурних умов у системах енергетичного контролю. Цей давач може працювати в діапазоні температур від -55 °C до +125 °C, що дозволяє вимірювати температуру в широкому спектрі умов.



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд та призначення виводів датчика температури DS18B20

Структурна схема датчика температури DS18B20 представлена на рис. 2.11. На ній показаний взаємозв'язок між основними компонентами, необхідними для правильної роботи датчика та обміну даними про температуру з мікроконтролером або іншими пристроями.

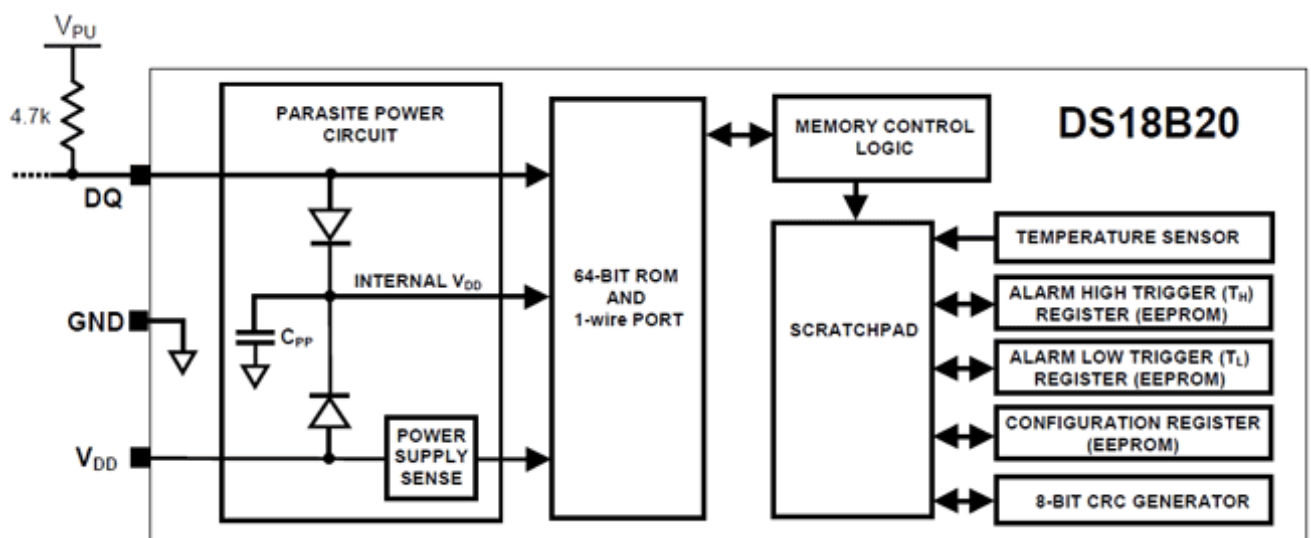


Рисунок 2.11 – Структура датчика температури DS18B20

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Загалом, DS18B20 є надійним та точним давачем температури, який може бути легко інтегрований у систему моніторингу сонячних міні-електростанцій для вимірювання температурних умов та забезпечення оптимального функціонування системи.

### 2.2.6 LCD дисплей

LCD 1602 є символним дисплеєм, що складається з 16 рядків по 2 символи в кожному. Цей тип дисплея дуже поширений і використовується для виведення текстової інформації у багатьох проєктах (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – LCD дисплей

Вивід тексту та символів на дисплей здійснюється за допомогою рідинних кристалів (LCD), що забезпечує чітке та контрастне відображення. LCD 1602 має вбудоване підсвічування, що дозволяє використовувати дисплей у темних умовах. LCD дисплей характеризується економією енергії, що дозволяє використовувати його в автономних пристроях.

LCD 1602 є надійним та зручним засобом виведення текстової інформації в системі моніторингу сонячної міні-електростанції, дозволяючи виводити дані про параметри роботи або іншу інформацію для користувача.

## 2.3 Схема електрична принципова пристрою для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції

Рис. 2.13 зображує електричну принципову схему пристрою для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції.

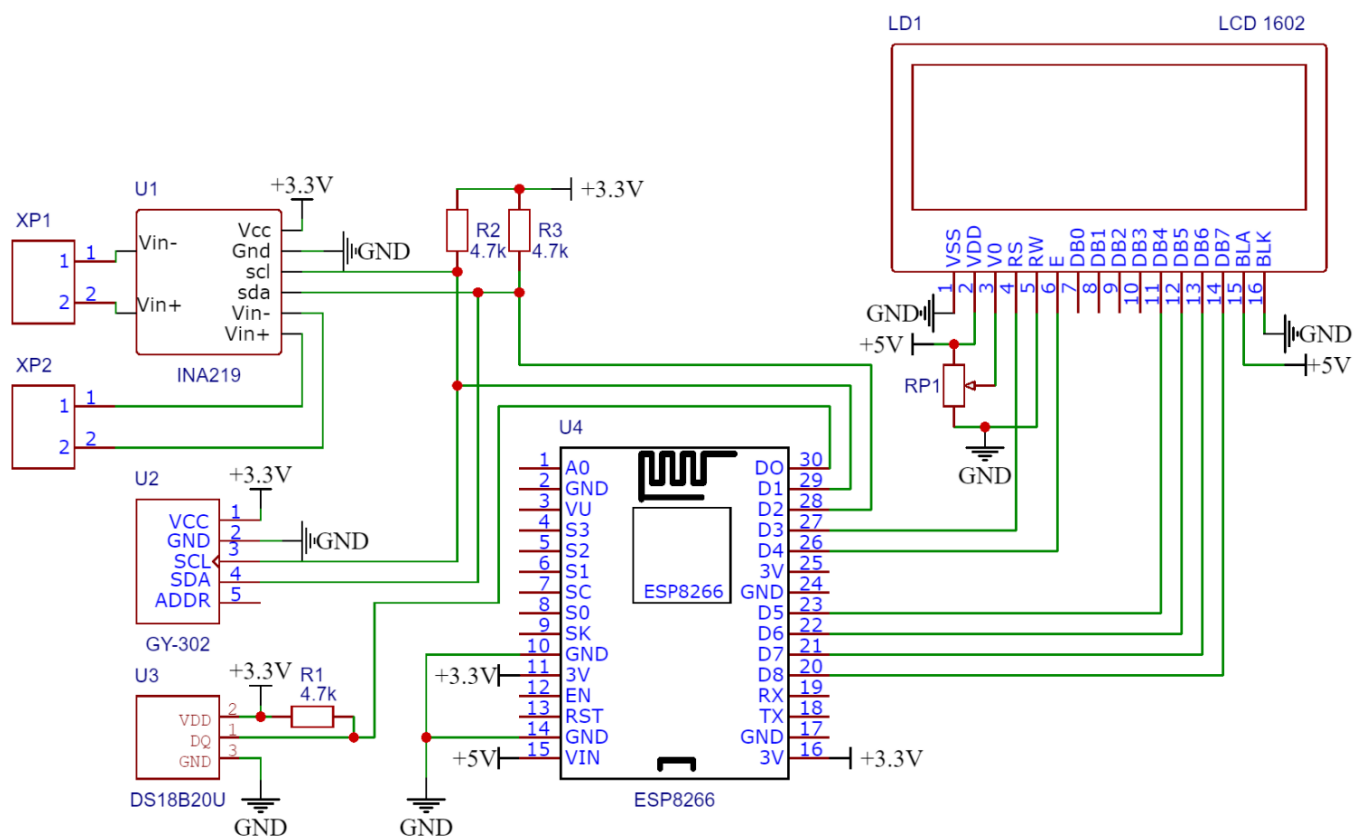


Рисунок 2.13 – Електрична принципова схема пристрою для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції

У цій схемі використовуються різноманітні електронні компоненти, включаючи давач напруги та струму (U1), роз'єми XP1 та XP2, давач освітленості (U2), давач температури (U3), мікроконтролер ESP8266 (U4), а також резистори R1, R2 та R3 (з опором 4,7 кОм).

Особливості з'єднань цих елементів полягають у належному взаємозв'язку між ними для забезпечення правильної передачі та обробки інформації з



використанням I<sup>2</sup>C протоколу. Наприклад, давач напруги та струму (U1) з'єднаний з ESP8266 (U4) для передачі даних про вироблену електроенергію, а давач освітленості (U2) та давач температури (U3) підключені для вимірювання освітленості та температури навколишнього середовища відповідно.

Роз'єми (XP1, XP2) використовуються для підключення виводів сонячної панелі до системи. Крім того, резистори R1, R2 та R3 використовуються для забезпечення необхідного рівня напруги (3,3 В) для правильної роботи I<sup>2</sup>C інтерфейсу.

Також у схемі присутній рідкокристалічний дисплей (LD1), який використовуються для візуалізації отриманих даних від системи відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції.

#### 2.4 Обґрунтування вибору хмарної платформи для реалізації комп'ютеризованої системи

Для реалізації комп'ютеризованої системи відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції було обрано хмарну платформу Arduino Cloud з численних причин, що включають сумісність з популярними мікроконтролерами, простоту використання, масштабованість, безпеку даних та підтримку хмарних сервісів.

Arduino Cloud спеціально розроблений для взаємодії з поширеними мікроконтролерами, включаючи ESP8266, що забезпечує високу сумісність та стабільність роботи системи (рис. 2.14). Хмарна платформа Arduino Cloud має інтуїтивно зрозумілий і легкий інтерфейс для швидкого налаштування та управління системою.

Arduino Cloud може легко масштабуватися для відстеження та керування багатьма пристроями одночасно, що є корисним для системи, яка включає велику кількість сонячних панелей.

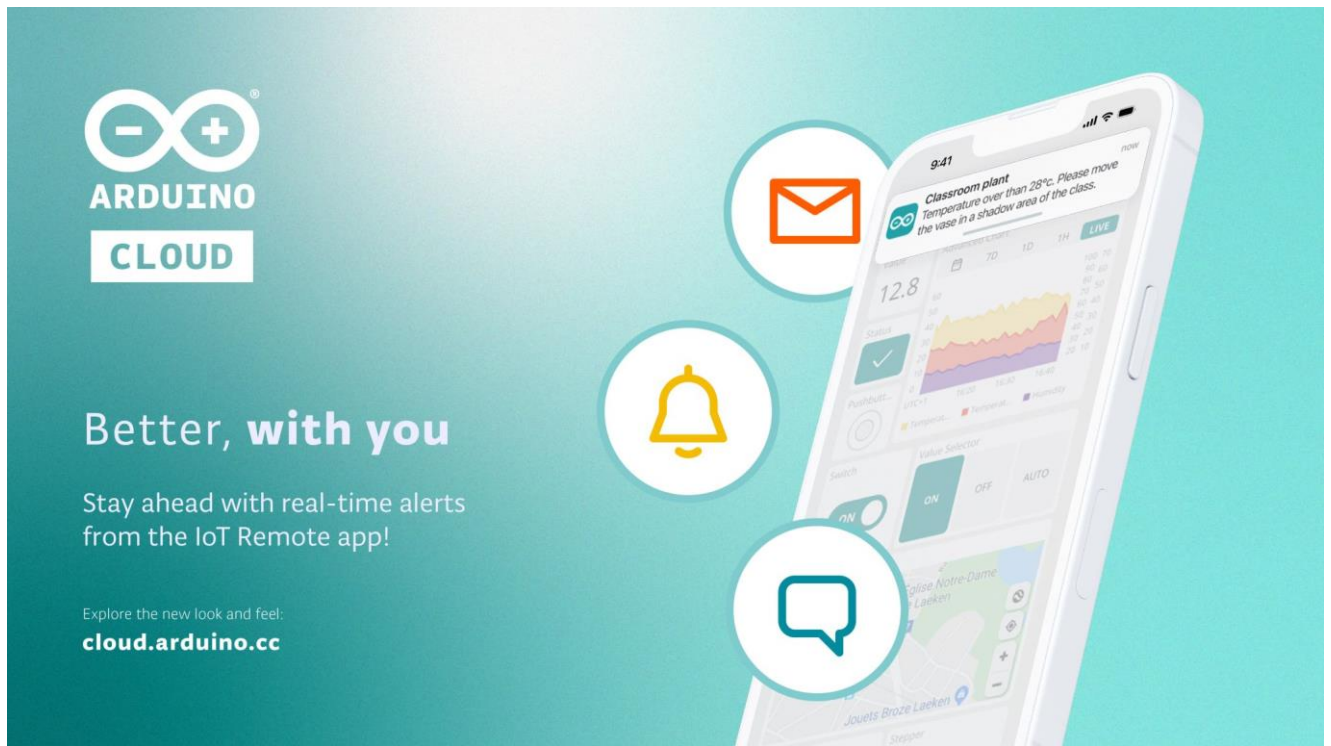


Рисунок 2.14 – Arduino Cloud

Платформа Arduino Cloud забезпечує захист даних за допомогою шифрування та інших заходів безпеки, що забезпечує конфіденційність та цілісність інформації, що передається між пристроями та хмарою. Це середовище інтегрується з різними хмарними сервісами, що дозволяє легко зберігати, відстежувати та аналізувати дані в реальному часі.

Отже, вибір Arduino Cloud як хмарної платформи для реалізації проектованої комп'ютеризованої системи є зручним та ефективним рішенням.

					<b>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

## РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розробка алгоритму роботи системи моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій

Розробка програмного забезпечення для системи моніторингу параметрів сонячних міні-електростанцій включає наступні кроки. Спочатку потрібно визначити параметри, які будуть вимірюватися та відстежуватися системою, такі як напруга, струм, освітленість, температура тощо. На наступному етапі необхідно розробити алгоритм, який визначатиме частоту та спосіб збору даних від датчиків, а також періодичність їх оновлення.

Блок-схема алгоритму програми для мікроконтролера системи моніторингу параметрів роботи сонячної міні-електростанції складається з кількох основних етапів, що виконуються послідовно (рис. 3.1).

На першому етапі програма починається з ініціалізації. Спочатку виконується ініціалізація послідовного інтерфейсу для відладки. Це дозволяє виводити повідомлення в монітор послідовного зв'язку для спостереження за процесом роботи програми.

Наступним кроком є ініціалізація LCD дисплея. Дисплей налаштовується та виводиться повідомлення "Initializing...", що сигналізує про початок процесу налаштування. Після цього виконується ініціалізація всіх датчиків. Далі відбувається налаштування підключення WiFi та зв'язку з хмарною платформою Arduino IoT Cloud, де будуть зберігатися та візуалізуватися дані.

У основному циклі програми виконується зчитування даних з датчиків напруги, струму, освітленості та температури. Напруга вимірюється датчиком INA219, струм перетворюється в ампери і також вимірюється INA219. Датчик BH1750 визначає рівень освітленості, а DS18B20 вимірює температуру.

					<b>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Яцишен О.А.			<b>Практична частина</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевірів</i>		Луцик Н.С.					34	11
<i>Рецензент</i>						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42</b>		
<i>Н. Контр.</i>		Тиш Є.В.						
<i>Зав. каф.</i>		Осухівська Г.М.						

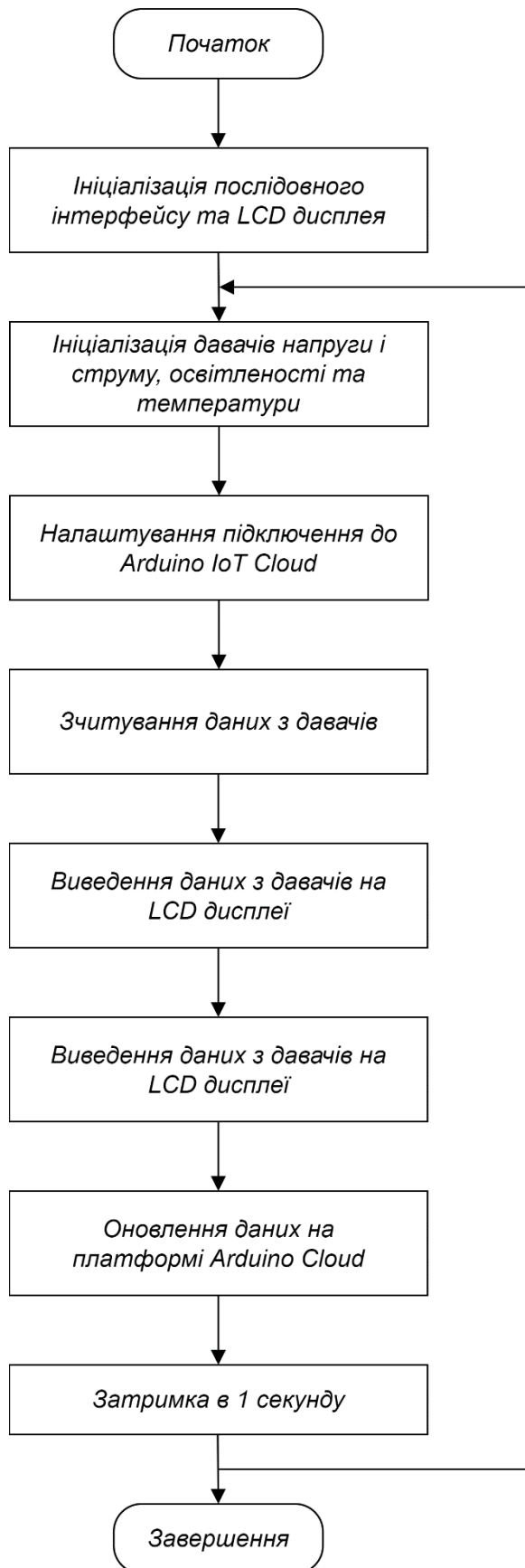


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи програми для моніторингу параметрів сонячної міні-електростанції

Отримані дані відображаються на LCD дисплеї. Програма очищує дисплей і виводить актуальні значення напруги, струму, освітленості та температури. На наступному етапі відбувається процес оновлення даних на Arduino Cloud. Після цього встановлюється затримка в 1 секунду перед початком нового циклу зчитування. Цикл повторюється безперервно, забезпечуючи постійне оновлення даних як на дисплеї, так і на хмарній платформі. Така структура алгоритму дозволяє забезпечити безперервний моніторинг і оперативне відображення параметрів роботи сонячної міні-електростанції.

### 3.2 Налаштування середовища Arduino Cloud для розробки ПЗ

#### 3.2.1 Створення об'єкта в Arduino Cloud

Після реєстрації облікового запису в Arduino Cloud на офіційному веб-сайті цієї платформи був створений новий проєкт, в якому відбуватиметься процес програмування мікроконтролера ESP8266 для реалізації дистанційного моніторингу параметрів роботи сонячної міні-електростанції. Для цього використано кнопку «Create New» і з спадного списку, який з'явився, обрано елемент «Thing» (рис. 3.2).

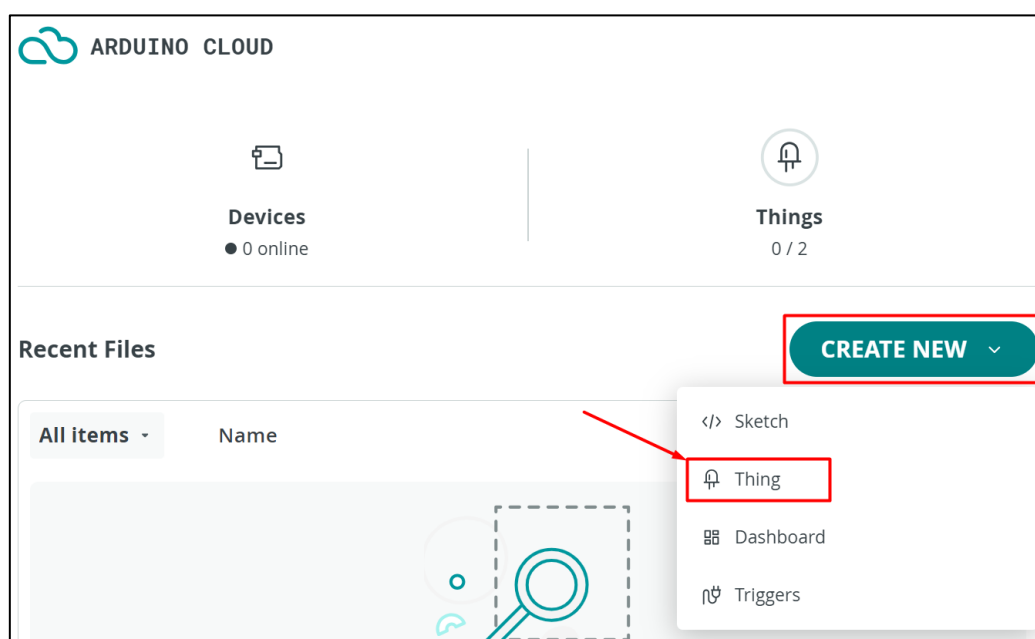


Рисунок 3.2 – Створення об'єкта в Arduino Cloud

Для додавання пристрою у вікні «Setup Device» потрібно було вибрати мікроконтролер ESP8266 і з спадного списку обрати тип модуля «NodeMCU 1.0» (рис. 3.3).

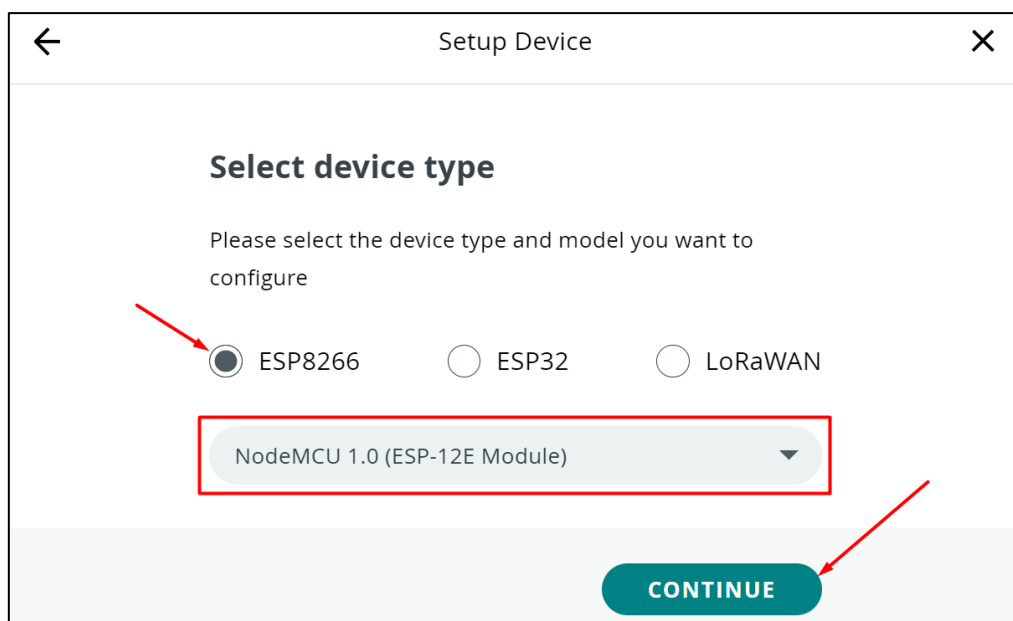


Рисунок 3.3 – Додавання пристрою у вікні «Setup Device»

Після цього, на наступному етапі було вписано ім'я пристрою, яке буде використовуватись при його програмуванні (рис. 3.4).

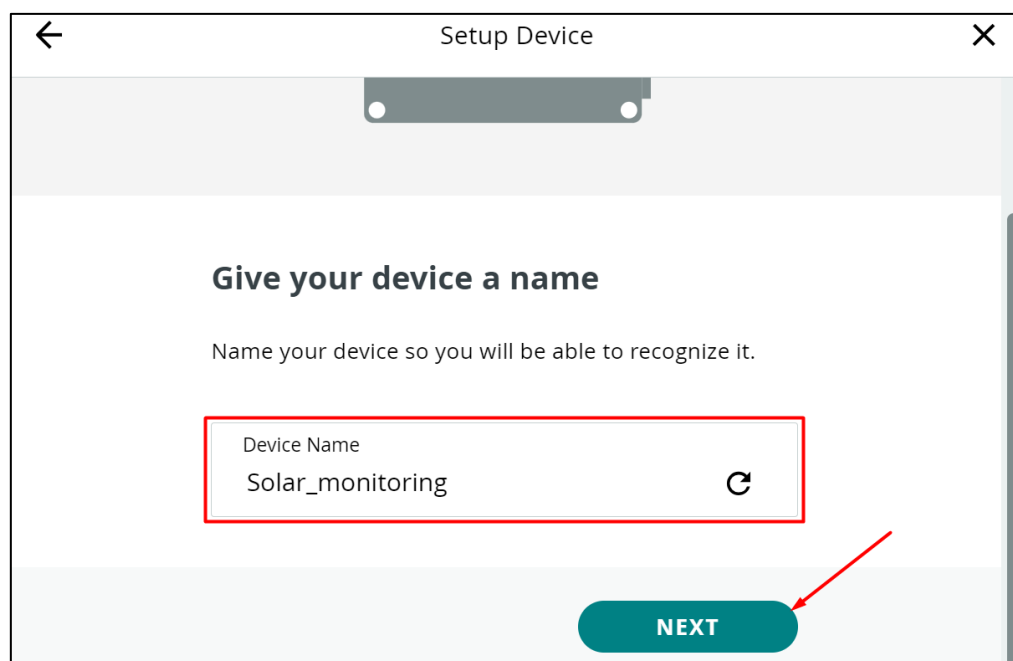


Рисунок 3.4 – Вибір типу плати в Arduino IDE

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 3.2.2 Створення змінних та встановлення бібліотек

У вкладці "Variables" були створені нові змінні, які будуть відображати параметри проєктованої системи. Для створення нової змінної необхідно вказати її назву, тип даних, а також інші параметри, такі як мінімальне та максимальне значення (рис. 3.5).

The screenshot shows the 'Add variable' dialog in the Arduino IDE. It contains the following elements:

- Name:** A text input field containing 'Voltage'.
- Sync with other Things:** A toggle switch with a refresh icon and an information icon.
- Type:** A dropdown menu showing 'Floating Point Number' with the example 'eg. 1.55'. This dropdown is highlighted with a red rectangular box.
- Declaration:** A text input field containing the code `float voltage;`.
- Variable Permission:** Two radio buttons: 'Read & Write' (unselected) and 'Read Only' (selected, indicated by a red arrow).
- Variable Update Policy:** Two radio buttons: 'On change' (selected, indicated by a red arrow) and 'Periodically' (unselected).
- Buttons:** 'CANCEL' and 'ADD VARIABLE' buttons at the bottom right. A red arrow points to the 'ADD VARIABLE' button.

Рисунок 3.5 – Вибір типу плати в Arduino IDE

Після цього змінні будуть доступні для використання в програмі мікроконтролера ESP8266, яка потрібна для взаємодії з платформою (рис. 3.6).

Cloud Variables				ADD
Name ↓		Last Value	Last Update	
<input type="checkbox"/>	<b>Current</b> float current;	-		⋮
<input type="checkbox"/>	<b>Light</b> float light;	-		⋮
<input type="checkbox"/>	<b>Temperature</b> float temperature;	0	16 May 2024 11:33:33	⋮
<input type="checkbox"/>	<b>Voltage</b> float voltage;	-		⋮

Рисунок 3.6 – Список змінних

Після збереження змінних на платформі, створюється унікальний ідентифікатор, який необхідно використовувати в програмі для підключення до платформи Arduino Cloud і передачі даних.

### 3.3 Розробка програмного забезпечення

На початку програми підключається файл `thingProperties.h`, який містить налаштування для під'єднання до Arduino Cloud і визначення властивостей змінних, які будуть відстежуватися та відображатися на платформі (рис. 3.7). Крім того, підключаються такі бібліотеки:

- `LiquidCrystal.h` – для роботи з РК-дисплеєм;
- `WiFi.h` – для підключення до Wi-Fi;
- `ArduinoCloud.h` та `Arduino_ConnectionHandler.h` – для інтеграції з платформою Arduino Cloud;
- `Adafruit_INA219.h` – для давача напруги та струму;
- `BH1750.h` – для давача освітленості;
- `OneWire.h` та `DallasTemperature.h` – для давача температури DS18B20.



```

#include "thingProperties.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#include <WiFi.h>
#include <ArduinoCloud.h>
#include <Arduino_ConnectionHandler.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <BH1750.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

```

Рисунок 3.7 – Підключення бібліотек

Код функції `initProperties` встановлює параметри підключення до Arduino Cloud (рис. 3.8), зокрема ідентифікатор плати (`DEVICE_LOGIN_NAME`) та секретний ключ пристрою (`DEVICE_KEY`). Далі визначаються властивості, які будуть відстежуватися та передаватися до хмарної платформи: `current` (струм), `light` (освітленість), `temperature` (температура) та `voltage` (напруга). Кожна властивість налаштована на читання (`READ`) та оновлення при зміні значення (`ON_CHANGE`). Окремо створюється об'єкт `WiFiConnectionHandler` для управління підключенням до Wi-Fi мережі, використовуючи надані SSID та пароль (`SSID`, `PASS`).

```

void initProperties(){
    ArduinoCloud.setBoardId(DEVICE_LOGIN_NAME);
    ArduinoCloud.setSecretDeviceKey(DEVICE_KEY);
    ArduinoCloud.addProperty(current, READ, ON_CHANGE, NULL);
    ArduinoCloud.addProperty(light, READ, ON_CHANGE, NULL);
    ArduinoCloud.addProperty(temperature, READ, ON_CHANGE, NULL);
    ArduinoCloud.addProperty(voltage, READ, ON_CHANGE, NULL);
}

WiFiConnectionHandler ArduinoIoTPreferredConnection(SSID, PASS);

```

Рисунок 3.8 – Лістинг функції `initProperties()`

Код на рис. 3.9 ініціалізує датчик та LCD-дисплей для роботи системи моніторингу параметрів сонячної міні-електростанції. Створюється об'єкт `ina219` для сенсора напруги та струму, `lightMeter` для сенсора освітленості `BH1750`, `oneWire` для з'єднання з температурним сенсором `DS18B20`, та `sensors` для роботи

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з температурним давачем через протокол OneWire. LCD-дисплей ініціалізується через об'єкт lcd з конфігурацією пінів 0, 2, 14, 12, 13, 15 для підключення до ESP8266.

```
// Initialize sensors
Adafruit_INA219 ina219;
BH1750 lightMeter;
OneWire oneWire(16); // Pin for DS18B20 data
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// Initialize LCD display with pin configuration
LiquidCrystal lcd(0, 2, 14, 12, 13, 15);
```

Рисунок 3.9 – Лістинг коду для створення об'єктів давачів та LCD-дисплею

Код процедури setup виконує початкову ініціалізацію системи (рис. 3.10).

```
void setup() {
  // Start serial communication
  Serial.begin(115200);
  // Initialize the LCD
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Initializing...");
  // Initialize sensors
  if (!ina219.begin()) {
    Serial.println("Failed to find INA219 chip");
    lcd.clear();
    lcd.print("INA219 error");
    while (1) { delay(10); }
  }
  if (!lightMeter.begin()) {
    Serial.println("Failed to initialize BH1750");
    lcd.clear();
    lcd.print("BH1750 error");
    while (1) { delay(10); }
  }
  sensors.begin();
  // Connect to Arduino IoT Cloud
  initArduinoCloud();
}
```

Рисунок 3.10 – Лістинг коду процедури setup()

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку запускається послідовний інтерфейс з швидкістю 115200 бод. Ініціалізується РК-дисплей, виводячи повідомлення "Initializing...". Далі ініціалізуються давачі: якщо давач напруги та струму INA219 або давач освітленості BH1750 не вдалося ініціалізувати, на дисплей та у послідовний порт виводяться повідомлення про помилку, і програма зупиняється. Температурний давач DS18B20 також ініціалізується за допомогою об'єкта sensors. Останньою викликається функція initArduinoCloud для підключення до платформи Arduino IoT Cloud.

Код процедури loop оновлює підключення до Arduino Cloud за допомогою ArduinoCloud.update(), зчитує дані з давачів та оновлює дисплей (рис. 3.11).

```
void loop() {
  ArduinoCloud.update();
  // Read from sensors
  voltage = ina219.getBusVoltage_V();
  current = ina219.getCurrent_mA() / 1000.0; // Convert to Amperes
  light = lightMeter.readLightLevel();
  sensors.requestTemperatures();
  temperature = sensors.getTempCByIndex(0);
  // Update LCD display
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("V: ");
  lcd.print(voltage);
  lcd.print("V I: ");
  lcd.print(current);
  lcd.print("A");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("L: ");
  lcd.print(light);
  lcd.print(" lx T: ");
  lcd.print(temperature);
  lcd.print(" C");
  // Add a delay
  delay(1000);
}
```

Рисунок 3.11 – Лістинг коду процедури loop()

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

З давача INA219 зчитуються значення напруги voltage та струму current, конвертоване з міліампер в ампер, з давача BH1750 зчитується рівень освітленості light, а з давача DS18B20 зчитується температура temperature. Значення відображаються на РК-дисплеї: на першому рядку показуються напруга та струм, на другому рядку — освітленість та температура. Для уникнення швидкого оновлення інформації та забезпечення стабільної роботи процедури додається затримка в 1000 мілісекунд (1 секунда).

### 3.4 Тестування системи моніторингу роботи сонячної міні-електростанції

Тестування системи моніторингу роботи сонячної міні-електростанції є критичним етапом для забезпечення її надійності та функціональності. Метою тестування є перевірка коректності роботи всіх компонентів системи, зокрема давачів, мікроконтролера, зв'язку з хмарною платформою та LCD дисплея. Тестування проводилось у кілька етапів, що охоплюють окремі частини системи та їх інтеграцію.

На першому етапі було проведено тестування окремих компонентів. Кожен давач підключався до мікроконтролера ESP8266 окремо, і перевірялась його працездатність. Для цього використовувались тестові скетчі, які дозволяли зчитувати значення з давачів та виводити їх на монітор послідовного порту. Давач напруги і струму INA219, давач освітленості BH1750 та давач температури DS18B20 показали стабільну роботу та точні вимірювання в межах допустимих відхилень.

На другому етапі була протестована інтеграція мікроконтролера з LCD дисплеєм. На цьому етапі перевірялась коректність виведення даних на дисплей. Було виявлено, що дані коректно відображаються на дисплеї, оновлюються в реальному часі та зберігають свою точність.

Третій етап тестування включав перевірку підключення до хмарної платформи Arduino IoT Cloud. Програма була завантажена на мікроконтролер ESP8266, налаштовано з'єднання з WiFi мережею та хмарною платформою.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірялось, чи коректно оновлюються значення змінних (current, light, temperature, voltage) в хмарному середовищі та чи відповідають вони вимірюванням, що відображаються на LCD дисплеї.

На завершальному етапі проводилось тестування всієї системи в реальних умовах експлуатації (рис. 3.12). Система була встановлена на сонячну міні-електростанцію, і здійснювався моніторинг її параметрів протягом кількох днів. Особлива увага приділялась стабільності з'єднання з хмарною платформою, точності вимірювань, коректності відображення даних на дисплеї та швидкості оновлення даних. Всі функції системи працювали належним чином, система показала високу стабільність та точність вимірювань.

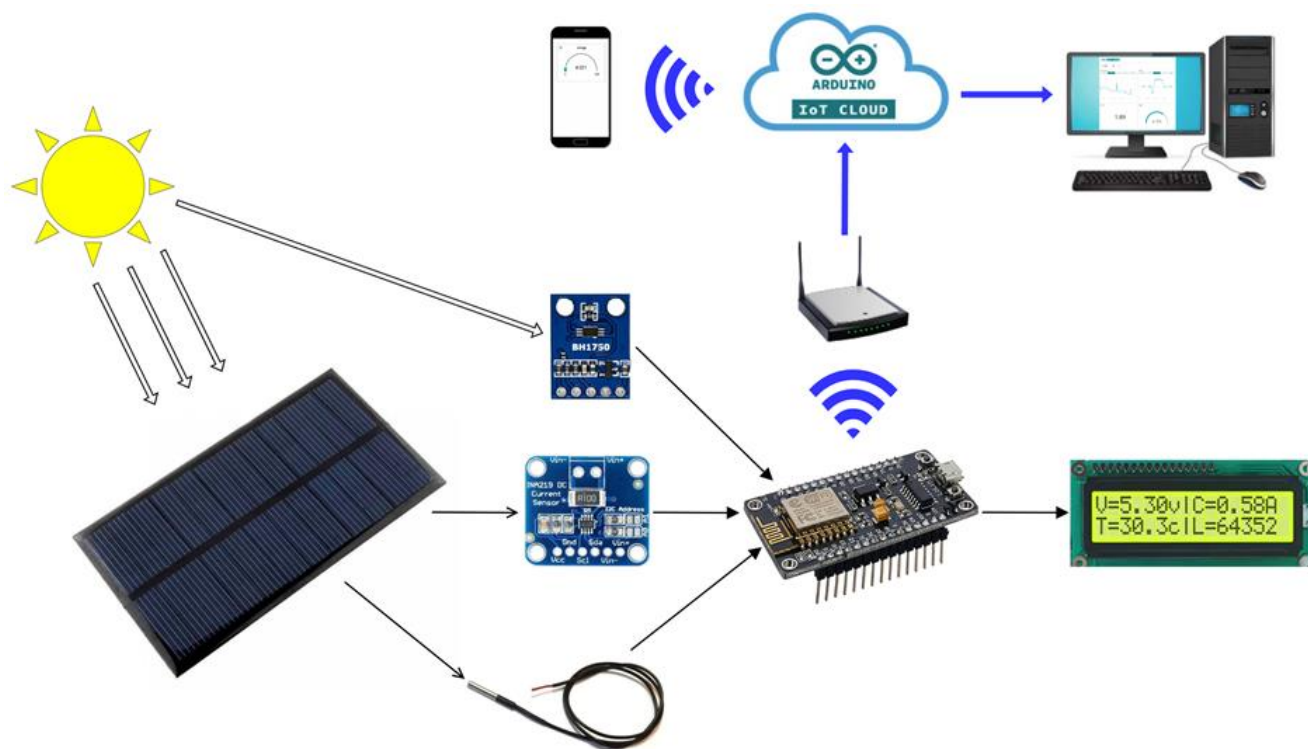


Рисунок 3.12 – Архітектура системи моніторингу сонячної електростанції

Результати тестування підтвердили, що розроблена система моніторингу відповідає всім вимогам та може бути використана для відстеження параметрів роботи сонячної електростанції в реальних умовах. Висока точність вимірювань, стабільність роботи та можливість віддаленого моніторингу роблять систему ефективним інструментом для оптимізації роботи сонячної міні-електростанції.

## РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом

Пошкодження організму, спричинені протіканням через нього електричного струму, електричною дугою або блискавкою, називаються електричною травмою. Електричні травми умовно поділяються на два види: місцеві електротравми, коли виникає місцеве порушення цілісності окремих ділянок та тканин тіла, і загальні електротравми, так звані електричні удари, коли уражається центральна нервова система або існує загроза ураження всього організму через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем, таких як головний мозок, серце, легені.

Місцеві електротравми – чітко окреслені місцеві порушення цілісності окремих ділянок та тканин тіла під впливом електричного струму та/або електричної дуги. Найчастіше – це поверхневі пошкодження, тобто пошкодження шкіри, іноді інших м'яких тканин, а також зв'язок і кісток.

До місцевих електротравм відносять:

- електричні опіки;
- електричні знаки;
- металізацію шкіри;
- механічні пошкодження;
- електрофтальмію.

Загальні електричні травми (електричні удари) залежно від наслідків ураження організму людини поділяють на чотири ступені [25]:

I – судомне скорочення м'язів, що супроводжується болями, але без втрати свідомості;

II – судомне скорочення м'язів із втратою свідомості та/або зупинкою дихання;

					<b>КС КРБ 123.125.00.00 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Яцишен О.А.			<b>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушіє</b>
Перевірів		Луцик Н.С.					45	6
Консульт.						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

III – втрата свідомості і порушення серцевої діяльності;

IV – клінічна смерть.

Електричний удар, навіть якщо він не закінчився смертю, може призвести до значного розладу організму, який виявляється одразу ж після удару або через декілька годин, днів і навіть місяців.

Так, внаслідок електричного удару можуть виникнути або загостритися серцево-судинні захворювання (аритмія серця, стенокардія, підвищення або пониження артеріального тиску), а також нервові захворювання (невроз), ендокринні порушення. Можливі послаблення пам'яті та уваги. Електричні удари послаблюють стійкість організму до захворювань [30].

Для того щоб звільнити потерпілого від дії електричного струму, необхідно швидко вимкнути ділянку електричної мережі або електрообладнання, до якого дотикається людина. Якщо вимкнення здійснити неможливо, звільнити людину від дії електричного струму можна, відтягнувши її від джерела струму або ж відкинувши дрот від людини (якщо людина торкається дроту). При цьому людині, яка надає допомогу, необхідно дотримуватись правил безпеки, щоб самій не потрапити під дію електричного струму, звертаючи особливу увагу на напругу, під яку потрапив потерпілий.

У разі напруги до 1000 В дрот від людини можна відкинути сухою палкою або дошкою. Можна також перерубати його сокирою. Відтягти потерпілого від джерела струму можна руками, надягнувши діелектричні рукавиці або ж накинувши на них сухий одяг. Краще при цьому стати на дошку, одяг або будь-яку іншу не струмопровідну підстилку.

У разі напруги понад 1000 В для звільнення потерпілого можна використовувати лише ізолюючу штангу або ізолюючі кліщі, одягнувши діелектричні рукавички і взувши діелектричні боти, розраховані на відповідну напругу.

Необхідно врахувати небезпеку крокової напруги, якщо струмоведуча частина лежить на землі. Тому після звільнення потерпілого необхідно винести з

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

цієї зони. Без засобів захисту пересуватися в зоні розтікання струму по землі слід не відриваючи ноги одна від одної [31].

Звільнивши потерпілого від дії електричного струму, необхідно якнайшвидше визначити вид і ступінь електротравми і залежно від цього надавати першу долікарську допомогу, а також викликати медичну допомогу або доставити потерпілого до медичного закладу. При цьому можуть спостерігатися опіки різного ступеня, механічні ушкодження (вивихи, розтягування та розривання зв'язок, переломи), зупинка дихання або навіть клінічна смерть. Людину, яка отримала електротравму, не можна залишати без догляду, доки її не огляне лікар, оскільки у неї не виключається розвиток негативних процесів, які можуть призвести навіть до зупинки серця.

Працівники, які будуть використовувати комп'ютеризовану систему відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції повинні знати і виконувати правила надання долікарської допомоги при ураженні електричним струмом.

#### 4.2 Вплив електромагнітних полів на людину та заходи щодо зменшення їх впливу на обслуговуючий персонал

Внаслідок інтенсивного розвитку електроніки, радіо- та комп'ютерної техніки значно підвищився рівень забруднення електромагнітним випромінюванням природного середовища. Джерела електромагнітних полів (ЕМП) можуть бути антропогенного та природного характеру.

Електромагнітні випромінювання антропогенного походження вважаються одним з різновидів енергетичних забруднювачів, тому що вони здійснюють шкідливий вплив на екологічні системи, негативно впливають на людський та інші живі організми. ЕМП володіють енергією і поширюються у формі електромагнітних хвиль, основними параметрами яких є швидкість поширення, частота коливань та довжина хвилі. Напруженість (В/м) є мірою вимірювання забруднення електромагнітними полями.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Штучними джерелами електромагнітного випромінювання є потужні радіолокаційні та радіотелевізійні станції, недосконалі комп'ютери, базові станції мобільного зв'язку, електростанції й підстанції, електротранспорт, високовольні лінії електрозв'язку, мікрохвильові печі, вимірювальні прилади, промислове обладнання високочастотного нагріву, а також усі елементи, під'єднані до мережі.

Інтенсивність електромагнітного поля в будь-якій точці простору залежить від відстані від нього і потужності генератора. На характер розподілу поля в приміщенні має вплив наявність металевих конструкцій і предметів, які є провідниками, а також діелектриків, які знаходяться в ЕМП. Рівень інтенсивності ЕМП у зв'язку із зростанням їх потужності та кількості джерел наразі різко виріс. В деяких районах він в сотні разів перевищує значення середнього нормального "природного фону".

Електромагнітні поля негативно впливають на людей, які безпосередньо мають справу із джерелами випромінювань, а також на населення, яке проживає поблизу таких джерел. Рівень впливу електромагнітних випромінювань на організм людини залежить від розмірів поверхні тіла, яка опромінюється, режиму опромінення, індивідуальних особливостей організму, характеру випромінювання, тривалості опромінення, діапазону частот та інтенсивності впливу відповідних чинників [32].

Рівень електромагнітних випромінювань у районах, де розміщені потужні локаційні та радіопередавальні станції, часто перевищує допустимі санітарні норми. Це дуже шкодить здоров'ю людей, які проживають біля таких станцій. Вплив ЕМП характеризується біологічною дією. Вони негативно впливають на нервову систему, спричинюють сильну втому і головний біль, зумовлюють зниження точності робочих рухів, млявість, безсоння, розвиток неврозів, порушення в органах і системах (підшлункової залози, селезінки, печінки, шлунку), функціональні зсуви в діяльності кровотворної, ендокринної, серцево-судинної, нервово-психічної систем, фіксуються зміни показників вуглеводного та білкового обміну, зафіксовані порушення на клітинному рівні, змінюється склад крові. Вплив ЕМП на біологічні об'єкти залежить від рівня інтенсивності опромінення [32].

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Нормування рівня напруженості електромагнітних полів на робочих місцях здійснюється згідно вимог ДСанПін 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДП) електронно-обчислювальних машин» [33].

Тепловий вплив характеризується загальним збільшенням температури тіла, подібним до локалізованого нагріву тканини. Впливаючи на живу тканину організму, ЕМП спричиняє змінну поляризацію атомів і молекул, які формують клітини, внаслідок чого виникає небезпечний нагрів. Надмірне тепло може мати негативний вплив на окремі органи і весь людський організм. Особливо шкідливим є перегрів таких органів, як нирки, мозок, очі. З ростом інтенсивності проявляється вплив на клітини печінки, умовно-рефлекторну діяльність, нервову систему, підвищення тиску, викликає втрату зору та зміни у корі головного мозку.

Для запобігання професійних захворювань, які з'являються під впливом ЕМП, розроблені санітарні правила та норми щодо електротехнічних і радіотехнічних об'єктів на основі медикобіологічних досліджень. Вони також регламентують умови експлуатації для охорони населення від негативного впливу випромінювань.

Для захисту людини від дії електромагнітних опромінювань використовуються різні заходи і засоби захисту: захист відстанню, часом, застосування засобів індивідуального захисту, скорочені робочі дні, додаткова відпустка, медичні огляди, дистанційне керування і контроль в екранованому приміщенні, виділення зон випромінювання, екранування джерел випромінювання, екранування робочих місць, встановлення санітарних кордонів навколо джерела ЕМП, зменшення випромінювання безпосередньо в самому джерелі випромінювання. Основні заходи захисту від негативного впливу електромагнітних випромінювань [34]:

– використання засобів індивідуального захисту, від електромагнітних випромінювань, до яких відносять і халати з металізованої тканини, комбінезони, переносні парасолі;

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

– організаційні заходи (допуск осіб не молодших за 18 років і тих, які не мають захворювань очей, серця, центральної нервової системи, скорочений робочий день, додаткова відпустка, проведення медогляду – не рідше одного разу на рік, проведення дозиметричного контролю інтенсивності електромагнітних випромінювань – не рідше одного разу на шість місяців);

– зменшення випромінювання безпосередньо біля джерела (досягається шляхом збільшення відстані між робочим місцем і джерелом спрямованої дії, зменшенням потужності випромінювання генератора);

– екранування джерел випромінювання.

Для захисту працівників від електромагнітних випромінювань також використовують заземлені захисні козирки, кожухи, екрани, які встановлюються на шляху випромінювання. Засоби захисту (кожухи, екрани) з радіопоглинаючих матеріалів виконують у вигляді феромагнітних пластин, жорстких або гнучких листів поролону, тонких гумових килимків.

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		50

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання даної кваліфікаційної роботи була розроблена комп'ютеризована система для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції. Проведене дослідження показало, що використання сучасних технологій моніторингу дозволяє значно підвищити ефективність генерації електроенергії, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити зручність використання.

Основні результати кваліфікаційної роботи:

- проведено аналіз існуючих систем моніторингу сонячних електростанцій, їх переваг та недоліків;
- розроблено апаратне забезпечення системи, включаючи вибір компонентів та розробку електричної принципової схеми;
- розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для роботи системи, яке забезпечує збір даних з датчиків, їх обробку, виведення на дисплей та передачу у хмарну платформу;
- проведено тестування розробленої системи в реальних умовах та оцінено її ефективність.

Таким чином, розроблена система успішно виконує свої функції та досягає поставлених цілей. Вона дозволяє ефективно відстежувати параметри роботи сонячної міні-електростанції, забезпечує зручний доступ до даних через хмарну платформу та має значний потенціал для подальшого розвитку та модернізації. Результати дослідження підтверджують, що запропонована система є ефективним інструментом для оптимізації роботи сонячних електростанцій та підвищення їх продуктивності.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пристрій для моніторингу сонячних електростанцій Growatt. URL: <https://epicentrk.ua/ua/shop/prystrii-dlia-monitorynhu-soniachnykh-elektrostantsii-growatt-internet-interfeis-shine-wifi-f.html> (дата звернення: 14.03.2024).
2. Універсальна система моніторингу Smart MAC D103-1. URL: <https://sun-energy.com.ua/solar-power/dongle/smart-mac-d103-1> (дата звернення: 14.03.2024).
3. Пристрій моніторингу Solar-Log 1200 для систем з сонячними батареями. URL: <https://kworum.com.ua/p/solar-log-1200> (дата звернення: 15.03.2024).
4. Wi-Fi модуль NodeMCU V3 ESP8266 (iFT232-s16). URL: <https://arduino.ua/prod1492-wi-fi-modyl-nodemcu-esp8266> (дата звернення: 28.03.2024).
5. Цифровий датчик струму та напруги на INA219 з шиною I2C. URL: <https://arduino.ua/prod1661-cifrovoi-datchik-toka-i-napryajeniya-na-ina219-s-shinoy-i2c> (дата звернення: 29.03.2024).
6. Датчик освітленості цифровий GY-302 BH1750FVI. URL: <https://arduino.ua/prod1116-datchik-osveshhenosti-cifrovoi-bh1750fvi> (дата звернення: 30.03.2024).
7. Осухівська Г. М., Тиш Є. В., Луцик Н. С., Паламар А. М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.
8. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
9. Velychko D., Osukhivska H., Palaniza Y., Lutsyk N., Sobaszek L. Artificial Intelligence Based Emergency Identification Computer System. Advances in Science and Technology Research Journal, 18 no. 2, 2024, P. 296-304.
10. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

11. Palamar A., Karpinsky M., Vodovozov V. Design and Implementation of a Digital Control and Monitoring System for an AC/DC UPS. 7th International Conference-Workshop «Compatibility and Power Electronics» (CPE 2011), June 1-3, 2011. P. 173–177.

12. Yatsyshyn V., Pastukh O., Palamar A., Zharovskyy R. Technology of relational database management systems performance evaluation during computer systems design. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2023. Vol. 109, No 1. P. 54–65.

13. Shabliy N., Lupenko S., Lutsyk N., Yasniy O., Malyshevska O. Keystroke dynamics analysis using machine learning methods. Applied Computer Science. 2021. Vol. 17, No. 4. P. 75-83.

14. Zozulia A., Lytvynenko I., Lutsyk N., Lupenko S., Yasniy O. Method of vector rhythmcardiosignal automatic generation in computer-based systems of heart rhythm analysis. Visnyk of TNTU. 2020. Vol. 97, P. 122-132.

15. Palamar A. Control system simulation by modular uninterruptible power supply unit with adaptive regulation function. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 98, No 2. P. 129–136.

16. Lupenko S., Lutsyk N., Yasniy O., Sobaszek Ł. Statistical analysis of human heart rhythm with increased informativeness. Acta mechanica et automatic. 2018. Vol. 12. P. 311-315.

17. Palamar A., Karpinsky M. Control of an Uninterruptible Power Supply in a DC Microgrid System. 10th International Symposium Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 10-15, 2011), Pärnu, Estonia, 2011. P. 80-84.

18. Palamar M., Pasternak Y., Palamar A., Poikhalo A. Precision tracking of the trajectory LEO satellite by antenna with induction motors in the control system. Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2017), Bucharest, Romania, September 21–23, 2017. Vol. 2. P. 1051–1055.

19. Паламар М., Пастернак Ю., Паламар А. Дослідження динамічних похибок системи прецизійного керування антеною з асинхронним електроприводом. Вісник ТНТУ, Тернопіль: ТНТУ, 2014. Вип. 76, № 4. С. 164–173.

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

20. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, Ternopil, Ukraine, November 22–24, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.

21. Palamar A. Methods and means of increasing the reliability of computerized modular uninterruptible power supply system. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 99, No 3. P. 133–141.

22. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 11-16, 2010), Pärnu, Estonia, 2010. P. 54-61.

23. Погребенник В.Д., Клим Г.І., Бордун І.М., Пташник В.В., Паламар А.М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 2. Елементи комп'ютерних систем оперативного контролю: колективна монографія. Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 180 с.

24. Stadnyk M., Palamar A. Project management features in the cybersecurity area. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 106, No 2. P. 54–62.

25. Palamar A., Palamar M. Fire Safety Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2023. 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023), Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. 3468. P. 164-172.

26. Palamar A., Stadnyk M., Palamar M. Adaptive PID regulation method of uninterruptible power supply battery charge current based on artificial neural network. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 107, No 3. P. 5–13.

27. Palamar M., Yavorska M., Palamar A., Strembitskyi M. Modeling and Research of Satellite Antenna Adjustment Process for Earth Remote Sensing. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Kharkiv, Ukraine, November 14-18, 2022. P. 317-320.

28. Palamar M., Horyn T., Palamar A., Batuk V. Method of calibration MEMS accelerometer and magnetometer for increasing the accuracy determination angular

					КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

orientation of satellite antenna reflector. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 108, No 4. P. 79–88.

29. Palamar A., Palamar M., Osukhivska H. Real-time Health Monitoring Computer System Based on Internet of Medical Things. CEUR Workshop Proceedings, 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAР 2023), November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.

30. Бедрий І.Я., Нечай В.Я. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Львів: Манголія 2006, 2007. 499 с.

31. Желібо Є. П. Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Каравела, 2004. 328 с.

32. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Основа. 2011. 526 с.

33. Толок А.О. Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник. 2011. 215 с.

34. Яремко З. М. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. Львів. 2005. 301 с.

					<i>КС КРБ 123.138.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Додаток А  
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедру КС

\_\_\_\_\_ Осухівська Г.М.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВІДСТЕЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ  
РОБОТИ СОНЯЧНОЇ МІНІ-ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на  9  листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Ph.D Луцик Н.С.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІ-42

\_\_\_\_\_ Яцишен О.А.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

Тернопіль 2024

## 1 Загальні відомості

### 1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції».

Умовне позначення дипломного проєкту: КС КРБ 123.138.00.00.

### 1.2 Виконавець

Студент групи СІ-42, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Яцишен Олександр Анатолійович.

### 1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-408 від «24» квітня 2024 року.

### 1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 01.03.2024 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 24.06.2024 р.

## 1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Оформлення технічної документації до кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється згідно діючих вимог вітчизняних та міжнародних стандартів. Технічна документація до кваліфікаційної роботи бакалавра включає в себе текст пояснювальної записки та креслення, які максимально інформативно та стисло відображають основні результати розробки комп'ютеризованої системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції. Основними регламентними документами при оформленні та пред'явленні результатів проектування є групи діючих стандартів ДСТУ, ГОСТ, ISO та ЄСКД, ЕСПД. Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи бакалавра відбувається шляхом захисту роботи на відповідному засіданні ДЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

## 2 Призначення і цілі створення системи

### 2.1 Призначення системи

Комп'ютеризована система відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції призначена для автоматизованого контролю та аналізу роботи електростанції в реальному часі. Вона забезпечує можливість моніторингу вироблення електроенергії, аналізу стану обладнання та виявлення потенційних проблем, що дозволяє операторам забезпечити оптимальну роботу станції, підвищити ефективність її використання та зменшити витрати на обслуговування.

### 2.2 Мета створення системи

Мета створення цієї системи полягає в забезпеченні ефективного контролю, моніторингу та управління сонячною міні-електростанцією. Це включає в себе збір та аналіз даних щодо вироблення електроенергії, стану

обладнання та діагностики можливих проблем, що дозволить операторам системи ефективно відстежувати її роботу, реагувати на виникаючі проблеми та оптимізувати її робочі процеси. Головною метою є підвищення надійності, продуктивності та довговічності сонячної міні-електростанції, а також зменшення витрат на обслуговування та експлуатацію, що в свою чергу сприятиме стимулюванню використання сонячної енергії та зменшенню негативного впливу на довкілля.

### 2.3 Характеристика об'єкту

Система проєктується для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції, що включає в себе:

- визначення потреб користувачів та функціональних вимог до системи моніторингу, включаючи параметри, які необхідно відстежувати та функції, які необхідно реалізувати;
- проєктування апаратної частини шляхом вибору сенсорів, мікроконтролера та інших компонентів, необхідних для збору та передачі даних про роботу сонячної міні-електростанції та розробки електричної схеми;
- розробка програмного забезпечення для збору, обробки та відображення даних про роботу сонячної міні-електростанції;
- проведення випробувань апаратної та програмної частини системи для перевірки їхньої працездатності та відповідності вимогам.

## 3 Вимоги до системи

### 3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції повинна забезпечити:

1. Збір даних про вироблення електроенергії, рівень освітленості, температуру та інші параметри роботи сонячної міні-електростанції;

2. Відстеження параметрів роботи електростанції у реальному часі з мінімальним затримкою;
3. Відображення зібраних даних у зручному для користувача вигляді;
4. Надсилання сповіщень адміністраторам чи операторам системи про виявлені аномалії або проблеми у роботі електростанції;
5. Можливість синхронізації та збереження даних у хмарних сервісах для забезпечення доступу до них з будь-якого пристрою та місця.

### 3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Структура системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції включає в себе:

- давачі для вимірювання різних параметрів, таких як сонячне випромінювання, температура, напруга та струм, а також можливість збору цих даних для подальшої обробки;
- мікроконтролер для аналізу, обробки та збереження зібраних даних, а також взаємодії з іншими компонентами системи;
- комунікаційний модуль для передачі даних до центральної системи моніторингу або хмарного сервісу через бездротові засоби зв'язку;
- хмарний сервіс та програмне забезпечення для збереження, аналізу та відображення даних, отриманих від сонячної міні-електростанції.

В загальному випадку, структура системи повинна реалізовувати функції відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції. Основні функціональні вимоги характеризуються наступними критеріями:

- функціональність;
- точність;
- ефективність;
- надійність;
- безпека;
- сумісність.

### 3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Способи та засоби зв'язку між компонентами системи повинні забезпечувати надійний та безперервний обмін даними шляхом використання бездротових технологій, таких як Wi-Fi або Bluetooth, а також забезпечувати можливість передачі даних до центральної системи моніторингу чи хмарного сервісу для подальшого аналізу та відображення.

### 3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Система повинна мати можливість працювати у режимі реального часу, забезпечуючи неперервний моніторинг параметрів роботи сонячної міні-електростанції з мінімальними затримками. Крім того, система має бути гнучкою і адаптивною, здатною автоматично відреагувати на зміни в умовах навколишнього середовища, такі як зміни в погоді чи освітленні, і оптимізувати робочі параметри електростанції для забезпечення максимальної ефективності та продуктивності. Крім того, система має мати можливість реагувати на виявлені аномалії або проблеми у роботі електростанції, надсилаючи сповіщення адміністраторам чи операторам для швидкого реагування та усунення несправностей.

### 3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Перспективи розвитку та модернізації системи включають в себе постійне вдосконалення алгоритмів управління та оптимізації роботи сонячної міні-електростанції з метою забезпечення її максимальної продуктивності та ефективності, а також розширення функціональності системи за рахунок впровадження нових технологій та модулів, що дозволить підвищити рівень автоматизації та надійності роботи системи. Крім того, перспективами розвитку є інтеграція системи з іншими відновлюваними джерелами енергії, розширення можливостей віддаленого моніторингу та керування.

### 3.1.5 Вимоги до надійності системи

Надійність системи є критичним аспектом її функціонування, тому вимоги до неї включають забезпечення стабільної та безперервної роботи протягом тривалого часу без відмов, а також надійну передачу даних між всіма компонентами системи. Для досягнення цього система повинна мати високоякісне апаратне забезпечення, відповідну архітектуру програмного забезпечення, а також бути відповідно захищеною від зовнішніх впливів та кібератак. Крім того, важливо мати механізми резервного копіювання даних та автоматичного відновлення в разі виникнення неполадок, щоб забезпечити найвищий рівень доступності та неперервності роботи системи.

Показники надійності системи для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,7 %.

### 3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- постійний збір та моніторинг різноманітних параметрів роботи сонячної міні-електростанції, таких як освітленість, температура, напруга та струм, забезпечуючи їх реєстрацію та збереження;
- аналіз зібраних даних для виявлення тенденцій у роботі електростанції, виявлення потенційних проблем та генерації звітів з важливою інформацією про її функціонування;
- забезпечення можливості віддаленого доступу до даних та віддаленого моніторингу параметрів роботи сонячної міні-електростанції через веб-інтерфейс або мобільний додаток;
- можливість відправляти сповіщення адміністраторам або операторам в разі виявлення аномалій у роботі електростанції та автоматично виконувати певні дії для вирішення виявлених проблем.



### 3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до елементної бази системи:

- потужний та ефективний мікроконтролер, який здатен ефективно керувати всіма процесами збору даних, аналізу та керування роботою сонячної міні-електростанції;
- надійні та точні датчики для вимірювання різноманітних параметрів, таких як освітленість, температура, напруга та струм;
- модуль бездротового зв'язку, такий як Wi-Fi або Bluetooth, для забезпечення віддаленого доступу та передачі даних до центральної системи моніторингу;
- елементи системи повинні бути надійними та стійкими до умов експлуатації, забезпечуючи безперебійну роботу протягом тривалого часу та в різних кліматичних умовах.

## 4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
  1. структурна схема системи;
  2. схема електрична принципова;
  3. блок схема алгоритму роботи програми;
  4. Результати тестування системи.

\*Примітка: В комплект конструкторської документації можуть вноситися зміни та доповнення в процесі розробки.

## 5 Техніко-економічні показники

Собівартість розробки системи повинна становити не більше 8000 грн.

Термін експлуатації системи повинен бути не менший 10 років.

\*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

## 6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	24.04.2024 – 27.04.2024
2	Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень	28.04.2024 – 01.05.2024
3	Розробка структурної та функціональної схеми	02.05.2024 – 06.05.2024
4	Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази	07.05.2024 – 17.05.2024
5	Розробка програмного забезпечення для проектованої системи	18.05.2024 – 01.06.2024
6	Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	02.06.2024 – 04.06.2024
7	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту	05.06.2024 – 10.06.2024
8	Оформлення графічної частини	11.06.2024 – 13.06.2024
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.2024
10	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	26.06.2024

## 7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Додаток Б  
Перелік елементів

<i>Поз. позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
	<u>Роз'єми</u>		
XP1, XP2	Роз'єм ХН2.54-3Р 2-х контактний	2	
	<u>Резистори</u>		
R1..R3	0805-0,125-4,7 кОм±5%	3	
RP1	0805-0,125-10 кОм±5%	1	
	<u>Давачі</u>		
U1	Давач напруги та струму INA219	1	
U2	Давач освітленості GY-302	1	
U3	Давач температури DS18B20	1	
	<u>Модулі</u>		
U4	NodeMCU ESP8266	1	
LD1	LCD 1602	1	

					<b>КС КРБ 123.138.00.00 ПЕ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розробив		Яцишен О.А.			<b>Модуль для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції Перелік елементів</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушів</b>
Перевірив		Луцук Н.С.					67	1
Рецензент						<b>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42</b>		
Н. Контр.		Тиш Є.В.						
Зав. каф.		Осυχівська Г.М.						

## Додаток В

### Лістинг програми

Лістинг В.1 – Код програми мікроконтролера для відстеження параметрів роботи сонячної міні-електростанції.

```
#include "thingProperties.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#include <WiFi.h>
#include <ArduinoCloud.h>
#include <Arduino_ConnectionHandler.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <BH1750.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// WiFi credentials
const char SSID[] = "SSID";
const char PASS[] = "PASSWORD";

// Arduino Cloud variables
float current;
float voltage;
float light;
float temperature;

// Thing ID and Device credentials
const char THING_ID[] = "thing_id";
const char DEVICE_ID[] = "device_id";
const char DEVICE_SECRET[] = "device_secret";

WiFiConnectionHandler ArduinoIoTPreferredConnection(SSID, PASS);

// Initialize sensors
Adafruit_INA219 ina219;
BH1750 lightMeter;
OneWire oneWire(16); // Pin for DS18B20 data
```

```

DallasTemperature sensors(&oneWire);

// Initialize LCD display with pin configuration
LiquidCrystal lcd(0, 2, 14, 12, 13, 15);

void setup() {
  // Start serial communication
  Serial.begin(115200);
  // Initialize the LCD
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Initializing...");

  // Initialize sensors
  if (!ina219.begin()) {
    Serial.println("Failed to find INA219 chip");
    lcd.clear();
    lcd.print("INA219 error");
    while (1) { delay(10); }
  }

  if (!lightMeter.begin()) {
    Serial.println("Failed to initialize BH1750");
    lcd.clear();
    lcd.print("BH1750 error");
    while (1) { delay(10); }
  }

  sensors.begin();

  // Connect to Arduino IoT Cloud
  initArduinoCloud();
}

void loop() {
  ArduinoCloud.update();

  // Read from sensors
  voltage = ina219.getBusVoltage_V();
}

```

```

current = ina219.getCurrent_mA() / 1000.0; // Convert to Amperes
light = lightMeter.readLightLevel();
sensors.requestTemperatures();
temperature = sensors.getTempCByIndex(0);

// Update LCD display
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("V: ");
lcd.print(voltage);
lcd.print("V I: ");
lcd.print(current);
lcd.print("A");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("L: ");
lcd.print(light);
lcd.print(" lx T: ");
lcd.print(temperature);
lcd.print(" C");

// Add a delay
delay(1000);
}

void initArduinoCloud() {
  ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);
  ArduinoCloud.addProperty(current, READ, ON_CHANGE, NULL);
  ArduinoCloud.addProperty(voltage, READ, ON_CHANGE, NULL);
  ArduinoCloud.addProperty(light, READ, ON_CHANGE, NULL);
  ArduinoCloud.addProperty(temperature, READ, ON_CHANGE, NULL);

  setDebugMessageLevel(2);
  ArduinoCloud.printDebugInfo();
}

```