

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення телекомунікацій та електронних систем

(назва відділення)

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розробка системи віддаленого спостереження за станом
грунту

Виконала: студентка VI курсу, групи КІБ-602

Спеціальності:

123 «Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Ангеліна НЕДОШИТКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник

Андрій ЮЗЬКІВ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Тернопіль – 2023

Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія комп'ютерної інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
комп'ютерної інженерії

Андрій ЮЗЬКІВ

“01” травня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Недошитко Ангеліні Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи: Розробка системи віддаленого спостереження за станом ґрунту.

керівник роботи: Юзьків Андрій Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 1.05.2023р. № 4/9-173

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 21.06.2023р.

3. Вихідні дані до роботи: Технічне завдання, вимоги до системи, документація до M5Stack та Arduino, вимоги до веб-сервера.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Перелік термінів і скорочень

Вступ

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту

1.2 Аналітичний огляд існуючих рішень

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ

2.1 Аналіз технічного завдання кваліфікаційної роботи

2.1.1 Найменування та область застосування

2.1.2 Призначення розробки

2.1.3 Вимоги до програмної документації

2.1.4 Техніко-економічні показники

2.1.5 Стадії та етапи розробки

2.1.6 Порядок контролю та прийому

2.2 Розробка структури системи

2.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.4 Розробка функціональної схеми пристрою

2.5 Постановка задачі на розробку програмного забезпечення

2.6 Опис та обґрунтування вибору структури та методу організаційних вхідних та вихідних даних

2.7 Визначення інформаційних зв'язків

2.8 Розробка алгоритму роботи системи

2.8.1 Проектування логіки програми

2.8.2 Зовнішнє проектування програми

2.9 Написання текстів програми

2.9.1 Програма управління мобільним модулем

2.9.2 Програма управління базовим модулем

2.9.3 Консольний додаток для конфігурації модулів

2.9.4 Програма мікроконтролерної платформи M5Stack

2.9.5 Написання скриптів для web-сервера

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка інструкції з експлуатації електронного пристрою

3.2 Розробка методики перевірки, функціонування (контролю, випробування) електронного пристрою

3.3 Вимоги до складу та змісту робіт з підготовки об'єкту автоматизації до введення системи в дію

3.4 Порядок контролю та прийому

3.5 Аналіз даних генерованих системою

4 МАРКЕТИНГОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ

4.1 Визначення процесу комерціалізації. LEAN Canvas.

4.2 SWOT аналіз

4.3 PEST аналіз

4.4 Обґрунтування результатів маркетингового дослідження

5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

5.3 Розрахунок матеріальних витрат

5.4 Розрахунок витрат на електроенергію

5.5 Визначення транспортних затрат

5.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

- 5.7 Обчислення накладних витрат
- 5.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР
- 5.9 Розрахунок ціни НДР
- 5.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень
- 6 ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ
- 6.1 Техніка безпеки користувачів ВТД
- 6.2 Розрахунок системи штучного освітлення
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки
- Додаток А. Лістинг програми базового модуля
- Додаток Б. Лістинг програми мобільного модуля
- Додаток В. Лістинг програми консольної програми конфігурації
- Додаток Г. Лістинг програми платформи M5Stack
- Додаток Д. Скрипти веб-сервера

Висновки: навести результати роботи по кожному розділу зокрема і загальний висновок по кваліфікаційній роботі

- 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - Структура системи (плакат)
 - Структурна схема функціональних вузлів (A1)
 - Функціональна схема модулів системи (A1)
 - Алгоритм роботи пристрою (A1)
 - SWOT Аналіз (плакат)
 - Таблиця техніко-економічних показників (A1)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

| Розділ | Ім'я, прізвище та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---------------------------------------|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Економічний розділ | Оксана РЕДЬКВА викладач | | |
| Охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги | Володимир ШТОКАЛО викладач | | |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Отримання і аналіз технічного завдання | 02.05 | |
| 2 | Збір і узагальнення інформації по роботі | 15.05 | |
| 3 | Написання першого розділу | 24.05 | |
| 4 | Розробка технічного та робочого проекту | 29.05 | |
| 5 | Написання спеціального розділу | 2.06 | |
| 6 | Розрахунок економічної частини | 5.06 | |
| 7 | Написання розділу охорони праці | 7.06 | |
| 8 | Виконання графічної частини | 12.06 | |
| 9 | Оформлення проекту | 16.06 | |
| 10 | Проходження нормоконтролю | 19.06 | |
| 11 | Попередній захист роботи | 21.06 | |
| 12 | Захист роботи | | |

7. Дата видачі завдання 2.05.2023р.

Студент

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Ангеліна НЕДОШИТКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

_____ Андрій ЮЗЬКІВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Недошитко А.А. Розробка системи віддаленого спостереження за станом ґрунту: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр, за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. 142 с.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи, що дозволяє віддалений моніторинг за станом ґрунту, вимірювання показників температури та вологості, а також запис даних на віддалений WEB-сервер в автоматичному режимі.

Система призначена для можливості дистанційного відслідковування стану ґрунту за допомогою мобільних модулів, які безпосередньо містять датчики і розміщуються на ділянках ґрунту, де необхідно провести аналіз.

В результаті огляду та аналізу сучасних комп'ютеризованих засобів для спостереження за ґрунтом виявлено, що ринок обладнання моніторингових систем агропромислової сфери недостатньо наповнений апаратними засобами, які би надали змогу значно полегшити догляд за господарством. Тому в даній галузі однією із найперспективніших напрямків є розробка системи з можливістю автоматичного збору даних чи їх зручний перегляд.

Розроблено структурну, функціональну схеми віддаленого спостереження за станом ґрунту на базі Arduino Uno, розроблено принцип взаємодії базового модуля із хмарним сервісом для збереження даних на віддаленому сервері по каналу GPRS, застосовано метод передачі даних між модулями з використанням технології LoRa. Описано алгоритм роботи системи та написано відповідне програмне забезпечення.

Проведено маркетингове дослідження доцільності впровадження системи. Виявлено фактори впливу на процес комерціалізації та обґрунтовано канали виходу на ринок.

Ключові слова: комп'ютеризована система, Arduino, LoRa, мікроконтролер, GPRS, моніторинг.

ANNOTATION

Nedoshytko A.A. Development of a system for remote monitoring of soil condition: qualification work for a bachelor's degree, specialty 123 Computer Engineering. Ternopil: Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2023. 142 c.

The qualification work is devoted to the development of a system that allows remote monitoring of soil condition, measurement of temperature and humidity, as well as recording data on a remote WEB server in automatic mode.

The system is designed to allow remote monitoring of soil conditions using mobile modules that directly contain sensors and are placed on the soil areas where analysis is required.

The review and analysis of modern computerized soil monitoring tools revealed that the market for monitoring systems in the agricultural sector is not sufficiently filled with hardware that would make it easier to care for the farm. Therefore, one of the most promising areas in this industry is the development of a system with the ability to automatically collect data or view it conveniently.

The structural and functional schemes of remote soil monitoring based on Arduino Uno have been developed, the principle of interaction between the basic module and the cloud service for storing data on a remote server via GPRS has been developed, and a method of data transfer between modules using LoRa technology has been applied. The algorithm of the system operation is described and the corresponding software is written.

A marketing study of the feasibility of implementing the system was conducted. Factors influencing the commercialization process are identified and market entry channels are substantiated.

Keywords: computerized system, Arduino, LoRa, microcontroller, GPRS, monitoring.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Перелік термінів і скорочень | 11 |
| Вступ | 14 |
| 1 Загальна частина | 15 |
| 1.1 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту | 15 |
| 1.2 Аналітичний огляд існуючих рішень | 16 |
| 2 Розробка технічного та робочого проекту | 20 |
| 2.1 Аналіз технічного завдання ДП | 20 |
| 2.1.1 Найменування та область застосування | 20 |
| 2.1.2 Призначення розробки | 20 |
| 2.1.3 Вимоги до програмної документації | 21 |
| 2.1.4 Техніко-економічні показники | 22 |
| 2.1.5 Стадії та етапи розробки | 22 |
| 2.1.6 Порядок контролю та прийому | 23 |
| 2.2 Розробка структури системи | 24 |
| 2.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази | 26 |
| 2.4 Розробка функціональної схеми пристрою | 48 |
| 2.5 Постановка задачі на розробку програмного забезпечення | 49 |
| 2.6 Опис та обґрунтування вибору структури та методу організаційних вхідних та вихідних даних | 50 |
| 2.7 Визначення інформаційних зв'язків | 51 |
| 2.8 Розробка алгоритму роботи системи | 51 |
| 2.8.1 Проектування логіки програми | 51 |
| 2.8.2 Зовнішнє проектування програми | 53 |
| 2.9 Написання текстів програми | 55 |
| 2.9.1 Програма управління мобільним модулем | 55 |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------|----------------|-------------|---|--|-------------|---------------|
| <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | | | | | | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.Зм</i> | <i>№ док.м.Арк.</i> | <i>Підпис№</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Недошитко А.А.</i> | | | <i>Розробка системи віддаленого спостереження за станом ґрунту Пояснювальна записка</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркцив</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Юзьків А.В.</i> | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Приймак В.А.</i> | | | | <i>ВСП «ТФК ТНТУ» Група КІВ-602 м. Тернопіль</i> | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | | | |

| | |
|---|-----|
| 2.9.2 Програма управління базовим модулем | 61 |
| 2.9.3 Консольний додаток для конфігурації модулів | 69 |
| 2.9.4 Програма мікроконтролерної платформи M5Stack | 72 |
| 2.9.5 Написання скриптів для web-сервера | 74 |
| 3 Спеціальний розділ | 77 |
| 3.1 Розробка інструкції з експлуатації електронного пристрою | 77 |
| 3.2 Розробка методики перевірки, функціонування (контролю, випробування) електронного пристрою | 78 |
| 3.3 Вимоги до складу та змісту робіт з підготовки об'єкту автоматизації до введення системи в дію | 80 |
| 3.4 Порядок контролю та прийому | 82 |
| 3.5 Аналіз даних генерованих системою | 83 |
| 4 МАРКЕТИНГОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ | 88 |
| 4.1 Визначення процесу комерціалізації. LEAN Canvas | 88 |
| 4.2 SWOT аналіз | 91 |
| 4.3 PEST аналіз | 93 |
| 4.4 Обґрунтування результатів маркетингового дослідження | 95 |
| 5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ | 97 |
| 5.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР | 97 |
| 5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи | 98 |
| 5.3 Розрахунок матеріальних витрат | 100 |
| 5.4 Розрахунок витрат на електроенергію | 102 |
| 5.5 Визначення транспортних затрат | 102 |
| 5.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань | 102 |
| 5.7 Обчислення накладних витрат | 103 |
| 5.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР | 104 |
| 5.9 Розрахунок ціни НДР | 104 |

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

| | | |
|------|--|-----|
| 5.10 | Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень | 105 |
| 5.11 | Висновки | 106 |
| 6 | ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ | 107 |
| 6.1 | Техніка безпеки користувачів ВТД | 107 |
| 6.2 | Розрахунок системи штучного освітлення | 116 |
| | Висновки | 121 |
| | Перелік посилань | 122 |
| | Додатки | 126 |
| | Додаток А. Лістинг програми базового модуля | 126 |
| | Додаток Б. Лістинг програми мобільного модуля | 132 |
| | Додаток В. Лістинг програми консольної програми конфігурації | 136 |
| | Додаток Г. Лістинг програми платформи M5Stack | 138 |
| | Додаток Д. Скрипти веб-сервера | 141 |

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змін. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ключову інформацію про стартап на одній сторінці.

31. PEST-аналіз — це маркетинговий інструмент, призначений для виявлення політичних, економічних, соціальних і технологічних аспектів зовнішнього середовища, які впливають на компанії.

32. SWOT-аналіз — це один зі способів аналізу внутрішніх та зовнішніх факторів, які впливають на роботу та розвиток компанії (сильні сторони, слабкі сторони, можливості, загрози).

33. СШІ (Системи та засоби штучного інтелекту) — галузь науки, яка займається теоретичними дослідженнями, розробленням і застосуванням алгоритмічних та програмно-апаратних систем і комплексів з елементами штучного інтелекту та моделюванням інтелектуальної діяльності людини.

34. КВР – кваліфікаційна робота.

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

величезні території полів в сотні гектар. Навіть в межах заводу виникають складність. Саме тому в сільському господарстві будуть широко затребувані рішення, засновані на появу LoRaWAN-технологіях. Переваги LoRaWAN полягають у високій функціональності та надійній роботі пристроїв, в простоті розгортання мережі і низької вартості всієї інфраструктури.

1.2 Аналітичний огляд існуючих рішень

На ринку сучасних інформаційних технологій для агропромислового комплексу представлено комплексні системи, які вирішують багато задач у даній сфері.

Однією із таких комплексів є Система контролю вологості ґрунту в теплицях і на полях «СТРИЖ» [30](див. рис. 1.1)



Рисунок 1.1 – Додаток системи «СТРИЖ»

Не маючи можливості точно і регулярно вимірювати вологість ґрунту, фермери застосовують надлишковий полив, коли значна частина вологи йде назад глибоко в землю. Таким чином створюється величезна зайва циркуляція води, часто призводить до ерозії ґрунту і потреби вносити додаткові добрива. Рішення – система «Стриж», що може бути використана

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

як для збору статистичних даних про вологість ґрунту, так і для впровадження системи автоматичного поливу.

Ця система дозволяє відслідкувати споживання води наочно, в особистому кабінеті [30]. Інформація оновлюється в реальному часі – повний контроль над ситуацією. Радіус дії базової станції – до 40км. Станції на відкритій місцевості приймають сигнал на відстані до 40 км. Ідеально для агрохолдингів з великою площею угідь.

Скорочення витрат води до 70%. Точний контроль витрати води в реальному часі дозволяє значно знизити нецільове використання ресурсу при зрошенні полів.

Цільова аудиторія автоматизованого контролю вологості ґрунту:

Агрохолдинги. Своєчасний полив підвищує урожай і перешкоджає нецільового витраті води.

Фермерські господарства. Недорогий моніторинг вологості ґрунту зі зрозумілим інтерфейсом.

Харчова промисловість. Контроль вологості ґрунту в реальному часі в теплицях / цехах.

Муніципалітети. Зниження витрат води на контрольованих об'єктах. Збір даних про полив всіх ділянок на одному моніторі.

На рисунку 1.2 зображений датчик вологості компанії «СТРИЖ».



Рисунок 1.2 – Датчик вологості фірми «СТРИЖ»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Пристрої і модеми «Стриж» не вимагають підключення до електромережі. Вони взагалі не вимогливі до харчування. Процес відправки даних оптимізований, а потужність передачі в 80 разів нижче, ніж у мобільного телефону [30].

За рахунок дальності передачі даних і особливостей протоколу «Стриж» обслуговує до 1 000 000 пристроїв однієї радіоточкою безпосередньо. Це в рази скорочує загальну вартість обладнання та робіт з його встановлення [30].

Ще одним представником систем для агропромислової сфери є CaipoWave – сучасна сенсорна мережа для моніторингу вологості і температури ґрунту[11]. Основні переваги – надійність, низька собівартість, відсутність обслуговування, проста установка. На рисунку 1.3 зображена система Caipo Wave.



Рисунок 1.3 – Сенсорна мережа для моніторингу вологості і температури ґрунту CaipoWave

Системи моніторингу вологості ґрунту Caipos складаються зі станції вологості ґрунту Caipos і веб-додатки Caipos [11]. Датчики вологості ґрунту можна підключити прямо до станції і через бездротові сенсорні вузли.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Переваги CairoWave [11]:

- Широкий діапазон моніторингу: до однієї базової станції можна підключити до 64 бездротових сенсорів.
- Економічність і практичність: Сенсори можуть бути додані і переміщені в будь-який час, не заважають роботі машин.
- Надійність: вихід з ладу одного з сенсорних вузлів ніяк не впливає на роботу інших.

На рисунку 1.4 зображена схема роботи системи CairoWave.

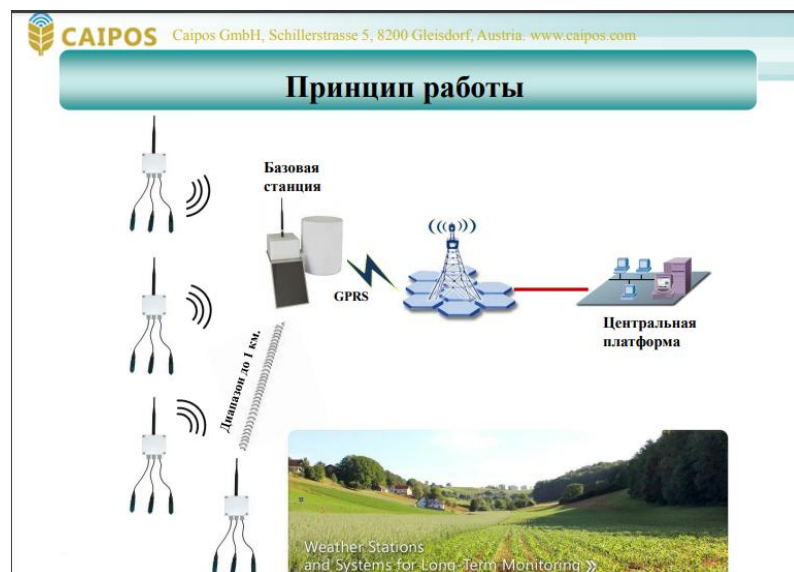


Рисунок 1.4 – Схема роботи системи CairoWave

Принцип роботи цієї системи: мобільні датчики, що поставлені у різних куточках досліджуваної ділянки землі, збирають інформацію і передають на базову станцію. Звідти, використовуючи технологію GPRS, дані передаються до центральної платформи і відображаються користувачеві.

Розглянувши варіанти реалізації подібних систем, варто сказати, що аналоги є зручними у використанні, але недоступні у ціні для великої частини покупців середньої категорії населення. Необхідність власної розробки полягає у створенні зручної, функціональної системи за доступною ціною з можливістю подальшого обслуговування.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

необхідно провести аналіз стану багатьох ділянок ґрунту впродовж всього циклу посівних/робочих періодів.

Принцип роботи комплексу наступний:

1) Користувач розміщує мобільні модулі у зоні, за станом ґрунту якої потрібно доглядати.

2) Мобільні модулі передають інформацію на базовий модуль, який містить телекомунікаційне обладнання для централізованої передачі зібраних даних на віддалений веб-сервер для обробки і зберігання.

3) Інформацію про стан земельної ділянки можна відобразити на будь-якому пристрої, що приєднаний до даного сервера.

Необхідно розробити керуючі програми для управління та налаштування базового блоку, мобільних блоків.

Також варто розробити протокол передачі інформації по радіоканалу для зв'язку між модулями.

2.1.3 Вимоги до програмної документації

Документація на програмний продукт повинна включати в себе:

1. Технічне завдання.
2. Інструкції з налаштування програмного середовища.
3. Інструкції з розробки ПЗ та його структура.

Вся документація міститься в зрозумілому вигляді потрібному для коректної взаємодії користувача з програмним продуктом.

Попередній склад програмної документації повинен включати в себе:

- технічне завдання;
- текст програми;
- опис програми;
- програму і методики випробувань;
- пояснювальну записку;
- опис застосування;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

– умови експлуатації.

2.1.4 Техніко-економічні показники

Програмне забезпечення розробляється з використанням мови програмування C/C++ в середовищі Arduino IDE.

Вид зберігання даних – здійснюється на хмарному сервісі. Відправку даних здійснює базовий модуль по каналу GPRS, відповідно до зібраних даних з мобільного модуля по каналу LoRa.

Тип інтерфейсу – графічний. Відображення даних здійснюється на OLED дисплеї. Взаємодія користувача з системою відбувається через інтерактивний інтерфейс мікроконтролера M5Stack. Робота програми конфігурації відбувається в консольному режимі.

Мова інтерфейсу – англійська.

Операційна система – програми відповідних модулів повинні виконуватися на мікроконтролерній платформі M5Stack та Arduino. Програма конфігурації модулів повинна виконуватися на під Windows 7-10.

Для розробки програмного забезпечення сумарно повинно бути потраченим не більше 200 машино-годин та 10 людино-годин. Програмне забезпечення поставляється у вигляді «Як є», воно вільно поширюване і підпадає під ліцензію GNU GPL v2.

На розробку програмного забезпечення сумарно необхідно затратити не більше 250 машино-годин, в тому числі 40 людино-годин. Сумарна вартість системи повинна становити до 11200 грн..

2.1.5 Стадії та етапи розробки

Розробка повинна бути проведена в такі стадії:

- 1.Розробка технічного завдання.
- 2.Робоче проектування.
- 3.Тестування та відлагодження.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4.Впровадження.

На стадії робочого проектування повинні бути виконані перераховані нижче етапи робіт:

- Розробка мобільних та базового модулів.
- Розробка програмної документації.
- Тестування системи.

2.1.6 Порядок контролю та прийому

Для прийому роботи Виконавець повинен представити:

1. Програмний продукт.
2. Інструкції з експлуатації.
3. Інструкції з налаштування.
4. Демонстрація працездатності програмного продукту.

Представлення програмного продукту включає в себе демонстрацію роботи кожного з функціональних елементів системи, згідно вимог технічного завдання.

Інструкція з налаштування містить такі етапи:

- Підключення мобільних модулів до конфігураційної програми для задання ідентифікатора і часового інтервалу відправки даних.
- В консольній програмі можна перевірити стан датчиків та відкалібрувати датчик вологості, а також перевірити заряд батареї.
- Для базового модуля можна налаштування адреси сервера та перевірити з'єднання з мобільними блоками шляхом вводу відповідних команд в консольний застосунок.

Інструкції з експлуатації включає перевірку комунікації між модулями по радіоканалу LoRa, а також відправку даних на віддалений сервер. Інформацію про функціональний стан системи та помилки роботи відображається на дисплеї базового модуля.

Демонстрація працездатності системи включає наступні етапи:

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

1. Мобільний модуль необхідно помістити в середовище, де необхідно виміряти параметри температури та вологості.

2. Включити живлення усіх модулів, при справності системи автоматично налаштується з'єднання модулів по радіоканалу і отримана інформація буде відображатися на OLED дисплеї.

3. Дані, про стан ґрунту передаються і зберігаються на веб-сервері, до якого можна підключитися з будь-якого браузера для їх перегляду.

2.2 Розробка структури системи

Розробка складається з Базового модуля (Base Module) та з n-кількості додаткових локальних мобільних модулів (n залежить від кількості ділянок, над якими необхідно провести моніторинг), які об'єднані в мережу за допомогою каналу передачі даних LoRa WAN.

Структура системи зображена на рисунку 2.1.

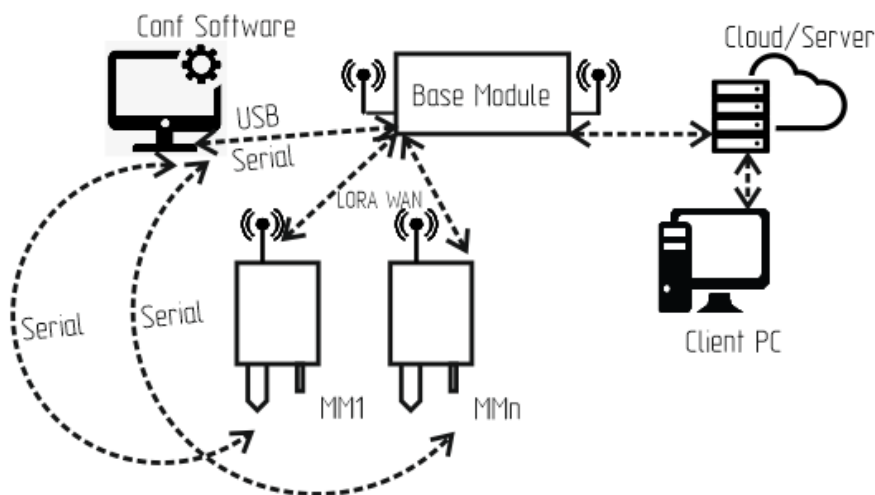


Рисунок 2.1 – Структура системи

Мобільний модуль – міні-девайс, який складається із датчиків вологості, температури та модуля LoRa WAN. Модуль вимірює якісні показники ґрунту і передає дані на базовий модуль.

Base Module - базовий автономний модуль, який призначений для

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

збору даних з мобільних модулів MM_{1-n} і передачі даних на хмарний сервер по GPRS каналу. Він містить такі основні компоненти:

- контролер Arduino Nano RobotDyn;
- модуль LoRa WAN;
- модуль GSM.

Мікроконтролер – керуюча частина системи, побудований на процесорі ATmega328.

Модуль LoRa WAN – призначений для передачі даних між базовим та мобільними модулями по єдиному протоколу передачі даних. Він має широкий діапазон дії та низьку енергозатратність.

GSM модуль служить для передачі даних на хмарний сервер. Працює в режимі GPRS, використовує не зайняту голосовим зв'язком смугу частот для передачі інформації. Використовується в мобільних пристроях для передачі MMS, WAP-серфінгу та повноцінного з'єднання з Інтернетом.

Окрім вищевказаних модулів у системі використовуються наступні елементи:

- Transfer LED – світлодіод, який використовується для інформування про синхронізацію даних по LoRa WAN.
- Receive LED – світлодіод, який використовується для інформування про прийом даних по LoRaWAN.
- OLED – рідкокристалічний дисплей, на якому виводиться інформація про режими роботи базового модуля.
- Power supply module – модуль автономного живлення, призначений для живлення мобільного та базового модулів від літій іонного акумулятора. Містить схему вимірювання заряду батареї, контролер заряду батареї, літій іонний акумулятор, перетворювач напруги DC-DC 3.7-5V.

На рисунку 2.2 зображена структура функціональних вузлів і елементів мікропроцесорної системи.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Під час заряду мікросхема TP4056 може нагріватися до 100 град.С. Це не свідчить про несправність модуля. Для покращення охолодження можна використовувати міні-радіатори або активне охолодження за допомогою вентилятора 5В в парі з радіатором.

Характеристики [33]:

- вхідна напруга: 4.5 - 5.5В;
- кінцева напруга зарядки: 4.2В;
- напруга захисту розряду: 2.4В;
- струм зарядки: 1А;
- роз'єм підключення ЗП: Micro-USB;
- діапазон робочих температур: -10 ° до + 85 °;
- Розмір: 27,75x17,25 мм.

Струм зарядки налаштовується заміною резистора R3 (1,2кОм) на 3 контакті TP4056, за замовчуванням: 1А.

У таблиці 2.1 зображено відповідність опорів резисторів до струму заряду [33].

Таблиця 2.1 – Відповідність опорів резисторів до струму заряду

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|
| Резистор (кОм) | 30 | 20 | 10 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1.66 | 1.5 | 1.33 | 1.2 |
| Струм заряду | 50 | 70 | 130 | 250 | 300 | 400 | 580 | 690 | 780 | 900 | 1000 |

OLED дисплей 0.96" I2C 128x64

Яскравий, економічний, дуже контрастний OLED дисплей (див. рис. 2.9) використовується у конструкції, для якої важливі розміри і зовнішній вигляд. Контрастність дисплея дозволить впевнено зчитувати з нього інформацію навіть при дуже яскравому світлі [20].

Просте підключення і поширений I2C інтерфейс дозволить підключити декілька дисплеїв до будь-якого мікроконтролера або міні-комп'ютера. Типова адреса 0x3c [32].

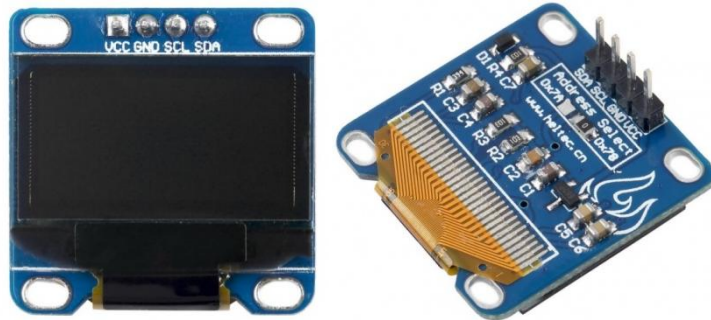


Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд OLED дисплей 0.96" I2C

Характеристики [20]:

- Розмір екрану 0.96 ".
- Тип екрану OLED.
- Роз'єм 4-pin.
- Напруга живлення 3.3-6В.
- Роздільна здатність дисплея 128 * 64.
- Товщина 11 мм.
- Ширина 25 мм.
- Висота 25 мм.
- Вага 4.0 грам.

Специфікація [20]:

- Драйвер OLED модуля: SSD1306.
- Кут огляду: > 160 градусів.
- Роз'єм: 4-pin.
- Напруга живлення: 3.3V.
- Рівні входних сигналів: 3.3V.
- Розпіновка роз'єму:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- VCC: Напруга живлення.
- GND: Загальний.
- SCL: Шина тактування даних.
- SDA: Шина даних.

На рисунку 2.10 зображено умовне позначення OLED дисплей 0.96" I2C на функціональній схемі.

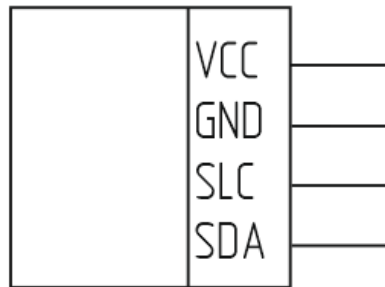


Рисунок 2.10 - Умовне позначення OLED дисплей 0.96" I2C на функціональній схемі

Модем LoRa 433 МГц на чіпі SX1278

Приймопередатчики SX1278(див. рис. 2.11) оснащені модемом дальнього радіуса дії LoRa®, який забезпечує надширокополосний зв'язок із розширеним спектром і високу проміжну стійкість при мінімальному використанні струму [22].

Використовуючи запатентовану Semtech техніку модуляції LoRa, SX1278 може досягти чутливості до -148 дБм, використовуючи недорогі комплектуючі. Висока чутливість при співпраці з вбудованим підсилювачем потужності +20 дБм забезпечує найкращий рівень відображення бюджету каналів зв'язку, що робить його оптимальним для будь-якого застосування, вимагаючи частотного діапазону або надійності. LoRa. Модуль також забезпечує переваги як при блокуванні так і при виборі за порівнянням з традиційними методами модуляції, збереженням стійкості та споживання енергії.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 2.11 - Модем LoRa WAN

Характеристики [22]:

- Метод модуляції: FSK / GFSK, LoRa.
- Тип зв'язку: Напівдуплексний зв'язок.
- Чувливість RX: -139 дБм.
- Робочий діапазон: багатосмуговий ISM.
- Струм в режимі прийому: 12 ~ 13 мА.
- Внутрішній буфер: 256 байт FIFO TX / RX.
- Обновлення сигналів каналу передачі даних: ISSI.
- Режим передачі: FIFO / прямий режим (рекомендований режим пакетів FIFO).

На рисунку 2.12 зображено розпіновку модуля LoRa WAN [22].

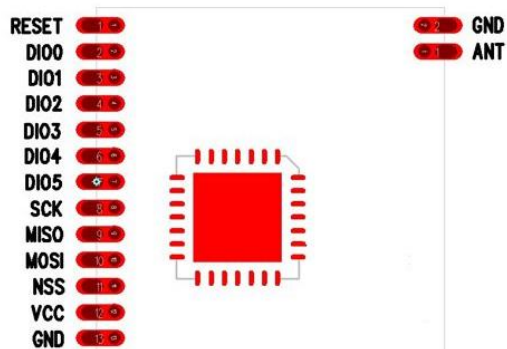


Рисунок 2.12 - Розпіновка модуля SX1278

На рисунку 2.13 зображено умовне позначення модуля LoRa WAN на функціональній схемі.

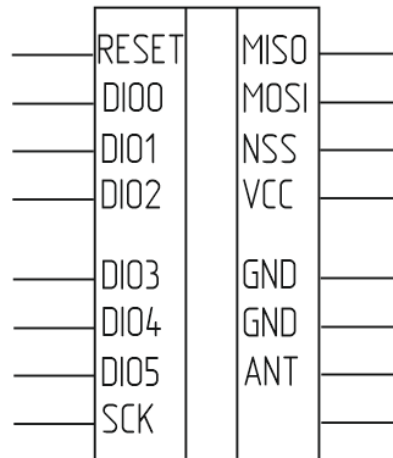


Рисунок 2.13 - Умовне позначення LoRa WAN на функціональній схемі

GSM модуль на SIM800L

Мініатюрний модуль GSM / GPRS стільникового зв'язку на основі компонента SIM800L(див. рис. 2.14), розробленого компанією SIMCom Wireless Solutions. Стандартний інтерфейс управління компонента SIM800L надає доступ до сервісів мереж GSM / GPRS 850/900/1800 / 1900МГц для відправки SMS-повідомлень, дзвінків та обміну цифровими даними GPRS. Комплектується вбудованою антеною, також можна підключити додаткові антени для поліпшення якості сигналу [13].



Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд GSM модуль на SIM800L

- TXD до контакту RX мікроконтролера.
- SPKN з'єднується з динаміком.
- GND загальний провід.

Характеристики [13]:

- Напруга живлення: від 3.4В до 4.4В.
- Рекомендоване напруга живлення: 4В.
- Струм в режимі очікування: 0.7 мА.
- Максимальний струм: 500 мА.
- Максимальна напруга високого рівня інтерфейсу UART: 2.8 В.
- Швидкість UART: 1200-115200 бод.
- Робочі діапазони EGSM900, DCS1800, GSM850, PCS1900.
- Потужність передачі GSM850, EGSM900: 2 Вт.
- Режим мережі: 2G.
- Управляється командами AT через UART: (3GPP TS 27.007, 27.005 SIMCOM enhanced AT Commands).
- Автоматичне визначення швидкості передачі керуючих AT команд.
- Відправлення та отримання GPRS даних (TCP / IP, HTTP, і т.д.).
- Макс швидкість передачі GPRS даних: 85.6 Кбод.
- Кодування: CS-1, CS-2, CS-3 і CS-4.
- GSM протокол: 07.10 протокол.
- Підтримка годин реального часу RTC.
- Підтримує сім карти з живленням 3В і 1.8 В.
- Робоча температура: - 30 до 75 град С.
- Розміри: 25 x 25 мм.

Приклад команд відправки СМС повідомлень:

AT + CMGF = 1

[00]

OK

AT + CMGS = "+ 380938500xxx"

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

[00]

> Hello

> [00]

+ CMGS: 37

OK.

Для живлення модуля напругою 4В використовується модуль заряду батареї.

На рисунку 2.15 зображено умовне позначення GSM модуля на SIM800L на функціональній схемі.

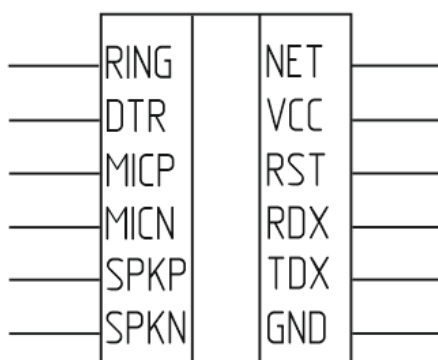


Рисунок 2.15 - Умовне позначення GSM модуля на SIM800L на функціональній схемі

Ємнісний датчик вологості ґрунту

Ємнісний датчик вологості використовується для вимірювання вологості ґрунту [28]. На рисунку 2.16 зображено зовнішній вигляд ємнісного датчика вологості.

Найбільша проблема резистивних датчиків вологості ґрунту - малий термін експлуатації, обумовлений схильністю корозії контактів вимірювача. Ємнісні датчики вільні від цього недоліку, а корозійностійке покриття електродів робить їх практично вічними. Ще це позитивно впливає на стабільність показань та точність вимірювання датчика.

Так само на стабільність показань позитивно впливає наявність на платі датчика стабілізатора напруги живлення, що дає можливість жити датчик

- Вихідна напруга: від 0В до 3,0В.
- Струм споживання 1,3 mA.
- Розмір: 99x16 мм.

На рисунку 2.17 зображено умовне позначення ємнісного датчика вологості на функціональній схемі.

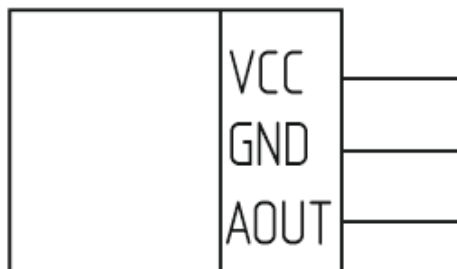


Рисунок 2.17 - Умовне позначення ємнісного датчика вологості на функціональній схемі

Цифровий датчик температури

У якості цифрового датчика температури використовується Sensor-DS18B20 для Sonoff TH 10A і 16A від Itead [31] (див. рис. 2.18).

Цифровий датчик температури дозволяє використовувати при керуванні вимикачем функції, що залежать від температури, що вимірюється датчиком. Датчик оснащений кабелем і 2,5мм штекером. Довжина датчика без роз'єму становить 1м.

Діапазон вимірюваних температур датчиком від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$. Зчитаний з приладу цифровий код є прямим безпосереднім кодом вимірюваного значення температури і не потребує додаткових перетворень. Абсолютна похибка перетворення менше $0,5^{\circ}\text{C}$ в діапазоні контрольованих температур -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Максимальний час повного 12-ти розрядного перетворення $\sim 750\text{мс}$ [31].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 2.18 – Цифровий датчик температури Sensor-DS18B20 для Sonoff TH 10A і 16A від Itead

На рисунку 2.19 зображено умовне позначення ємнісного датчика вологості на функціональній схемі.

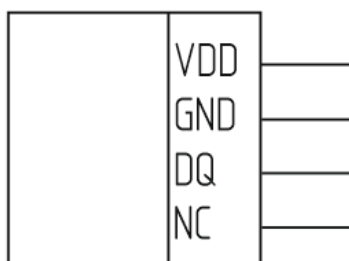


Рисунок 2.19 - Умовне позначення цифрового датчика температури на функціональній схемі

Характеристики [31]:

- Діапазон вимірюваних температур: $-55 \dots +125 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Точність: $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (в межах $-10 \dots +85 \text{ }^\circ\text{C}$).
- Час отримання даних: 750 мс при 12-бітному дозволі; 94 мс при 9-бітному дозволі.
- Напруга живлення: 3-5,5 В.
- Струм при бездіяльності: 750 нА.
- Струм при роботі: 1 мА.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 2.21 - Акумулятор Li-Po

Характеристики [27]:

- тип батареї: літій-полімерна;
- номінальна ємність: 500 мА/г;
- номінальна напруга: 3.7 В;
- розміри: 30x40x10 мм;
- напруга відсічки: 2.5 В;
- Напруга максимальна в елементі: 4,18..4,20 В(повністю заряджений);
- Напруга мінімальна: 2,5..2,75 В(повністю розряджений) ;
- максимальний струм заряду / розряду: 1С (0.8-1.0 А) ;
- рекомендований струм заряду / розряду: 0.5С (300-500 мА) ;
- маса: 20 г.

На рисунку 2.22 зображено умовне позначення акумулятора Li-Po на функціональній схемі.

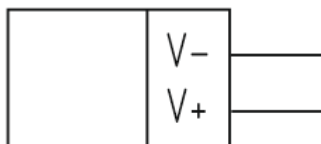


Рисунок 2.22 - Умовне позначення акумулятора Li-Po на функціональній схемі

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ

Арк.

Підвищуючий перетворювач

В якості підвищуючого перетворювача використовують DC-DC 5В 600мА USB-A [29](див. рис 2.23).



Рисунок 2.23 – Зовнішній вигляд підвищуючого перетворювача DC-DC

Підвищуючий перетворювач з виходом USB на 5 Вольт. Підтримує стабільну напругу на виході (роз'єм USB-A мама) 5В, при зміні вхідної в діапазоні від 0,9 до 5В. Модуль дозволяє створювати малогабаритні автономні зарядні і живлять пристрої (Powerbank), заряджати пристрої через USB роз'єм (мобільні телефони, планшети, іграшки) або живити різні пристрої напругою 5В.

Характеристики [29]:

- Вхідна напруга: від 0.9 В до 5 В;
- Вихідна напруга: 5 В;
- Максимальний вихідний струм: 600 мА;
- Розміри 34 x 16 x 9 мм.

На рисунку 2.24 зображено умовне позначення підвищуючого перетворювача DC-DC на функціональній схемі.

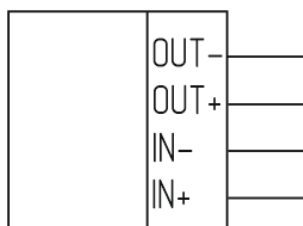


Рисунок 2.24 - Умовне позначення підвищуючого перетворювача DC-DC на функціональній схемі

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- вивід інформаційних повідомлень на OLED дисплей про стан з'єднання і отримані дані з мобільних модулів.

Використання десктопної клієнтської програми можливе лише у ОС Windows 7-10. Для тестування роботи модулів необхідно розробити програму на мікроконтролерній платформі M5Stack, яка містить необхідні функціональні блоки для обміну даними по відповідних протоколах.

2.6 Опис та обґрунтування вибору структури та методу організаційних вхідних та вихідних даних

В даній роботі, в якості вхідних даних виступає інформація про рівень вологості та температури, зчитана із відповідних датчиків на мобільних модулях. Для зчитування інформації із датчика температури 18B20, яка передається по протоколу One WIRE [25], використовується бібліотека OneWire.h. Для зчитування даних з датчика вологості використовуються стандартні команди для роботи з АЦП - analogRead(sHum).

Дані з мобільних модулів по каналу LoRa WAN передаються на базовий модуль. Там по каналу GPRS він відправляє пакети даних на віддалений сервер. Зчитана інформація відображається на OLED дисплеї базового модуля. На рисунку 2.27 зображена організація вхідних та вихідних даних. Вихідні дані на сервері будуть організовані у вигляді записів бази даних.

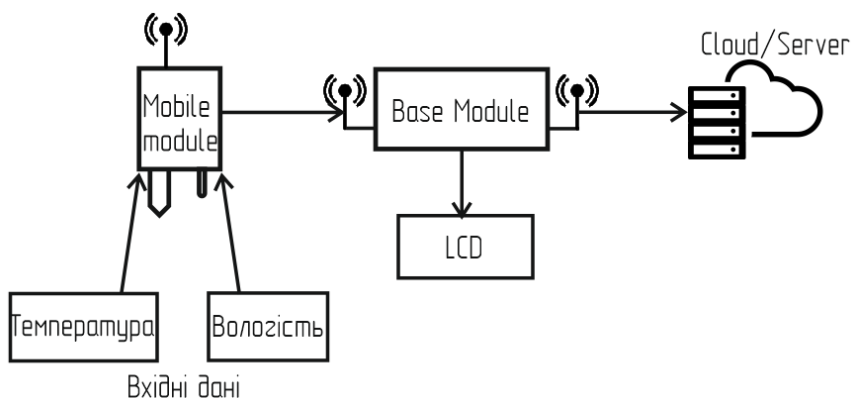


Рисунок 2.27 - Організація вхідних та вихідних даних

1. Початкова ініціалізація модуля, включає в себе налаштування параметрів інтервалу передачі даних, калібрування датчика вологості та задання ідентифікатора модуля.
2. Зчитування даних з датчика вологості.
3. Зчитування даних з датчика температури.
4. Зчитування даних про стан акумуляторної батареї.
5. Передача даних на базовий модуль по каналу LoRa WAN.
6. Опрацювання команд конфігурації.

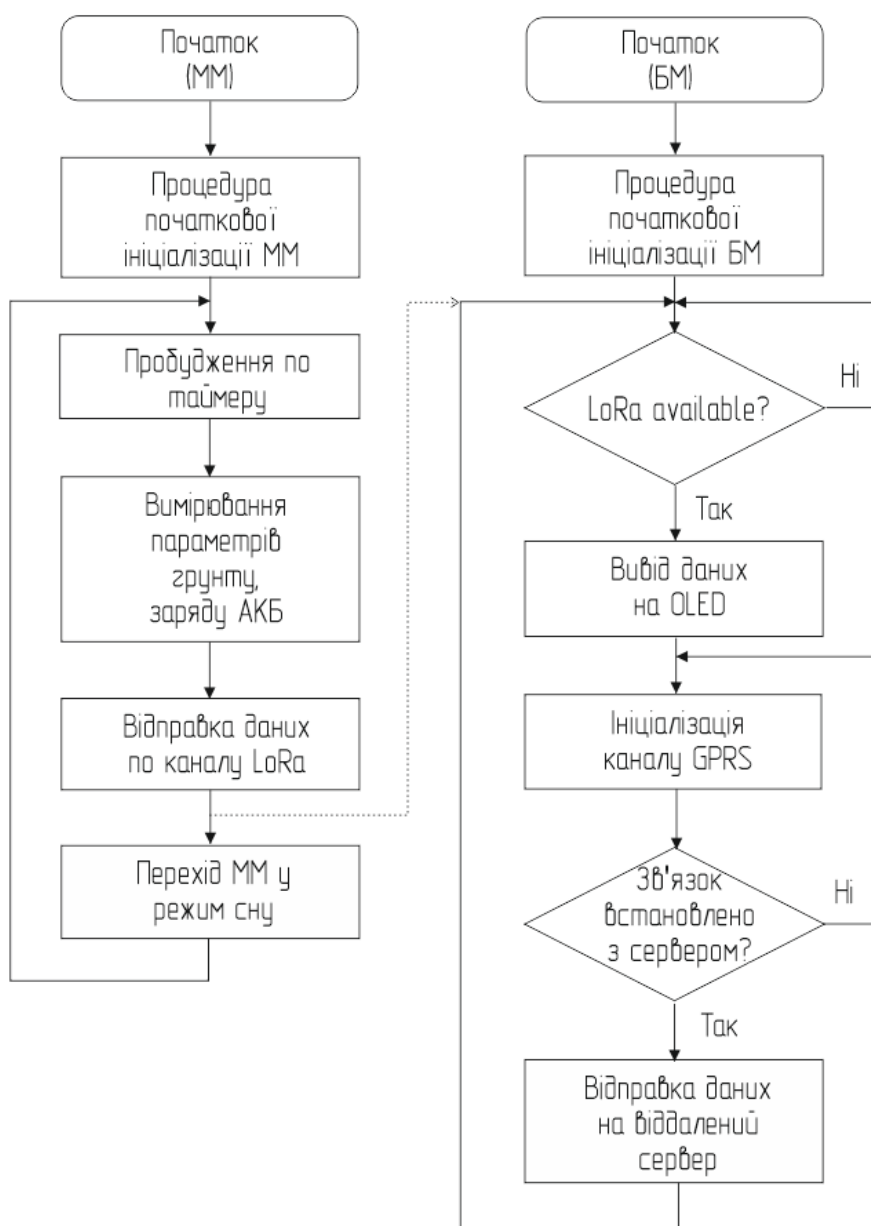


Рисунок 2.29 – Алгоритм роботи системи

Логіка роботи базового модуля:

1. Отримання пакету даних з радіоканалу LoRa.
2. Парсинг даних.
3. Вивід інформації на OLED дисплей.
4. Відправка даних по GPRS каналу на віддалений сервер.
5. Опрацювання команд конфігурації.

Логіка роботи мікроконтролера M5Stack:

1. Взаємодія з модулями по каналу LoRa.
2. Створення графічного меню.
3. Відображення параметрів з'єднання з модулями відповідно до вибраного режиму.

Логіка роботи консольної програми конфігурації модулів:

1. Налаштування COM порту з'єднання з модулем.
2. Перевірка підключення модуля по USB інтерфейсу.
3. Взаємодія з модулем по інтерфейсу UART.

2.8.2 Зовнішнє проектування програми

Зовнішнє проектування елементів системи включає у себе вивід даних на сторінку веб-браузера для їх перегляду з віддаленого веб-сервера (див. рис. 2.30) та вивід інформації на графічні дисплеї базового модуля та модуля M5Stack.



Рисунок 2.30 – Результат перегляду даних на веб-сторінці

Мікропроцесорна платформа M5Stack [18] має графічний дисплей з розширенням 320*240 пікселів та три кнопки управління користувацького інтерфейсу. На даній платформі, яка призначена для перевірки з'єднання модулів по каналу LoRa реалізоване графічне меню (див. рис. 2.31).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рисунок 2.31 - Графічне меню модуля M5Stack

Панель Меню складається з вкладок: About, Start Receiver, View Data LoRa та Test Base module.

About – містить інформацію про програму та розробника (див. рис. 2.32).



Рисунок 2.32 - Вкладка About

View Data LoRa – реалізована функція перегляду отриманих даних з мобільного модуля (див. рис. 2.33).

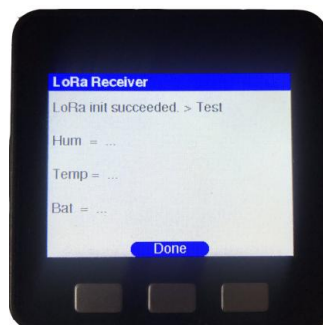


Рисунок 2.33 - Вкладка View Data LoRa

Base module – реалізована функція відправки повідомлення на базовий модуль.

Start Receiver – очікування пакету даних з мобільного модуля (див. рис. 2.34).



Рисунок 2.34 - Вкладка Start Receiver

Навігація по меню здійснюється за допомогою користувацьких кнопок «Up», «Down», «Select».

2.9 Написання текстів програми

2.9.1 Програма управління мобільним модулем

Програма для керування мікроконтролерною системою мобільного модуля містить наступні функціональні частини:

Обробка даних аналогового ємнісного датчика вологості здійснюється наступними командами:

```
valueHum = analogRead(sHum);           //зчитування даних з датчика  
вологості
```

```
valCal = map(valueHum, 560, 290, 0, 100);
```

```
//масштабування значень вологості
```

Обробка даних датчика температури 18B20 здійснюється в функції getTemp:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Комунікація з модемом LoRa по протоколу SPI [23] здійснюється такими командами:

```
//налаштування підключення LoRa
if (!LoRa.begin(433E6)) {
  Serial.println(«Starting LoRa failed!»);
  while (1);
}
// передача пакету через LoRa
LoRa.beginPacket();
LoRa.print(nameModule);
LoRa.print(«\t Hum «);
LoRa.print(valueHum);
LoRa.print(« temp «);
LoRa.print(valueTemp);
LoRa.print(« bat «);
LoRa.print(valueBat);
LoRa.endPacket();
```

Налаштування модуля через Serial інтерфейс, який включає в себе калібрування датчика вологості, визначення рівня заряду акумуляторної батареї живлення модуля, задання часових параметрів відправки повідомлень по радіоканалу про рівень вологості та температури, здійснюється такими командами:

```
if (Serial.available() > 0) { //якщо на UART прийшли дані
  String str = Serial.readString(); //то вони зчитуються
  String command = str.substring(0, 3); //перші 3 символи – назва команди
  String param = str.substring(3); //решту – параметри
  Serial.print(command); //виводиться значення команди
  if (command == «NAM») nameModule = param; //якщо команда NAM, то
  параметр – назва пристрою
```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Початкові налаштування модуля здійснюються в функції setup:

```
void setup() {                                     //конфігурація виводів контролера
pinMode(ledSend, OUTPUT);
pinMode(ledRes, OUTPUT);
pinMode(pinGND, OUTPUT);                          //GND
pinMode(pinVCC, OUTPUT);                          // VCC
digitalWrite(pinGND, 0);                          //початкове задання для землі 0
digitalWrite(pinVCC, 1);                          //початкове задання для живлення 1
Serial.begin(9600);
//задання частоти передачі даних(9600)бот
/*
калібрування датчика вологості
*/
valueHum = analogRead(sHum);                      // дані з датчика вологості
valCal = map(valueHum, 560, 290, 0, 100);        //масштабування значень
вологості
Serial.println(«LoRa Sender»);                   //передача даних по каналу LoRa
for (int i = 0; i < 3; i++) {
digitalWrite (ledSend, 0);
digitalWrite (ledRes, 1);
delay(100);
digitalWrite (ledSend, 1);
digitalWrite (ledRes, 0);
delay(100);
digitalWrite (ledSend, 0);
}
delay(5000);
}
```

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | | | | | |

Комунікація з модемом LoRa:

```
while (LoRa.available()) { //якщо є дані з LoRa
digitalWrite (ledRes, 1); //вмикання індикатора результату
delay(50); //затримка часу
digitalWrite (ledRes, 0); //вимикання індикатора результату
char ch = (char)LoRa.read(); //записування в масив даних, які передалися з
LoRa
StrLoRa += ch; //формування стрічки
readBool = true;
Serial.print(StrLoRa); //вивід змінної StrLoRa
Serial1.print((char)count); //вивід на екран значень масиву char
}
Serial.print(StrLoRa); //вивід змінної StrLoRa
//парсинг даних
int posHum = StrLoRa.indexOf("bat"); //присвоєння змінній posHum значення
заряду батареї
String temp = StrLoRa.substring(6, posHum); //присвоєння змінній temp
значення вологості
hum = temp.toInt(); //перевід змінної temp в тип int і
призначення змінній hum
temp = StrLoRa.substring(posHum + 4);
bat = temp.toInt(); //перевід змінної temp в тип int і
призначення змінній bat
Serial.println();
Serial.print("bat "); //вивід надпису bat
Serial.println(bat); //вивід змінної bat
StrLoRa = "";
Serial.print("" with RSSI "); //вивід потужності на Serial
rssi = LoRa.packetRssi();
Serial.println(LoRa.packetRssi());
```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Підключення та конфігурування виводів мікроконтролера реалізовано наступними командами:

```
#define ledSend A0 // підключення індикатора відправки
даных
#define ledRes A1 // підключення індикатора виводів
pinMode(ledSend, OUTPUT);
pinMode(ledRes, OUTPUT);
Serial.begin(9600); // швидкість обміну з ПК
Serial1.begin(9600); // швидкість обміну з GSM модемом
// початкова індикація старту контролера
for (int i = 0; i < 3; i++) {
digitalWrite (ledSend, 0);
digitalWrite (ledRes, 1);
delay(200);
digitalWrite (ledSend, 1);
digitalWrite (ledRes, 0);
delay(200);
digitalWrite (ledSend, 0); }
}
```

Робота з OLED дисплеєм [12] реалізовано наступними командами у функціях drawData та waitData :

```
void drawData() { //функція виводу даних на дисплей
u8g_prepare(); //підготовка екрану
u8g.setFont(u8g_font_10x20); //вибір розташування надпису
u8g.drawStr( 0, 14, "HUM "); //вивід на екран HUM
u8g.setPrintPos(50, 14); //вибір розташування надпису
u8g.print(hum); //вивід значення вологості
u8g.drawStr( 100, 14, "%"); //вивід на екран %
u8g.drawStr( 0, 33, "BAT "); //вивід на екран BAT
u8g.setPrintPos(50, 33); //вибір розташування надпису
}
```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```

u8g.print(bat); //вивід значення заряду батареї
u8g.drawStr( 100, 33, "%"); //вивід на екран %
u8g.setFont(u8g_font_8x13); //вибір розташування надпису
u8g.drawStr( 0, 50, "RSSI "); //вивід на екран RSSI
u8g.setPrintPos(50, 50); //вибір розташування надпису
u8g.print(rssi); //вивід потужності приймача
u8g.drawStr( 90, 50, "dBm"); //вивід на екран dBm
u8g.drawStr( 0, 63, "Count "); //вивід на екран Count
u8g.setPrintPos(50, 63); //вибір розташування надпису
u8g.print(count); //вивід на екран значення змінної count
}

void waitData() { //функція очікування даних
u8g_prepare(); //підготовка екрану
u8g.setFont(u8g_font_10x20); //вибір розташування надпису
u8g.drawStr( 10, 20, "LoRa Basa");//вивід на екран надпису LoRa Basa
u8g.setFont(u8g_font_8x13); //вибір розташування надпису
u8g.drawStr( 10, 50, "Wait..."); //вивід на екран надпису очікування
}

```

Вивід сторінки даних на OLED дисплей:

```

u8g.firstPage();
do {
waitData();
} while ( u8g.nextPage() );

```

Початкові налаштування модуля здійснюються в функції setup:

```

void setup() {
//конфігурація виводів контролера
pinMode(ledSend, OUTPUT);
pinMode(ledRes, OUTPUT);
Serial.begin(9600); //задання частоти передачі даних(9600)бод

```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |


```

Serial1.begin(9600);           //задання частоти передачі даних(9600)бод
Serial.println("LoRa Basa");  //передача даних по каналу LoRa
u8g_prepare();               //робота з дисплеєм
u8g.firstPage();             // Робота з OLED екраном
do {
waitData();
} while ( u8g.nextPage() );
delay(3000);                 //затримка часу
//налаштування підключення LoRa
if (!LoRa.begin(433E6)) {
Serial.println("Starting LoRa failed!");
while (1); }
for (int i = 0; i < 3; i++) {
digitalWrite (ledSend, 0);
digitalWrite (ledRes, 1);
delay(200);
digitalWrite (ledSend, 1);
digitalWrite (ledRes, 0);
delay(200);
digitalWrite (ledSend, 0);
}}

```

Ініціалізація змінних та бібліотек реалізовано наступними командами:

```

//Підключення бібліотек
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>           //бібліотека для роботи з LoRa WAN
#include "U8glib.h"        //бібліотека для роботи з OLED дисплеями
U8GLIB_SSD1306_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_NONE |
U8G_I2C_OPT_DEV_0); // I2C / TWI

```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

AT+HTTPACTION=0

OK

Send done

AT+CIPSHUT

SHUT OK

AT+CGATT=0

+SAPBR 1: DEACT

+HTTPACTION: 0,601,0

Результат перегляду даних на сервері зображується на рисунку 2.35:

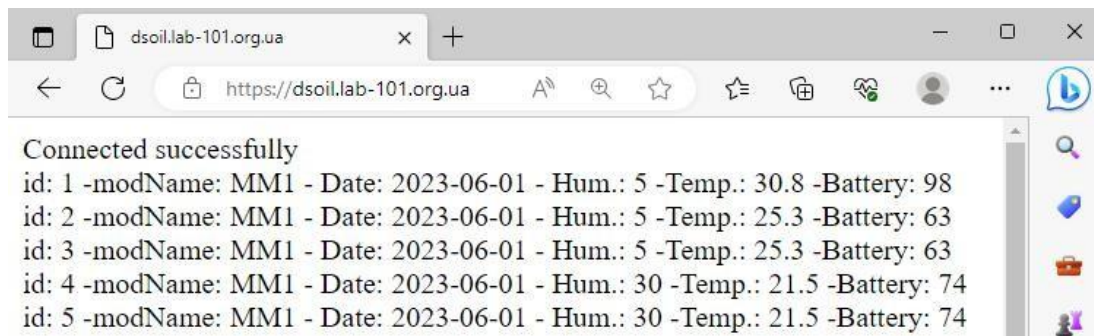


Рисунок 2.35 – Результат перегляду даних на сервері

Повний текст програми управління подано в додатку Б.

2.9.3 Консольний додаток для конфігурації модулів

Структурований вивід даних на екран та взаємодія з базовим та мобільними модулями виконується через з'єднання по Serial інтерфейсу в консольному режимі.

Ініціалізація змінних та бібліотек реалізовано наступними командами:

```
//підключення бібліотек
```

```
#include<iostream>
```

```
//підключення бібліотеки для роботи з cin/cout
```

```
using namespace std;
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Видача даних в COM порт здійснюється такими командами:

```
arduino.writeSerialPort(charArray, MAX_DATA_LENGTH);  
for (unsigned long i = 0; i < 1000000000; i++) {}  
// затримка часу для отримання даних з порту  
arduino.readSerialPort(output, MAX_DATA_LENGTH); //отримання даних з  
COM порту  
cout << ">> " << output << endl;  
delete[] charArray;}  
//видалення масиву даних charArray  
return 0;}
```

Створення масиву даних charArray:

```
char* charArray = new char[data.size() + 1];  
copy(data.begin(), data.end(), charArray);  
charArray[data.size()] = '\n';
```

Додавання номеру COM порту до масиву символів port здійснюється за допомогою таких команд:

```
string portStr = "\\.\COM";  
portStr = portStr + to_string(numCOM);  
n = portStr.length();  
char *port = new char[portStr.size() + 1];  
strcpy(port, portStr.c_str());
```

Повний текст програми подано в додатку В.

На рисунку 2.36 зображений скріншот роботи консольної програми, дані передаються прямо з мобільного модуля і висвічуються в даному додатку.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```
Select D:\PROGRAMM_KP_\Connect-And-Use-Arduino-via-Cpp-Software-1
>> Виберіть тип модуля: 1-ММ, 2-БМ >> 1
Вибрано Мобільний модуль
>> Виберіть номер COM порту підключення модуля >> 5
Комунікаційний порт COM 5
Connection made
>> Введіть команду управління:
>> НАЧМОВМОД
>> НАМ
>> Введіть команду управління:
>> INT5
>> INT OK
>> Введіть команду управління:
>> VIN
>> VIN OK hum 44
>> Введіть команду управління:
>> CLB
>> CLB OK hum 44
>> Введіть команду управління:
>> VIN
>> VIN OK hum 04
>> Введіть команду управління:
>> VIT
>> VIT OK temp 24.62
>> Введіть команду управління:
>>
■
```

Рисунок 2.36 – Скріншот роботи консольної програми

2.9.4 Програма мікроконтролерної платформи M5Stack

Для реалізації графічного інтерфейсу користувача використовуються бібліотеки:

```
#include <M5ez.h>
```

```
#include <ezTime.h>.
```

Меню користувача реалізовано наступними командами:

```
ezMenu mainmenu("LoRa connection check ");
```

```
mainmenu.addItem("View Data LoRa", LoRaDataOut);
```

```
mainmenu.addItem("Start Reciever");
```

```
mainmenu.addItem("Test Base Module");
```

```
mainmenu.addItem("About");
```

```
mainmenu.runOnce();
```



```

// Перевірка з'єднання
if (!$conn) {
    die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
}
echo "Connected successfully";
Отримуємо та виводимо дані по Get запиту:
//отримання даних по GET запиту
$modName = $_GET['m'];
$humidity = $_GET['h'];
$temperature = $_GET['t'];
$battery = $_GET['b'];
//вивід даних
echo "<br>1)".$modName."<br>";
echo "2)".$date."<br>";
echo "3)".$humidity."<br>";
echo "4)".$temperature."<br>";
echo "5)".$battery."<br>";
Вставляємо новий запис у таблицю:
//вставка нового запису у таблицю
$sql = "INSERT INTO dSoil (modName, date, humidity, temperature,
battery) VALUES ('$modName', '$date', $humidity, '$temperature', $battery )";

```

Для того щоб вивести дані у таблицю прописуємо код у файл index.php:

```

//вибірка з бази даних
$sql = "SELECT id, modName, date, humidity, temperature, battery FROM
dSoil";
$result = $conn->query($sql);
if ($result->num_rows > 0) {
    // output data of each row
    while($row = $result->fetch_assoc()) {

```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```
echo "id: " . $row["id"]. "-modName: " . $row["modName"]. " - Date: " .  
$row["date"]. " - Hum.: " . $row["humidity"]. "-Temp.: " . $row["temperature"].  
"-Battery: " . $row["battery"]. "<br>";  
}  
} else {  
echo "0 results";  
}
```

Скрипти веб-сервера подано у додатку Д.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

повинні коректно відображатися на OLED дисплеї базового модуля. Якщо інформація на дисплей не виводяться – перевірити з'єднання дисплею з мікроконтролером по каналу I2C. Якщо дані виводять спотворені – відредагувати функцію виводу даних на екран.

3.3 Вимоги до складу та змісту робіт з підготовки об'єкту автоматизації до введення системи в дію

У розділі «Вимоги до складу та змісту робіт з підготовки об'єкта автоматизації до введення системи в дію» необхідно привести перелік основних заходів і їх виконавців, які слід виконати при підготовці об'єкта автоматизації до введення системи в дію.

Перелік основних заходів з підготовки об'єкта до автоматизації включає:

- 1) приведення надходить в систему інформації (відповідно до вимог до інформаційного та лінгвістичного забезпечення) до вигляду, придатного для обробки;
- 2) зміни, які необхідно здійснити в об'єкті автоматизації;
- 3) створення умов функціонування об'єкта автоматизації, при яких гарантується відповідність створюваної системи вимогам, які містяться в ТЗ;
- 4) створення необхідних для функціонування системи підрозділів і служб.

Для створення умов функціонування при яких гарантується відповідність створюваної системи вимогам, які містяться в цьому технічному завданні, і можливість ефективного її використання, в організації Замовника повинен бути проведений комплекс заходів.

Технічні заходи:

В термін до початку етапу «Розробка робочої документації» повинні бути виконані наступні роботи:

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |



Рисунок 3.2 – Мобільний модуль системи

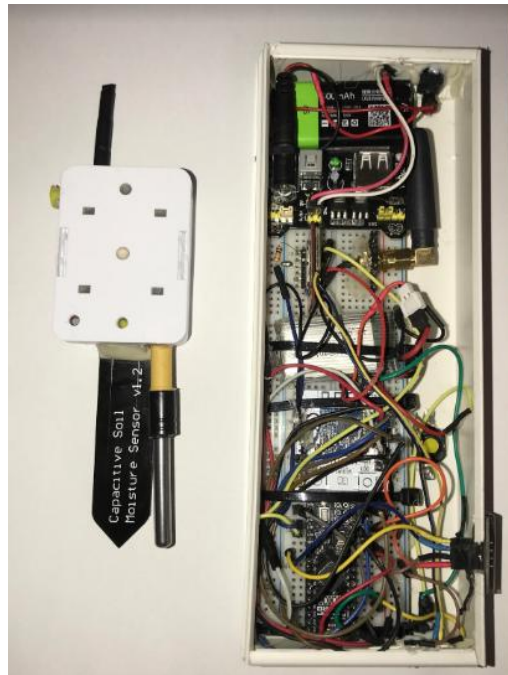


Рисунок 3.3 – Мобільний та базовий модулі системи

3.4 Порядок прийому та контролю

Для прийому роботи Виконавець повинен представити:

- Програмний продукт.
- Інструкції з експлуатації.
- Інструкції з налаштування.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

джерел, таких як сенсори, пристрої Інтернету речей (IoT), веб-сервери та інше [1].

Процес аналізу включає процес збору, обробки, вивчення та використання даних для отримання цінної інформації та формування результатів та висновків. Цей процес може включати застосування різноманітних технік, методів та інструментів, включаючи статистичний аналіз, машинне навчання тощо.

Аналіз даних генерованих системою може допомогти виявити тенденції, зміни якості ґрунту, здійснити прогнозування та прийняти обґрунтовані рішення. Він застосовується в агросфері для розуміння та оптимізації процесів, покращення продуктивності, виявлення аномалій та вирішення складних проблем.

Однією з найважливіших аспектів успішного сільського господарства є здатність відстежувати і контролювати умови середовища, зокрема температуру та вологість ґрунту. Ці параметри мають прямий вплив на ріст і розвиток рослин, врожайність та якість продукції. Аналіз даних генерованих системою може допомогти аграрним господарствам зрозуміти зв'язок між показниками температури, вологості ґрунту та врожайністю і здійснювати прогнозування агроциклів.

Для зроблення вибірки даних за певний період і складання прогнозу на майбутній період знадобляться інструменти та методи, які включають в себе обробку даних, аналіз часових рядів та прогнозування.

Інструменти, що використовуються для вирішення задач аналізу даних [1]:

1.Завантаження та підготовка даних.

Дані, які завантажені з бази даних повинні мати правильні типи даних, формат та структуру.

2.Вибірка даних за певний період.

Для вибору даних за певний період можна використовувати методи фільтрації. Наприклад застосувати фільтри до стовпця "дата" і обрати рядки з

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

стану ґрунту в агропромисловій сфері.

Рішення:

- Система віддаленого спостереження за станом ґрунту з мобільними модулями та датчиками.

Ключові переваги:

- Автоматизація збору даних про стан ґрунту сільськогосподарського призначення.

- Використання технологій Інтернету речей та точного землеробства.

- Полегшення управління господарством і підвищення рентабельності.

Сегмент ринку:

- Ринок обладнання моніторингових систем агропромислової сфери.

Ключові показники успіху:

- Окупованість в прийнятні терміни.

- Задоволені потреби фермерів у моніторингу стану ґрунту.

Канали:

- Прямі продажі фермерам і сільськогосподарським підприємствам.

- Партнерство з агротехнологічними компаніями та постачальниками обладнання.

Стримуючі фактори:

- Відсутність інфраструктури в сільських районах для використання стільникових мереж.

- Високі витрати на розгортання інфраструктури.

Ключові ресурси:

- Розробка апаратного пристрою та мобільних модулів.

- Розробка локального сервера та інформаційної системи.

Вартість створення:

- Розробка апаратного пристрою та програмного забезпечення.

- Розгортання LoRaWAN-інфраструктури.

Дохідні потоки:

- Продаж апаратного пристрою та мобільних модулів.

| | | | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | <small>Арк.</small> |
| <small>Змн.</small> | <small>Арк.</small> | <small>№ докум.</small> | <small>Підпис</small> | <small>Дата</small> | | |

станом ґрунту має потенціал стати інноваційним рішенням у сфері моніторингу стану ґрунту. Проте, вона також залежить від наявності належної інфраструктури та ефективного управління витратами. Шанси на успіх залежатимуть від здатності компанії впоратися з конкуренцією, використати можливості ринку та адаптуватися до змін у регуляторних умовах.

4.3 PEST аналіз

PEST-аналіз - це інструмент вимірювання, який використовується для оцінки ринків для певного продукту або бізнесу в певний період часу [21]. PEST розшифровується як політичні, економічні, соціальні та технологічні фактори. Проаналізувавши ці фактори, організації можуть приймати кращі бізнес-рішення.

У PEST-аналізі "P" означає "політичне середовище". Воно включає в себе урядові постанови або будь-які визначені правила для конкретної галузі або бізнесу[21]. Сюди також входить вивчення податкової політики, яка включає пільги, якщо такі є, трудове законодавство, закони про охорону навколишнього середовища тощо.

Літерою "E" в PEST-аналізі позначаються економічні фактори. Він вимірює економічне середовище шляхом вивчення факторів макроекономіки, таких як процентні ставки, економічне зростання, обмінний курс, а також рівень інфляції[21]. Ці фактори також допомагають визначити попит, собівартість продукту, розширення та зростання.

"S" означає соціальні фактори, які формують макросередовище організації. Сюди входить вивчення демографічних показників, а також цільових споживачів[21]. Ці фактори допомагають оцінити потенційний розмір ринку. Сюди входить вивчення зростання населення, вікового розподілу, ставлення до кар'єри тощо.

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

розробка використовує їх потенціал.

4. Економічна рентабельність: Впровадження системи віддаленого спостереження за станом ґрунту повинно відповідати економічним реаліям ринку та окупатися в прийнятні терміни. Зважаючи на покращення рентабельності та ефективності, які система може забезпечити, витрати на впровадження виправдовуються. Це робить розробку привабливим рішенням для сільськогосподарських підприємств.

5. Інфраструктура: пристрій віддаленого спостереження за станом ґрунту використовує технологію LoRaWAN, яка дозволяє створити ефективну та надійну мережу дистанційного збору даних. Це особливо важливо в сільській місцевості, де можуть бути обмеження щодо доступу до мережі зв'язку. Інфраструктура LoRaWAN є витрато- та часоекономічною, що робить її привабливою для використання в агропромисловому секторі.

Загалом, результати маркетингового дослідження підтверджують потенціал системи віддаленого спостереження за станом ґрунту на ринку моніторингу стану ґрунту. Його унікальна пропозиція, технологічна перевага, економічна рентабельність та використання ефективної інфраструктури роблять його привабливим рішенням для сільськогосподарських підприємств, які прагнуть до точного землеробства та полегшення догляду за господарством.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змін. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою економічної частини кваліфікаційної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності мікропроцесорної системи для дистанційного моніторингу стану ґрунту сільськогосподарського призначення, і прийняття рішення про її подальший розвиток і впровадження, або ж недоцільність проведення відповідної розробки.

Для розрахунку вартості системи необхідно виконати наступні етапи:

- визначити суму витрат на оплату праці основного і допоміжного персоналу, включаючи відрахування на соціальні заходи;
- описати технологічний процес розробки із зазначенням трудомісткості кожної операції;
- визначити суму матеріальних затрат;
- обчислити витрати на електроенергію для науково-виробничих цілей;
- розрахувати транспортні витрати;
- нарахувати суму амортизаційних відрахувань;
- визначити суму накладних витрат;
- скласти кошторис та визначити собівартість розробки;
- розрахувати ціну розробки;
- визначити економічну ефективність та термін окупності продукту.

5.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

Для визначення загальної тривалості проведення НДР доцільно дані витрат часу окремих операціях технологічного процесу звести у таблицю. Виконавцями стадій технологічного процесу будуть: керівник, інженер. В таблиці 5.1 наводяться стадії розробки системи дистанційного моніторингу стану ґрунту сільськогосподарського призначення.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | | |
| | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | |

Таблиця 5.1 – Середній час на виконання НДР та стадії (операції) технологічного процесу

| №п/п | Назва операції (стадії) | Виконавець | Середній час виконання операції, год. |
|--------------|--|------------------|---------------------------------------|
| 1 | Аналіз технічного завдання | Керівник проекту | 5 |
| 2 | Вибір елементної бази | Керівник проекту | 5 |
| 3 | Розробка функціональної схеми пристрою | Інженер | 4 |
| 4 | Розробка Web-серверу пристрою | Інженер | 5 |
| 5 | Розробка алгоритму системи | Інженер | 5 |
| 6 | Розробка базового та мобільного модулів | Інженер | 10 |
| 7 | Розробка інструкцій з експлуатації електронного пристрою | Інженер | 4 |
| 8 | Затвердження проекту | Керівник проекту | 3 |
| Разом | | – | 41 |

Загальний час виконання операцій технологічного процесу становить 41 годину.

5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Відповідно до Закону України “Про оплату праці” заробітна плата – це “винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу”.

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Основна заробітна плата розраховується за формулою 5.1 :

$$З_{осн} = Т_c \cdot К_Г \quad (5.1)$$

Де T_c – тарифна ставка, грн;

$K_Г$ – кількість відпрацьованих годин.

Отже основна заробітна плата для:

$$\text{Керівника проекту} - З_{осн1} = 13 \cdot 50 = 650 \text{ грн.}$$

$$\text{Інженера} - З_{осн2} = 28 \cdot 45 = 1260 \text{ грн.}$$

Сумарна основна заробітна плата становить:

$$З_{осн} = 650 + 1260 = 1910 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10-15% від суми основної заробітної плати і розраховується за формулою 5.2 :

$$З_{дод} = З_{осн} \cdot К_{допл} \quad (5.2)$$

Де $K_{допл}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам : 0.1—0.15.

Додаткова заробітна плата становить:

$$\text{Керівник проекту} - З_{дод} = 650 \cdot 0,15 = 97,5 \text{ грн.}$$

$$\text{Інженер} - З_{дод} = 1260 \cdot 0,15 = 189 \text{ грн.}$$

Загальна додаткова заробітна плата становить:

$$З_{дод} = 97,5 + 189 = 286,5 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на оплату праці ($V_{о.п.}$) визначаються за формулою 5.3:

$$V_{о.п.} = З_{осн} + З_{дод} \quad (5.3)$$

$$V_{о.п.} = 1910 + 286,5 = 2196,5 \text{ грн.}$$

Крім того слід визначити суму нарахування на заробітну плату: Єдиний соціальний внесок – 22 %;

Отже, сума нарахувань на заробітну плату розраховується за такою формулою 5.4 :

$$V_{с.з.} = \text{ФОП} \cdot 0,22 \quad (5.4)$$

де, ФОП – фонд оплати праці, грн.

Тому сума нарахувань на заробітну плату буде становити:

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

$$V_{с.з.} = 1910 \cdot 0,22 = 420,2 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Зведені розрахунки витрат на оплату праці

| №п/п | Категорія праці | Основна заробітна плата, грн. | | | Додат. Зароб. плата, грн. | Нарах. На ФОП, грн. | Всього витрати на оплату праці, грн. |
|-------|------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| | | Тариф. ставка, грн. | К-сть відпр. год. | Факт. нарах. з/пл., грн. | | | |
| 1 | Керівник проекту | 50 | 13 | 650 | 97,5 | - | - |
| 2 | Інженер | 45 | 28 | 1260 | 189 | - | - |
| Разом | | | | 1910 | 286,5 | 420,2 | 2616,7 |

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять 2616,7 грн.

5.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни і розраховуються за формулою 5.5:

$$M_{Bi} = q_i \cdot p_i \quad (5.5)$$

де, q_i — кількість витраченого матеріалу i -го виду;

p_i — ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити за формулою 5.6:

$$Z_{M.B.} = \sum M_{Bi} \quad (5.6)$$

$$Z_{M.B.} = 3162 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 5.3.

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

Таблиця 5.3 – Зведені розрахунки матеріальних витрат

| № п/п | Найменування матеріальних ресурсів | Од. виміру | Факт. Витрачено матеріалів | Ціна 1-ці, грн. | Загальна сума витрат, грн. |
|-------|--|------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| | Антенa GSM модуля | шт. | 1 шт. | 100 | 100 |
| | ArduinoMicro ATmega32U4-MU | шт. | 2 шт. | 200 | 400 |
| | З'єднувальні провідники джампери Dupont тато-мама 10см Arduino | шт. | 40 шт. | 0,78 | 31 |
| | Зарядний пристрій із захистом micro-USB для літєвих акумуляторів | шт. | 2 шт. | 16 | 16 |
| | OLED дисплей 0.96" I2C 128x64 | шт. | 1 шт. | 98 | 98 |
| | Модем LoRa 433 МГц на чіпі SX1278 | шт. | 2 шт. | 330 | 660 |
| | GSM модуль на SIM800L | шт. | 1 шт. | 180 | 180 |
| | Ємнісний датчик вологості ґрунту | шт. | 1 шт. | 45 | 45 |
| | Макетна плата MB-102 830 отворів | шт. | 1 шт. | 56 | 56 |
| 0 | Цифровий датчик температури Sensor-DS18B20 для Sonoff TH 10A і 16A від Itead | шт. | 1 шт. | 120 | 120 |
| 1 | Акумулятор Li-Po 1200мАч 3.7В формату 103040 | шт. | 1 шт. | 95 | 95 |
| 2 | Підвищуючий перетворювач DC-DC 5В 600мА USB-A | шт. | 1 шт. | 25 | 25 |
| 3 | USB кабель | шт. | 3 шт. | 40 | 120 |
| 4 | M5Stack набір розробника на ESP32 | шт. | 1 шт. | 900 | 900 |
| 5 | M5Stack LORA модуль для ESP32 на Ra-02 | шт. | 1 шт. | 300 | 300 |
| | Разом | шт. | 49 шт. | 2521,78 | 3162 |

| | | | | |
|------|------|---------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата |

2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ

Арк.

Отже, загальна сума матеріальних витрат – 3162 грн.

5.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1- ці обладнання визначається за формулою 5.7:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S \quad (5.7)$$

де, W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловатт – години електроенергії.

Час роботи ПК над даним проектом становить 40 годин, споживана потужність – 0,9 кВт/год.

$$Z_e = 0,9 \cdot 40 \cdot 1,68 = 60,48 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на електроенергію становлять 60,48 грн.

5.5 Визначення транспортних витрат

Транспортні витрати слід прогнозувати у розмірі 8–10% від загальної суми матеріальних затрат. Вони розраховуються за формулою 5.8:

$$T_B = Z_{M.B.} \cdot 0,08 \dots 0,1 \quad (5.8)$$

де T_B – транспортні витрати. Тому:

$$T_B = 3162 \cdot 0,08 = 253 \text{ грн.}$$

Отже, транспортні витрати становлять 130,4 грн.

5.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Амортизація на них нараховується лише у випадку, якщо їх вартість

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

перевищує 2500 грн., а мінімально допустимі строки їх корисного використання 2 роки.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовується формула 5.9:

$$A = \frac{БВ \cdot Н_A}{100\%} \quad (5.9)$$

де, А – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.

БВ – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.;

Н_А – норма амортизації, %.

Час роботи персонального комп'ютера над проектом складає 30 годин, тому:

$$A = \frac{15000 \cdot 0,04}{150} \cdot 30 = 120 \text{ грн.}$$

Отже, амортизаційні витрати становлять 120 грн.

5.7 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління підприємства (фірми) та створення необхідних умов праці. В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60% від суми основної та додаткової заробітної плати працівників та обчислюватися за формулою 5.10:

$$НВ = В_{о.п.} \cdot 0,2 \dots 0,6 \quad (5.10)$$

де, НВ – накладні витрати.

$$НВ = 2196,5 \cdot 0,4 = 878,6 \text{ грн.}$$

Отже, накладні витрати становлять 878,6 грн.

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

5.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на НДР

| Зміст витрат | Сума, грн. | В % до загальної суми |
|---|----------------|-----------------------|
| Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату) | 2196,50 | 30,98 |
| Відрахування на соціальні заходи | 420,20 | 5,93 |
| Матеріальні витрати | 3162,00 | 44,59 |
| Витрати на електроенергію | 60,48 | 0,85 |
| Транспортні витрати | 253,00 | 3,57 |
| Амортизаційні відрахування | 120,00 | 1,69 |
| Накладні витрати | 878,60 | 12,39 |
| Собівартість | 7090,80 | 100 |

Собівартість (С_в) НДР розраховуємо за формулою 5.11:

$$C_{\text{в}} = V_{\text{о.п.}} + V_{\text{с.з.}} + 3 \text{ м.в.} + 3_{\text{с}} + T_{\text{в}} + A + H_{\text{в}} \quad (5.11)$$

$$C_{\text{в}} = 2196,5 + 420,2 + 3162 + 60,48 + 253,00 + 120 + 878,6 = 7090,8 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість дорівнює С_в = 7090,8 грн.

5.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою 5.12:

$$Ц = C_{\text{в}} \cdot (1 + P_{\text{рен}}) \cdot (1 + \text{ПДВ}), \quad (5.12)$$

де С_в – собівартість виконання НДР,

P_{рен.} – рівень рентабельності,

ПДВ – ставка податку на додану вартість.

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

$$Ц = 7090,8 \cdot (1+0,3) \cdot (1+0,2) = 11061,61 \text{ грн.}$$

Отже, ціна дорівнює 11061,61 грн.

5.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу. Вона свідчить не лише про приріст обсягів виробництва, а й про те, якими витратами ресурсів досягається цей приріст, тобто свідчить про якість економічного зростання.

Прибуток розраховується за формулою 5.13:

$$П = Ц - C_{\text{в}} \quad (5.13)$$

$$П = 11061,61 - 7090,8 = 3970,81 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів і розраховується за формулою 5.14.

$$E_p = П / C_{\text{в}}, \quad (5.14)$$

де $П$ – прибуток;

$C_{\text{в}}$ – собівартість.

$$E_p = 3970,81 / 7090,8 = 0,56$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують (формула 5.15) термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = 1/E_p \quad (5.15)$$

Допустимим вважається термін окупності до 5 років. В даному випадку $T_p = 1/0,56 = 1,79$.

Всі дані внесемо в зведену таблицю 5.5 техніко-економічних показників.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змін. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 5.5 - Техніко-економічні показники розробки мікропроцесорної системи

| № п/п | Показник | Значення |
|-------|--------------------------|----------|
| 1 | Собівартість, грн.. | 7090,80 |
| 2 | Плановий прибуток, грн.. | 3970,80 |
| 3 | Ціна, грн.. | 11061,61 |
| 4 | Економічна ефективність | 0,56 |
| 5 | Термін окупності, рік | 1,79 |

5.11 Висновки

В економічному розділі описано фінансову доцільність проведення науково-дослідних робіт.

В результаті проведених розрахунків можна зробити висновок: оскільки собівартість даного проекту становитиме 7090,8 грн. при очікуваному плановому прибутку 3970,8 грн. означає що термін окупності даного комплексного продукту складає 1,79 р..

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

- щоденно проводити вологе прибирання;
- поруч з приміщенням для роботи з ВДТ мають бути обладнані: побутова кімната для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження.

При розташуванні елементів робочого місця користувача ВДТ слід враховувати:

- робочу позу користувача;
- простір для розміщення користувача;
- можливість огляду елементів робочого місця;
- можливість ведення захистів;
- розміщення документації і матеріалів, які використовуються користувачем.

Важливо враховувати такі фактори при роботі з ВДТ [5]:

1. Випромінювання від ВДТ. Джерелом випромінювання є монітор, виготовлений на основі електронно-променевої трубки (БПТ).

Рівень параметрів випромінювань залежить від технічної конструкції конкретного монітора, режимів його роботи та ін. Тому ВДТ перед використанням мають бути перевірені на відповідність до діючих стандартів. Гігієнічні вимоги до ВДТ регламентовані ДНАОП 0.00-1.31-99.

Вплив рентгенівського випромінювання викликає розвиток гіпервітамінозу А, порушення репродуктивної функції. Радіаційні дослідження свідчать, що рівень радіації при роботі з ВДТ є суттєво нижчим за допустимий будь-яких національних стандартів безпеки. Загальна доза опромінювання при щоденній 8-годинній роботі становить 0,5 % дози, яку отримує людина від інших джерел (флюорографія, сонячне світло та ін.).

В Україні радіаційна безпека ВДТ регламентується Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ-97), відповідно до яких потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання на відстані 0,05 м від екрана та корпусу ВДТ при будь-яких положеннях має не перевищувати $7,74 \cdot 10^{-12}$ ступені А/кг [3].

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

світильників.

Штучне освітлення у приміщеннях з ВДТ має обладнуватися у вигляді загальної системи рівномірного освітлення. Допускається застосовувати світильники таких класів світлорозподілу: прямого світла (П), переважно прямого (Н), переважно відбитого (В). Для штучного освітлення рекомендується застосовувати люмінесцентні лампи. Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50° до 90° відносно вертикалі в поздовжній і поперечній площинах має становити не більше 200 кд/м², а захисний кут світильників має бути не більше за 40°.

Відношення значень яскравості робочих поверхонь має бути не менше ніж 3:1, а робочих поверхонь і оточуючих предметів (стін, меблів, обладнання) - 5:1.

Для забезпечення оптимальної зорової працездатності користувачів використовувати найкращі за видимістю поєднання кольорів: білих і жовтих об'єктів на чорному, темно-сірому та синьому фонах, а також чергувати фони, застосовуючи для короткострокової екстреної передачі білі й жовті об'єкти на чорному або синьому фонах, а для передавання постійної інформації - зелені і світло-сірі фони.

Таким чином, для створення небезпечної зорової роботи на ВДТ необхідно:

- створювати на робочих місцях освітленість, що відповідає гігієнічним нормам;
- забезпечувати рівномірність і постійність рівня освітленості;
- не створювати на робочому місці різких і глибоких тіней;
- обмежувати пульсацію світлового потоку;
- не зменшувати необхідний контраст фону та об'єктів, зображених на екрані ВДТ;
- застосувати на екрані ЕОМ найкращі за видимістю поєднання кольорів, а також чергувати фони.

3. Шум і вібрація. На робочих місцях з ЕОМ основними джерелами

| | | | | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|------------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | | | | |

шуму є вентилятори системного блоку, накопичувач, принтери ударної дії (матричні, шрифтові тощо). Акустичний шум від ВДТ та інших периферійних пристроїв може стати джерелом стресу і дискомфорту користувача, знижувати розумову працездатність, підвищувати втомлюваність, послаблювати увагу, сприяти появі головного болю тощо.

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях з ВДТ нормовані ДСанПіН 3.3.2-007-98.

Основними заходами та засобами боротьби з шумом є:

- зниження рівнів шуму в джерелі його утворення (при проектуванні);
- використання звукопоглинаючих та звукоізолюючих засобів;
- раціональне планування виробничих приміщень та робочих місць.

Для зниження рівнів шуму на робочих місцях з ВДТ друкувальні пристрої ударної дії розміщують в іншому приміщенні або застосовують звукоізолювальні екрани. Зовнішні шуми знижують шляхом облицьовування стін звукопоглинальними матеріалами з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в межах частот 31,5-8000 Гц.

Характеристики вібрації на робочих місцях під час роботи з ВДТ мають бути не вищою за допустимі значення, наведені у ГОСТІ 12.1.012-90. Для зниження вібрації обладнання встановлюють на спеціальні амортизуючі прокладки, передбачені нормативними документами [3].

4. Забруднення та іонний склад повітря. Під час роботи на ВДТ повітря робочої зони забруднюється оксидом вуглецю, озоном, оксидами азоту, пилом.

Джерелами озону на робочих місцях з ВДТ можуть бути монітори і лазерні принтери. Вміст забруднюючих речовин у повітрі приміщень з ВДТ регламентується ГОСТом 12.1.005-88, згідно з яким концентрація озону в повітрі робочої зони не має перевищувати 0,1 мг/дм³, оксидів азоту - 5 мг/дм³, пилу - 4 мг/дм³.

Для забезпечення нормативної якості повітря в робочій зоні і

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

запобігання шкідливому впливу токсичних речовин на організм обладнується припливно-витяжна вентиляція.

Робота ВДТ супроводжується трансформацією іонного складу повітря на робочих місцях користувачів. Уже через 5 хвилин кількість легких іонів знижується у 8 разів, а через 3 години є майже нульовою. Така зміна балансу іонного складу повітря несприятливо впливає на здоров'я користувачів ВДТ: знижується працездатність, розвивається втома, погіршується діяльність серцево-судинної системи, брон-холегеневого апарату, вегетативної нервової системи, погіршується короткочасова пам'ять.

Допустимі рівні іонів у повітрі приміщень з ВДТ, встановлені в ДНАОП 3.3.2-007 [5].

Нормований іонний склад повітря в робочій зоні можна забезпечити застосуванням:

- генераторів негативних іонів;
- установок штучного зволоження;
- кондиціонерів;
- примусової вентиляції;
- захисних заземлених екранів.

Санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання робочих місць користувачів ВДТ та вимоги безпеки регламентують ДНАОП 0.00-1.31-91 та ДСанПіН 3.3.2-007-98.

5. Технічна безпека. Технічні вимоги до інформаційного обладнання, що регламентуються ДНАОП 0.00-1.31-99. Вимоги до відео терміналів [5]:

- Яскравість знака (яскравість фону), кд/м² - від 35 до 120;
- Зовнішня освітленість екрана, лк - від 100 до 250;
- Контраст (для монохромних зображень) - від 3:1 до 1,5:1;
- Нерівномірність яскравості в робочій зоні екрана - не більше 1,7:1;
- Відхилення форми робочої зони екрана від прямокутної:

А) по горизонталі та вертикалі - не більше 2 %;

Б) по діагоналі - не більше 4 % відношення суми коротких сторін до

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

суми довгих;

– Різниця довжини рядків або стовпців - не більше 2 % середнього значення;

– Розмір мінімального елемента зображення (пікселя) для монохромних зображень, мм – 0,3;

– Допустима тимчасова нестабільність зображення (мигтіння) - має бути зафіксована менше, ніж у 90 % спостерігачів.

Згідно з ДНАОП 0.00-1.81-99 в Україні забороняється використання нових несертифікованих ВДТ. Сертифікат має бути виданий державною системою сертифікації УкрСЕПРО, що засвідчує їх відповідність обов'язковим вимогам.

ВДТ, що перебувають в експлуатації на час введення в дію ДНАОП 0.00-1.31-99 і не мають відповідного сертифіката, мають пройти експертизу їх безпечності та нешкідливості для здоров'я людини, відповідності до вимог чинних в Україні нормативних документів в установах, які мають дозвіл органів Державного нагляду за охороною праці на проведення такої роботи

Стандарти, що діють у розвинених країнах, не рекомендують, наприклад, жінкам репродуктивного віку працювати за комп'ютером більше 4-х годин на день. Вагітним жінкам взагалі не рекомендовано працювати з цією технікою. Відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98, ті хто працює з ВДТ, мають проходити обов'язковий медичний огляд: попередній – при влаштуванні на роботу, і періодичний – протягом трудової діяльності. Про умови праці працівників зобов'язані піклуватися і самі підприємці, зацікавлені в тому, щоб працівники мали високу продуктивність праці.

Зведення до мінімуму всіх факторів ризику, що виникають при взаємодії людини з ВДТ – головне завдання при організації комп'ютеризованих офісів, комп'ютерних класів та при обладнанні робочого місця у себе вдома.

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

проводяться так само відповідно до СНиП 11-4-79.

При виробничій потребі дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби.

Вікна приміщень з відеотерміналами повинні мати регулювальні пристрої для відчинення, а також жалюзі, штори, зовнішні козирки тощо.

Штучне освітлення приміщення з робочими місцями, обладнаними відеотерміналами ЕОМ загального та персонального користування, має бути обладнане системою загального рівномірного освітлення. У виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях, де переважають роботи з документами, допускається вживати систему комбінованого освітлення (додатково до загального освітлення встановлюються світильники місцевого освітлення).

Загальне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчастих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва) паралельно лінії зору працівників. Допускається застосовувати світильники таких класів світлорозподілу:

- світильники прямого світла - П;
- переважно прямого світла - Н;
- переважно відбитого світла - В.

При розташуванні відеотерміналів ЕОМ за периметром приміщення лінії світильників штучного освітлення повинні розміщуватися локально над робочими місцями.

Для загального освітлення необхідно застосовувати світильники із розсіювачами та дзеркальними екранними сітками або віддзеркалювачами, укомплектовані високочастотними пускорегулювальними апаратами (ВЧ ГРА). Використання світильників без розсіювачів та екранних сіток забороняється.

Як джерело світла при штучному освітленні повинні застосовуватися,

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

як правило, люмінесцентні лампи типу ЛБ. При обладнанні відбивного освітлення у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях можуть застосовуватися металогалогенові лампи потужністю до 250 Вт. Допускається у світильниках місцевого освітлення застосовувати лампи розжарювання.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50 град до 90 град відносно вертикалі в подовжній і поперечній площинах повинна складати не більше 200 кд/м^2 , а захисний кут світильників повинен бути не більшим за 40 град.

Рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документів має

бути в межах 300-500 лк. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрана та збільшення освітленості екрана більше ніж до 300 лк.

Світильники місцевого освітлення повинні мати напівпрозорий відбивач світла із захисним кутом не меншим за 40 град.

Необхідно обмежувати нерівномірність розподілу яскравості в полі зору осіб, що працюють з відеотерміналом, при цьому відношення значень яскравості робочих поверхонь не повинно перевищувати 3:1, а робочих поверхонь і навколишніх предметів (стіни, обладнання) - 5:1.

Усі кабінети в приміщенні мають світлу побілку: коефіцієнт відбиття $r_{\text{стелі}} = 30\%$, $r_{\text{стін}} = 10\%$.

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконують зорові роботи розряду Шв становить $E = 300 \text{ лк}$.

Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7 \text{ м}$. Як світлові пристрої приймаємо світильники типу ЛПО 01 (з двома лампами).

Оскільки світильники кріпляться на стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення $h_0 = H = 5 \text{ м}$, що не суперечить вимогам СНіП

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

П-4-79, відповідно до яких $h_{0min}=2,6...4$ м, коли у світильнику менше 4-х ламп, і $h_{0min}=3,2...4,5$ м – при 4-х і більше лампах.

Визначимо висоту світильника над робочою поверхнею за формулою 6.1:

$$h=h_0-h_p \quad (6.1)$$

$$h=5-0,7=4,3 \text{ м}$$

Показник приміщення i становить (формула 6.2):

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} \quad (6.2)$$

$$i = \frac{12 * 6}{4,3 * (12 + 6)} = 0,93$$

При $i=0,9$, $\rho_{СТЕЛІ} =30\%$, $\rho_{СТІН}=10\%$ для світильника ЛПО 01 коефіцієнт використання дорівнює $\eta=0,35$, згідно таблиці «Коефіцієнтів використання світлового потоку світильників з люмінесцентними лампами».

Визначимо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві люмінесцентні лампи ЛБ-40 ($n=2$), а світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi_{л}=3200$ лм., згідно таблиці «Технічних даних деяких лампрожарювання та люмінесцентних ламп»:

$K_3=1,3$ - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

$Z=1,12$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

Визначимо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної освітленості робочих поверхонь за формулою 6.3:

$$N = \frac{ESK_3Z}{n\Phi_{л}\eta} = \frac{EabK_3Z}{n\Phi_{л}\eta} \quad (6.3)$$

$$N = \frac{300 * 12 * 6 * 1,3 * 1,12}{2 * 3200 * 0,35} = 14 \text{ (шт.)}$$

Схема розташування світильників (довжиною 1,2 м) у приміщенні

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

відділу розробки мікропроцесорних пристроїв зображена на рисунку 6.1.

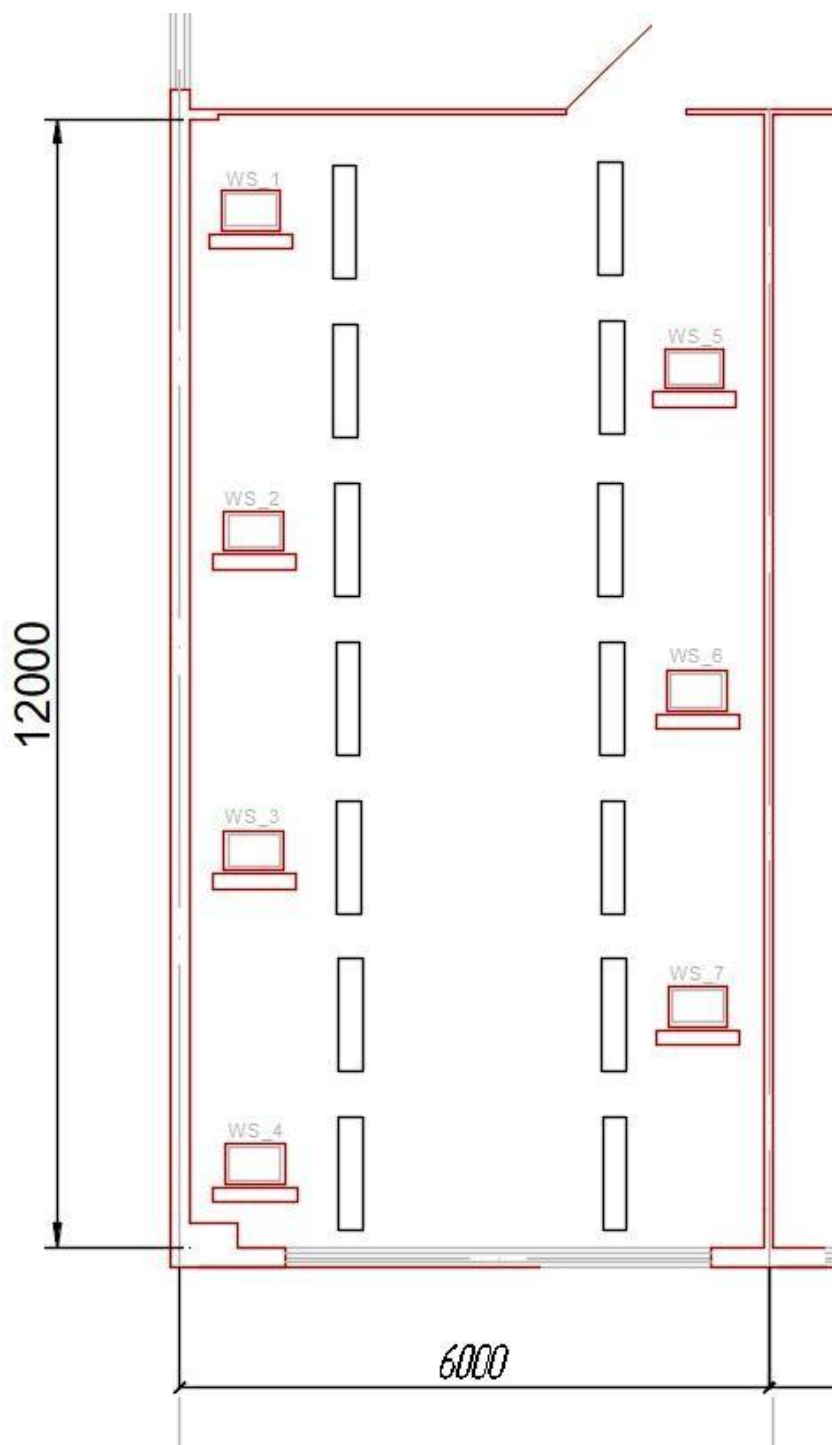


Рисунок 6.1 - Схема розташування світильників у приміщенні відділу розробки мікропроцесорних пристроїв

| Змін. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |

2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ

Арк.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено систему віддаленого спостереження за станом ґрунту.

В загальній частині пояснювальної записки було розглянуто обґрунтування актуальності теми кваліфікаційної роботи та аналітичний огляд існуючих рішень.

В розділі Розробка робочого та технічного проекту проведено аналіз технічного завдання КВР, здійснено опис і обґрунтування вибору елементної бази, розроблено структурну та функціональні схеми пристрою, складено алгоритм роботи системи, здійснено розробку програмного забезпечення для мікроконтролерів Arduino Micro та M5Stack, написано скрипти для отримання та відображення даних на веб-сервері.

В спеціальному розділі розроблено інструкції з експлуатації електронного пристрою і описана методика перевірки, функціонування (контролю, випробування) електронного пристрою.

В розділі маркетингове дослідження доцільності впровадження системи в експлуатацію описано доцільність комерціалізації розробки за допомогою інструментів Lean Canvas, SWOT та PEST аналізів. Обґрунтовано висновок щодо доцільності провадження системи на ринок.

В економічній частині кваліфікаційної роботи здійснено економічні розрахунки, спрямовані на визначення економічної ефективності науково-дослідної роботи (НДР), і прийняття рішення про її подальший розвиток і впровадження або ж недоцільність проведення відповідної розробки.

У розділі охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги охарактеризовано основні умови праці користувачів ВТД а також здійснений розрахунок системи штучного освітлення.

Під час виконання кваліфікаційної роботи закріплено знання з розробки та програмування мікроконтролерних систем на мові C/C++, отримано навички роботи з протоколами передачі даних по радіоканалах LoRa WAN та GPRS та написання скриптів для веб-сервера мовою PHP.

| | | | | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|------------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | 2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ | | | | |

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Bimonte, S., Miralles, A., & Hubert, F. (2016). Data analysis for agriculture. International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems (IJAEIS), 7(3), 1-70.
2. Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: principles and practice. OTexts.
3. Жидецький ВЦ. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецький. — Л.: УАД, 2006. — 336 с.
4. Закон України "Про охорону праці" від 14.10.1992 р. № 2694-ХП, в ред. Закону № 229-ІУ від 21.11.2002 р., ВВР. — 2003. — № 2. — Ст. 10.
5. НАВАКАТІКЯН, О. О.; КАЛЬНИШ, В. В.; СТРЮКОВ, С. М. Охорона праці користувачів комп'ютерних відеодисплейних терміналів. Навакатікян ВВ, Кальниш ВВ, Стрюков СМ–К, 1997.
6. Недошитко А.Г. Методичні вказівки до виконання дипломної роботи по напрямку «Розробка цифрових електронних пристроїв або удосконалення існуючих» - Тернопіль: Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 2016.
7. Arduino Micro Pinout. javatpoint.com. [Електронний ресурс] - URL: <https://www.javatpoint.com/arduino-micro-pinout> - Дата доступу 28.05. 2023.
8. Arduino Micro v3 (ATmega328, CH340G) Arduino.ua. [Електронний ресурс] - URL: <https://arduino.ua/prod2432-arduino-nano-v3-atmega328-ch340g-neraspayannaya-micro-usb-ot-robotdyn-> Дата доступу 28.05. 2023.
9. ATmega32U4. Microchip. [Електронний ресурс] - URL: <https://www.microchip.com/en-us/product/atmega32u4> - Дата доступу 28.05. 2023.
10. ATMEGA32U4-AUR [Електронний ресурс] - URL: https://shop.mygroup-asia.com/product/detail/Microchip/ATMEGA32U4-AUR/1010/1965129.html?gclid=Cj0KCQjw1rqkBhCTARIsAAHz7K0mmPW2qQBk3z5lLsrf2UyyfA9lyGQN-9r2cvMfuHZGS9_xiEvpDlOaArqFEALw_wcB -

| | | | | | | |
|-------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змін. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

Дата доступу 29.05. 2023.

11. CaipoWave – сучасна сенсорна мережа для моніторингу вологості і температури ґрунту. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <http://www.caipos.com/> - Дата доступу 26.04. 2023.

12. Draw Shapes on OLED Screen with Arduino. Eli the Computer Guy. [Електронний ресурс] - URL:<https://www.elithecomputerguy.com/2019/07/draw-shapes-on-oled-screen-with-arduino/>- Дата доступу 18.05. 2023.

13. GSM модуль на SIM800L. Arduino.ua. [Електронний ресурс] - URL: <https://arduino.ua/prod1665-gsm-modyl-na-sim800l> - Дата доступу 20.05. 2023.

14. Introduction to SPI Interface. Analog Devices. [Електронний ресурс] - URL: <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/introduction-to-spi-interface.html> - Дата доступу 22.05. 2023.

15. Interface GSM Module with Arduino. Circuits Today. [Електронний ресурс] - URL: <https://www.circuitstoday.com/interface-gsm-module-with-arduino> - Дата доступу 21.05. 2023.

16. Lean Canvas. Business Model Analyst. [Електронний ресурс] - URL: <https://businessmodelanalyst.com/lean-canvas/> - Дата доступу 1.06. 2023.

17. M5Stack. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://m5stack.com/> - Дата доступу 6.05.2023.

18. M5Stack projects. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://m5stack.hackster.io/> - Дата доступу 6.05.2023.

19. Micro ATmega32U4-MU. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://robotdyn.com/micro-atmega32u4-mu.html> - Дата доступу 30.04.2023.

20. OLED дисплей модуль, білий. Arduino.ua. [Електронний ресурс] - URL: <https://arduino.ua/prod1263-oled-displei-modyl-belii> - Дата доступу 10.05.2023.

21. PEST analysis. Economic Times. [Електронний ресурс]- URL: <https://economictimes.indiatimes.com/definition/pest-analysis> - Дата доступу 1.06.2023.

| | | | | | | |
|-------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змін. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

цифровий датчик температури-сенсор-ds18b20-для-sonoff-th10-th16-

Дата

доступу 6.05.2023.

32. Як підключити OLED дисплей до Ардуіно. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://diy-arduino.com/moduli-na-arduino/oled-dyspley-i-arduino/> - Дата доступу 24.05.2023.

33. TP4056 Модуль контролер заряду 5V 1A з функцією захисту акумулятора [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://3v3.com.ua/product_210.html - Дата доступу 19.05.2023.

| | | | | | | |
|------|------|---------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КРБ.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |

Додаток Б. Лістинг програми мобільного модуля

```
#include "GyverPower.h"
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>
#include "OneWire.h"

#define pinGND 3
#define pinVCC 6
OneWire ds(5); // Створюємо об'єкт OneWire для шини 1-Wire, за
допомогою якого буде проходити робота с датчиком

#define ledSend 4
#define ledRes 7
#define sHum A0
#define sBat A2

boolean view = false;
unsigned long timing;
unsigned long intervalSend = 20; // інтервал відправки даних ..sec
boolean sleepMode = false; // дозвіл сну
boolean configMode = false; // режим конфігурації
int valueHum = 0;
int valueBat = 0;
float valueTemp = 0;
int valCal = 0;
String nameModule = "noName";

void setup() {
  pinMode(ledSend, OUTPUT);
  pinMode(ledRes, OUTPUT);
  pinMode(pinGND, OUTPUT); //GND
  pinMode(pinVCC, OUTPUT); // VCC

  digitalWrite(pinGND, 0);
  digitalWrite(pinVCC, 1);

  Serial.begin(9600);
  /*
   * калібрування датчика вологості
   */
  valCal = map(analogRead(sHum), 560, 290, 0, 100);

  Serial.println("LoRa Sender");

  if (!LoRa.begin(433E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }
  for (int i = 0; i < 3; i++) {
```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | 2023.KBP.123.602.11.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```

digitalWrite (ledSend, 0);
digitalWrite (ledRes, 1);
delay(100);
digitalWrite (ledSend, 1);
digitalWrite (ledRes, 0);
delay(100);
digitalWrite (ledSend, 0);
}
delay(5000);
}

void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    configMode = true;           // режим конфігурації
    String str = Serial.readString();
    String command = str.substring(0, 3);
    String param = str.substring(3);
    Serial.print(command);

    if (command == "NAM") nameModule = param;
    else if (command == "INT") {
      unsigned long temp1 = param.toInt();
      intervalSend = temp1;
      Serial.print(" OK");
    }

    else if (command == "CLB") {
      valCal = map(analogRead(sHum), 560, 290, 0, 100);
      Serial.print(" OK");
    }

    else if (command == "VIT") {
      Serial.print(" OK temp ");
      Serial.print(valueTemp);
    }
    else if (command == "VIH") {
      Serial.print(" OK hum ");
      Serial.print(valueHum);
    }
  }

  if (millis() - timing > 180000) { // очікування режиму конфігурації 3 хв.
    sleepMode = true;
    timing = millis();
  }

  // якщо сон дозволено і немає режиму конфігурації...
  if (sleepMode && !configMode) {

    valueHum = analogRead(sHum);
    valueBat = analogRead(sBat);
  }
}

```

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>2023.KBP.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

```

valueHum = map(valueHum, 560, 290, 0, 100) - valCal;
valueBat = map(valueBat, 867, 41, 100, 0);
valueTemp = getTemp();
/*
  if (view) {
    Serial.println(nameModule);
    Serial.print("Sending packet: ");
    Serial.print("\p Hum ");
    Serial.print(valueHum);
    Serial.print(" temp ");
    Serial.print(valueTemp);
    Serial.print(" bat ");
    Serial.println(valueBat);
  }
*/
// передача пакету
LoRa.beginPacket();
LoRa.print("Hum ");
LoRa.print(valueHum);
LoRa.print(" temp ");
LoRa.print(valueTemp);
LoRa.print(" bat ");
LoRa.print(valueBat);

LoRa.endPacket();

digitalWrite(ledSend, 1);
delay(100);
digitalWrite(ledSend, 0);

Serial.println("go sleep");
power.sleepDelay(intervalSend * 1000);    // перехід в режим глибокого сну
Serial.println("wake up!");
delay(1000);
}
else {
  digitalWrite(ledRes, 1);
  delay(200);
  digitalWrite(ledRes, 0);
  delay(1000);
}
}

float getTemp() {
  // Визначаємо температуру від датчика DS18B20
  byte data[2];           // місце для значень температури
  ds.reset();             // Починаємо взаєм з скидання всіх команд і параметрів
  ds.write(0xCC);        // Даємо датчику DS18B20 команду пропустити пошук по
  адресу. В нашому випадку тільки один пристрій
  ds.write(0x44);        // Даємо датчику DS18B20 команду виміряти температуру.
}

```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.KBP.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Саме значення температури ми ще не отримуємо - датчик його покладе до внутрішньої пам'яті

```
delay(1000);           // Мікросхема вимірює температуру, а ми чекаємо.

ds.reset();           // Тепер готуємося отримати значення виміряної темпер
ds.write(0xCC);       // Просимо передати нам зн регістрів зі значень темп
ds.write(0xBE);       //

// Отримуємо і зчитуємо відповідь
data[0] = ds.read();  // Зчитуємо молодший байт значень температури
data[1] = ds.read();  // Зчитуємо старший байт значень температури

// Формуємо фінальне значення
// - спочатку "склеюємо" значення,
// - потім множимо його на коефіцієнт, відповідної дозволяючої можливості (для 12 біт
по замовчуванню - це 0,0625)
float temperature = ((data[1] << 8) | data[0]) * 0.0625;
return temperature;
}
```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КВР.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Додаток В. Лістинг програми консольної програми конфігурації

```
/* PC 2 Arduino */
//підключення бібліотек
#include<iostream>           //підключення бібліотеки для роботи з cin/cout
using namespace std;       //підключення можливості роботи з cin/cout
#include<string>            //підключення бібліотеки для роботи з стрічками
#include<stdlib.h>         //підключення бібліотеки для роботи з бібліотеками
#include"SerialPort.h"     //підключення бібліотеки для роботи з SerialPort

char output[MAX_DATA_LENGTH]; //створення масиву даних
MAX_DATA_LENGTH
char incomingData[MAX_DATA_LENGTH]; //створення масиву даних
MAX_DATA_LENGTH

// change the name of the port with the port name of your computer
// must remember that the backslashes are essential so do not remove them
//char *port = "\\.\COM";
int n;

//робота в головній функції
int main(){
setlocale(LC_ALL, "UA"); //команда для можливості роботи з текстом
українською мовою
tryAgain: // створення мітки
cout << ">> Виберіть тип модуля: 1-ММ, 2-БМ >> "; //вивід тексту
int typeM; //ініціалізація змінної типу модуля
cin >> typeM; //ввід значення змінної typeM через cin
cout << endl; //вивід значення з наступного рядка
//якщо typeM==1, то виводиться надпис про вибір Мобільного модуля
if (typeM==1) cout << "Вибрано Мобільний модуль " << endl;
//якщо typeM==2, то виводиться надпис про вибір Базового модуля
else if (typeM == 2) cout << "Вибрано Базовий модуль " << endl;
//якщо введено неправильно, то програма повертається на мітку
else goto tryAgain; // перехід на лейбл

//виведення тексту через cout
cout << "\n>> Виберіть номер COM порту підключення модуля >> ";
int numCOM; //ініціалізація змінної номер COM порту
cin >> numCOM; //введення номеру COM порту через cin
cout << endl; //вивід значення з наступного рядка
//вивід тексту і значення змінної numCOM через cout
cout << "Комунікаційний порт COM " << numCOM << endl;

//додавання номеру COM порту до масиву символів port
string portStr = "\\.\COM";
portStr = portStr + to_string(numCOM);
n = portStr.length();
char *port = new char[portStr.size() + 1];
strcpy(port, portStr.c_str());
```



```

//підключення SerialPort arduino
SerialPort arduino(port);
if (arduino.isConnected()) { //якщо є з'єднання, то виводиться надпис про
це через cout
cout << "Connection made" << endl << endl;
}
else { //якщо з'єднання немає, то виводиться
надпис про помилку через cout
cout << "Error in port name" << endl << endl;
}

while (arduino.isConnected()) { //якщо є з'єднання з Arduino, то виводиться
надпис про введення команди управління через cout
cout << "\n>> Введіть команду управління: " << endl;
cout << ">> ";
string data; //ініціалізація змінної типу string для
введення команди
cin >> data; //ввід команди через cin

char* charArray = new char[data.size() + 1]; //створення масиву даних charArray
copy(data.begin(), data.end(), charArray);
charArray[data.size()] = '\n';

//видача даних в COM порт
arduino.writeSerialPort(charArray, MAX_DATA_LENGTH);

for (unsigned long i = 0; i < 1000000000; i++) {} // затримка часу для отримання даних
з порту

arduino.readSerialPort(output, MAX_DATA_LENGTH); //отримання даних з COM порту
cout << ">> " << output << endl;

delete[] charArray; //видалення масиву даних charArray
}
return 0; //завершення роботи програми
}

```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.КВР.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Додаток Д. Скрипти веб-сервера

Index.php

```
<?php
$servername = "lab-101.org.ua";           //назва сервера
$dbname = "lab101_duplom";             //назва бази даних
$username = "lab101_aned";             //назва користувача бази даних
$password = "dSoil-user";              //пароль до бази даних

// Встановлення з'єднання
$conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname);
// Перевірка з'єднання
if (!$conn) {
    die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
}
echo "Connected successfully <br>";

//вибірка з бази даних
$sql = "SELECT id, modName, date, humidity, temperature, battery FROM dSoil";
$result = $conn->query($sql);

if ($result->num_rows > 0) {
    // output data of each row
    while($row = $result->fetch_assoc()) {
        echo "id: " . $row["id"]. "-modName: " . $row["modName"]. " - Date: " . $row["date"]. " -
Hum.: " . $row["humidity"]. "-Temp.: " . $row["temperature"]. "-Battery: " . $row["battery"].
"<br>";
    }
} else {
    echo "0 results";
}
$conn->close();
?>
```

Get.php

```
<?php
$servername = "lab-101.org.ua";           //назва сервера
$dbname = "lab101_duplom";             //назва бази даних
$username = "lab101_aned";             //назва користувача бази даних
$password = "dSoil-user";              //пароль до бази даних

// Встановлення з'єднання
$conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname);
// Перевірка з'єднання
if (!$conn) {
    die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
}
echo "Connected successfully";
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------------|------|
| | | | | | <i>2023.KBP.123.602.11.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

