

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет інформаційних технологій

Кафедра інформаційних систем та технологій

Спеціальність 126 – Інформаційних систем та технологій, програма “Програмні технології інтернет речей”

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему:

«Використання IoT рішень щодо функціонування аграрної інформаційної системи Агроном спостереження за земельною ділянкою»

Студент групи ІРма-21

Науковий керівник

Бершов В.С

(прізвище, ім'я, по батькові)

(науковий ступінь, вчене звання)

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис студента)

(дата)

(підпис)

Попередній захист:

(Висновок: “До захисту в Державній екзаменаційній комісії”)

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Ім'я, Прізвище)

(дата)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет *інформаційних технологій*

Кафедра інформаційних систем та технологій

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології»

Програма Програмних технологій інтернет речей

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. Завідувача кафедри

Олексій Колесніков.

«__» _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

студент Бершов В'ячеслав Султанбекович

група Ір(ма)-21

1. Тема кваліфікаційної роботи
Використання IoT рішень щодо функціонування аграрної інформаційної системи Агроном спостереження за земельною ділянкою,
Затверджена наказом по від “__” _____ 20__ р. № __.
2. Строк подання студентом готової роботи - “20” травня 2021 р.
3. Цільова установка та вихідні дані до роботи Дослідження в області IoT рішень в аграрному секторі та розробити функціональну концепцію ІС Агроном.
4. Зміст кваліфікаційної роботи:
ВСТУП;
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІОТ РІШЕНЬ;
РОЗДІЛ 2 ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОНОМ;
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІОТ-РІШЕННЯ;
РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ;
ВИСНОВКИ; СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ; ДОДАТКИ.
5. Перелік графічного матеріалу (слайдів) Діаграма зв'язків апаратної платформи. Алгоритм роботи «Агроном» Алгоритм реакції на данні датчиків. Принципова схема побудови апаратної платформи

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Виконав роботи за планом	Примітка
1	Вивчення літературних джерел з предмету дослідження	03.02.20-14.02.20	виконано
2	Аналіз IoT рішень на практичних прикладах	14.02.10-01.03.20	виконано
3	Аналіз функціональних платформ	01.03.20-10.04.20	виконано
4	Аналіз апаратних платформ	10.04.20-20.04.20	виконано
5	Аналіз датчиків	20.04.20-30.04.20	виконано
6	Розробка концепції	30.04.20-10.05.20	виконано
7	Складання розгорнутого плану кваліфікаційної роботи	10.05.20-25.09.20	виконано
8	Ознайомлення наукового керівника з розгорнутим планом кваліфікаційної роботи. Внесення змін.	25.05.20-30.12.20	виконано
10	Підготовка розділу 1	19.10.20-30.12.20	виконано
	Підготовка розділу 2	30.12.20-25.01.21	виконано
	. Підготовка розділу 3	25.01.21-18.02.21	виконано
	. Підготовка розділу 4	18.02.21-22.03.21	виконано
	Оформлення кваліфікаційної роботи	2.03.21-10.05.21	виконано
	Передача кваліфікаційної роботи рецензенту для рецензування	2.04.21	виконано
	Передача кваліфікаційної роботи науковому керівникові	2.04.21	виконано
	Попередній захист кваліфікаційної роботи		виконано
	Захист роботи		

Студент _____ Бершов В.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Степанов М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Об'єкт: процес збору та актуалізації інформації в реальному часі, розпізнавання та визначення можливих дій та реакцій при виникненні загрози врожаю .Побудова готової концептуального рішення на основі IoT.

Предмет: Збір даних та візуалізація для виконання аналітики, на основі якої будуть виконуватись дії на аграрній ділянці.

Мета: Підвищення ефективності та продуктивності сільськогосподарських культур на основі кваліфікаційного проекту моніторингу сільського господарства на основі ІОТ із використанням Arduino. впровадженні новітніх технологій у сільськогосподарський бізнес та покращенні рослинництва шляхом збору стану врожаю в реальному часі та інформування фермерів про це. Проект складається з трьох датчиків для вимірювання різних параметрів, важливих для врожаю.

Задачі: Розробити розумну систему моніторингу сільського господарства, яка зможе збирати важливі сільськогосподарські дані та надсилати їх на платформу IoT під назвою Thingspeak у режимі реального часу, де дані можна реєструвати та аналізувати. Дані, що реєструються на Thingspeak, подаються у графічному форматі, ботанік або розумно обізнаний фермер може проаналізувати дані (з будь-якої точки світу), щоб внести суттєві зміни у надані ресурси (для сільськогосподарських культур), щоб отримати врожай високої якості. .

Практичне значення одержаних результатів: Інформаційні технології революціонізують продукцію. Складені виключно з механічних та електричних частин, вироби стали складними системами, що поєднують в собі безліч способів апаратного забезпечення, датчиків, зберігання даних, мікропроцесорів, програмного забезпечення та підключення

Наукова новизна отриманих результатів.

1) Розроблене комплексне рішення для комплексного моніторингу та прийняття рішень «ІС Агроном».

Методи дослідження: Дослідження виконувались, як практичним так і теоретичним способом. За допомогою аналізу усіх можливих рішень побудови аналогічних систем країн, що вже використовують IoT у землеробстві. Розділ 1 даної кваліфікаційної роботи розкриває повну сутність подібних рішень та використовуваних технологій в землеробстві на даний момент. Аналіз IoT рішень ліг у основу цієї кваліфікаційної роботи. Для отримання розуміння, що використовувати та на які рішення покладатись при розробці концепції «Агроном». Використовуючи дані, щодо архітектури, використовуваних методів обробки та моніторингу, хмарних обчислень та способів передачі даних розроблена актуальна та робоча система «Агроном». Для практичної перевірки роботи системи «Агроном» та вибору використовуваних методів передачі даних проводились випробування в реальному полі під час проходження практики на підприємстві «Ай Ти – Лінкс Сервіс».

Апробацією результатів кваліфікаційної роботи є написані тези та стаття, а саме:

- Тези: «Використання IoT рішень щодо функціонування аграрної інформаційної системи Агроном спостереження за земельною ділянкою» Вісімнадцята міжнародна наукова-технічна конференція Проблеми інформатизації, 12-13 квітня 2021 року; НАУ, ПНТУ ім. Юрія Кондратюка, та інші; Київ, Полтава, Кіровоград, Катовиці, та інші; ст. 35-36.

- Стаття: «Переваги впровадження в аграрний сектор і маркетинг технології інтернет речей»: Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, № 68. – С 38-41.

Ключові слова: IoT, апаратна платформа, хмарні платформи, аналіз IoT, концепція, датчик, модуль.

SUMMARY

Object: the process of collecting and updating information in real time, recognizing and identifying possible actions and reactions in the event of a crop threat. Construction of a ready-made conceptual solution based on IoT.

Subject: Data collection and visualization to perform analytics, on the basis of which actions will be performed on the agricultural plot.

Objective: To increase the efficiency and productivity of agricultural crops on the basis of a qualifying project for agricultural monitoring based on IOT using Arduino. introduction of the latest technologies in the agricultural business and improvement of crop production by collecting the state of the harvest in real time and informing farmers about it. The project consists of three sensors to measure various parameters important for the crop.

Objectives: To develop a smart agricultural monitoring system that can collect important agricultural data and send it to an IoT platform called Thingspeak in real time, where data can be recorded and analyzed. The data recorded on Thingspeak is presented in a graphical format, a botanist or a reasonably knowledgeable farmer can analyze the data (from anywhere in the world) to make significant changes to the resources provided (for crops) to obtain a high quality crop. .

Practical significance of the obtained results: Information technologies revolutionize products. Composed exclusively of mechanical and electrical parts, the products have become complex systems that combine many methods of hardware, sensors, data storage, microprocessors, software and connections

Scientific novelty of the obtained results:

1) Developed a comprehensive solution for comprehensive monitoring and decision-making "IS Agronom".

Research methods: The research was performed both in a practical and theoretical way. By analyzing all possible solutions for building similar systems of countries that already use IoT in agriculture. Section 1 of this qualification work reveals the full essence of such solutions and technologies used in agriculture at the

moment. IoT decision analysis formed the basis of this qualification work. To understand what to use and what solutions to rely on when developing the concept of "Agronomist". Using data on the architecture, processing and monitoring methods used, cloud computing and data transmission methods, the current and working system "Agronomist" was developed. For practical verification of the work of the "Agronom" system and the choice of the used data transmission methods, tests were conducted in the real field during the internship at the enterprise "IT - Links Service".

Approbation of the results of the qualification work are written theses and articles, namely:

- Abstracts: "Use of IoT solutions for the functioning of the agricultural information system Agronomist of land monitoring" Eighteenth International Scientific and Technical Conference Problems of Informatization, April 12-13, 2021; NAU, PNTU them. Yuri Kondratyuk, and others; Kyiv, Poltava, Kirovohrad, Katowice, and others; Art. 35-36.

- Article: "Advantages of introduction in the agricultural sector and marketing of the technology of the Internet of Things": Collection of scientific works of the Military Institute of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, № 68. - P 38-41.

Keywords: IoT, hardware platform, cloud platforms, IoT analysis, concept, sensor, module.

Зміст

ВСТУП	10
1. АНАЛІЗ ІОТ РІШЕНЬ	13
1.1 Аналіз архітектури рішень в Інтернеті речей	13
1.2 Різновиди мереж, які використовуються в ІоТ в залежності від завдань, що виконуються складовими мережі	14
1.3 Аналіз використання ІоТ теорія/практика	18
1.4 Аналіз хмарних платформ для аграрного сектору	35
1.5 Аналіз апаратних платформ	37
1.6 Аналіз функціональних датчиків для функціональних платформ	39
2. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОНОМ	44
2.1 Загальна концепція проекту «Агроном»	46
2.2 Алгоритм роботи системи Агроном	48
2.3 Датчики в системі «Агроном»	49
2.4 Алгоритм обробки даних з датчику вологості	54
2.5 Матеріальне, апаратне забезпечення програмне забезпечення	56
3. РЕАЛІЗАЦІЯ РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІОТ РІШЕННЯ	59
3.1 Реалізація апаратної концепції агроном	59
3.1.1 Підключення датчику DHT11	59
3.1.2 Підключення датчику газу	61
3.1.3 Датчик вологості ґрунту	63
3.1.4 Підключення Монітору	65
3.2 Використання протоколу LoRaWAN	66
3.3 Реалізація GSM	70
3.4 ThingSpeak реєстрація проекту	72
3.5 Висновки	75
4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ	77
4.1 Програмування апаратної платформи	77
4.1.1 Підключення датчику DHT11	77
4.1.2 Підключення датчику газу	78
4.1.3 Датчик вологості ґрунту	80
4.1.4 Програмування для LoRaWAN.....	82
4.1.5 Програмування для передачі даних на ThingSpeak	86
4.2 Програмування ThingSpeak/ MATLAB	102
5. ВИСНОВКИ	105
Список використаних джерел	108

ДОДАТКИ.....	116
ДОДАТОК А	116
ДОДАТОК Б.....	117
ДОДАТОК В.....	118

ВСТУП

Актуальність: Загальні тенденції розвитку сучасних технологій зв'язку обумовлені високими темпами зростання матеріальної та технологічної бази, новими науковими відкриттями у телекомунікаційній сфері, покращенням вже існуючих технічних рішень. Сільське господарство в Україні ведеться звичними способами. Той факт, що більшості наших фермерів не вистачає належних знань, робить це ще більш хибним. Велика частина сільського господарства та сільського господарства базується на прогнозах, які часом не вдаються. Фермерам доводиться нести величезні збитки, і часом вони закінчують життя самогубством. Оскільки ми знаємо переваги належної вологості ґрунту та її якості, якості повітря та зрошення, у зростанні врожаю такі параметри не можна ігнорувати.

Тому кваліфікаційна робота розумного землеробства за допомогою IoT необхідна є актуальною. Концепція є актуальною в агробізнесі завдяки своїй надійності та віддаленому моніторингу. Ідея оцифрувати сільське господарство та сільськогосподарську діяльність, щоб фермери могли перевірити вимоги до сільськогосподарських культур та точно передбачити їх зростання. Ця концепція, безсумнівно, прискорить їхній бізнес, щоб досягти нових вершин, а також буде більш прибутковим.

Об'єкт: процес збору та актуалізації інформації в реальному часі, розпізнавання та визначення можливих дій та реакцій при виникненні загрози врожаю .Побудова готової концептуального рішення на основі IoT.

Предмет: Збір даних та візуалізація для виконання аналітики, на основі якої будуть виконуватись дії на аграрній ділянці.

Мета: Підвищення ефективності та продуктивності сільськогосподарських культур на основі кваліфікаційного проекту моніторингу сільського господарства на основі IOT із використанням Arduino. впровадженні новітніх технологій у сільськогосподарський бізнес та покращенні рослинництва шляхом збору стану врожаю в реальному часі та

інформування фермерів про це. Проект складається з трьох датчиків для вимірювання різних параметрів, важливих для врожаю.

Задачі: Розробити розумну систему моніторингу сільського господарства, яка зможе збирати важливі сільськогосподарські дані та надсилати їх на платформу IoT під назвою Thingspeak у режимі реального часу, де дані можна реєструвати та аналізувати. Дані, що реєструються на Thingspeak, подаються у графічному форматі, ботанік або розумно обізнаний фермер може проаналізувати дані (з будь-якої точки світу), щоб внести суттєві зміни у надані ресурси (для сільськогосподарських культур), щоб отримати врожай високої якості. .

Практичне значення одержаних результатів: Інформаційні технології революціонізують продукцію. Складені виключно з механічних та електричних частин, вироби стали складними системами, що поєднують в собі безліч способів апаратного забезпечення, датчиків, зберігання даних, мікропроцесорів, програмного забезпечення та підключення

Наукова новизна отриманих результатів.

1) Розроблене комплексне рішення для комплексного моніторингу та прийняття рішень «ІС Агроном».

Методи дослідження: Дослідження виконувались, як практичним так і теоретичним способом. За допомогою аналізу усіх можливих рішень побудови аналогічних систем країн, що вже використовують IoT у землеробстві. Розділ 1 даної кваліфікаційної роботи розкриває повну сутність подібних рішень та використовуваних технологій в землеробстві на даний момент. Аналіз IoT рішень ліг у основу цієї кваліфікаційної роботи. Для отримання розуміння, що використовувати та на які рішення покладатись при розробці концепції «Агроном». Використовуючи дані, щодо архітектури, використовуваних методів обробки та моніторингу, хмарних обчислень та способів передачі даних розроблена актуальна та робоча система «Агроном». Для практичної перевірки роботи системи «Агроном» та вибору використовуваних методів передачі

даних проводились випробування в реальному полі під час проходження практики на підприємстві «Ай Ти – Линкс Сервис».

Структура роботи. У своєму складі робота має: вступ, чотири розділи, висновки, перелік використаної літератури, з 32 літературних джерел. Загальний обсяг роботи становить 136 сторінок(разом з додатками).

1. АНАЛІЗ ІОТ РІШЕНЬ

Для вирішення завдання кваліфікаційної роботи необхідно виконати аналіз існуючих рішень рішень ІоТ в аграрному секторі. Для цього доцільним буде використати та порівняти, як можливі мережеві технології, архітектуру ІоТ рішень, хмарні технології обробки інформації або хмарні платформи, датчики та апаратні платформи, що використовуються в ІоТ

1.1 Аналіз архітектури рішень в Інтернеті речей

Щоб отримати користь з даних, спочатку ці дані потрібно зібрати. Виробники впроваджують такі інструменти, як датчики, контролери і навіть інтелектуальні камери і зчитувачі радіочастотних міток, підключені до мережі, для оцінки широкого спектру операційних процесів. Ці процеси дуже різноманітні: енергоспоживання при виробництві продукції, більш оперативний і точний огляд деталей, тестування продуктивності обладнання. Таким чином виробник отримує дані, які він раніше не знав, не бачив і не використав. Необхідність створення відповідної інфраструктури (установка пристроїв для зчитування даних і впровадження інструментів для їх аналізу), цілком ймовірно, зросте для фермерів та холдингів, які не хочуть відставати від



Рисунок 1.1 Архітектура IoT

конкурентів, вже побудували таку інфраструктуру(Рисунок 1.1).

Система, побудована за допомогою технології Internet of things може мати різну архітектуру в залежності від ролей, відведених її компонентам. На рисунку 1.2 зображено чотири основні компоненти, зв'язки між ними та функції, які вони можуть виконувати .

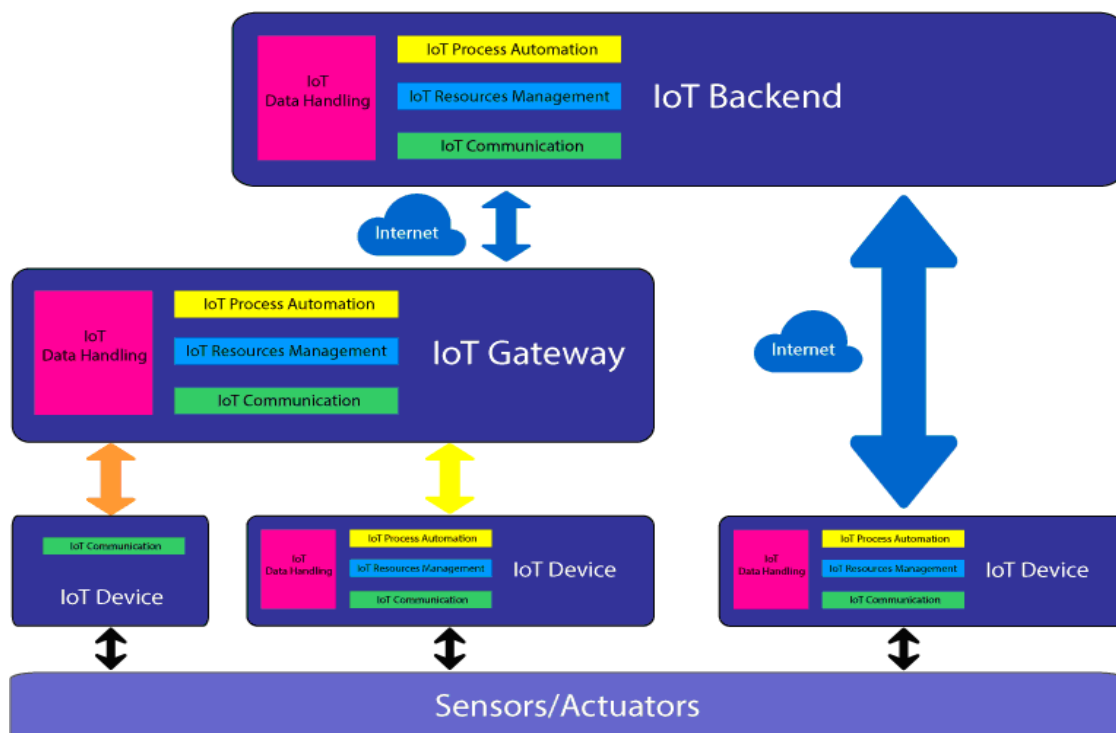


Рисунок 1.2 Базовий набір IoT систем

Розгортання IoT в аграрній галузі створює більш складну мережу цінностей з потенційно новими учасниками ланцюжка цінностей (наприклад, постачальниками зв'язку) та новими ролями постачальників послуг та додатків.. Наступний крок IoT в аграрному секторі це не «управління за ділянкою» а «Управління фермами».

1.2 Різновиди мереж, які використовуються в IoT в залежності від завдань, що виконуються складовими мережі

Підключення до Інтернету є базовою необхідністю належної роботи пристроїв IoT у багатьох таких корпусах з'єднання бездротове. Технології підключення що при розгортанні використовують різні стандарти і можуть

класифікувати на основі декількох різних параметрів. Найпоширеніші класифікації бездротового зв'язку з'єднання базуються на:

- споживання енергії
- швидкість передачі даних по висхідній лінії зв'язку
- швидкість передачі даних по низхідній лінії зв'язку
- розмір пакету
- пристрої на точку доступу
- топологія
- дальність
- потужність передачі кінцевого вузла
- смуга частот
- ширина каналу

IoT складається з багатьох технологій, які спочатку розроблені для різних цілей, як вказано в таблиці 1.2:

Таблиця 1.2 Порівняння технології мереж використовуваних в IoT					
Технологія	Стандарт (и)	Частота	Швидкість передачі даних	Дальність	Потужність
ANT +	ANT + Альянс	2,4 ГГц	1 Мб с ⁻¹	30–100 м	1 МВт
Пізнавальне радіо	IEEE 802.22 WG	54–862 МГц	24 Мб с ⁻¹	100 км	1 Вт
Bluetooth (2.0, 2.1, 3.0)	Bluetooth, IEEE 802.15.1	2400–2483,5 МГц	1–24 Мб с ⁻¹	10–100 м	0,1–1 Вт
BLE	IoT Inter-connect	2400–2483,5 МГц	1 Мб с ⁻¹	10 м	10–500 мВт

EDGE	3GPP	GSM 850/1900 МГц	384 кб s ⁻¹	26 км / 10 км	3 Вт / 1 Вт
GPRS	3GPP	GSM 850/1900 МГц	171 kb s ⁻¹	25 км / 10 км	2 Вт / 1 Вт
HSDPA / HSUPA	3GPP	850/1700/1900 МГц	0,73–56 Мб s ⁻¹	27 км / 10 км	4 Вт / 1 Вт
ISM / SRD860	IEEE 802.11	433 МГц, 863–870 МГц	200 kb s ⁻¹	50 м – 2 км	Дуже низько
LoRaWAN	LoRaWAN	868/900 МГц, різні	0,3–50 kb s ⁻¹	2–15 км	Дуже низько
LR- WPAN	IEEE 802.15.4 (ZigBee)	868/915 МГц, 2,4 ГГц	40–250 kb s ⁻¹	10–20 м	Низький
LTE	3GPP	700–2600 МГц	0,1–1 Gb s ⁻¹	28 км / 10 км	5 Вт / 1 Вт
NB-IoT	3GPP Rel.13	180 кГц	DL: 234,7 kb s ⁻¹ DI: 204,8 kb s ⁻¹	Використання LTE / 4G базових станцій	Низький
NFC	ISO / IEC 13157	13,56 МГц	424 кб s ⁻¹	0,1–0,2 м	1–2 МВт
RFID	Багато стандартів	13,56 МГц	423 kb s ⁻¹	1 м	1 МВт

SigFox	SigFox	908,42 МГц	10–1000 b s^{-1}	30–50 км	Н / 3
PI3KA	IEEE 802.15.4	2400–2483,5 МГц	251 kb s^{-1}	11 м	2 МВт
Weightless-H / Вт	WeightlessS IG	700/900 МГц	0,001–10 Мб c^{-1}	5 км	40 мВт / 4 Вт
WiFi	IEEE 802.11 a / c / b / d / g / n	2,4, 3,6, 5, 60 ГГц	1 Mb s^{-1} – 6,75 Gb s^{-1}	20–100 м	1 Вт
WiMAX	IEEE 802.16	2 ГГц – 66 ГГц	1 Mb s^{-1} -1 Gb s^{-1} (виправл ено) 50-100 Мб s^{-1}	<50 км	Н / 3
ZigBee	IEEE 802.15.4	2400–2483,5 МГц	250 кб c^{-1}	10 м (100 м)	1 МВт
Z-хвиля	Z-хвиля	908,42 МГц	100 kb s^{-1}	30 м	1 МВт
2G (GSM)	GSM, CDMA	865 МГц, 2,4 ГГц	50–100 кб s^{-1}	Область мобільної мережі	Середній
3G і 4G	UMTS, CDMA2000	865 МГц, 2,4 ГГц	0,2–100 Мб c^{-1}	Область мобільної мережі	Середній

5G ^a	3GPP, MCE IMT-2020	0,6–6 ГГц, 26, 28, 38, 60 ГГц	3,5–20 Gb s ⁻¹ (пікові показники 10–100 Gb s ⁻¹)	Область мобільної мережі	Середній
6LoWPAN	IEEE 802.15.4	908,42 МГц або 2400є2483,5 МГц	250 кб с ⁻¹	100 м	1 МВт

Основна характеристика мережі, спеціально розробленої для використання IoT їх низьке споживання енергії. Підраховано, що нові технології зможуть функціонувати для багатьох років, може, навіть десятиліття, використовуючи лише просту батарею. Це тому, що на відміну від старих технологій, де передача даних була найвибагливішою, новіші пристрої мають значно менший рівень споживання в цій області і найбільш енерговитратна частина пристрою - сам датчик.

1.3 Аналіз використання IoT теорія/практика

У цьому розділі спрямованого на аналіз недавно розроблених застосувань IoT у сільському господарстві, щоб забезпечити огляд сенсорних зборів даних, технологій, таких як управління водними ресурсами та управління посівами. У цьому огляді дані витягуються з аналізу статей, що вказані в джерелах, розглянуто було як і на що витрачаються ресурси з модернізації аграрного сектору. Акцент робився на збір даних з датчиків для вимірювань для прийняття точних рішень. Даний розділ надає можливість розвитку даної роботи на майбутні дослідження, що включають масштабованість систем IoT, аспекти неоднорідності, архітектуру системи IoT, методи аналізу даних, розмір, рішення безпеки / протоколи безпеки IoT та

операційні технології, зберігання даних. , хмарна платформа та джерела живлення.



Рисунок 1.7 Теоретичні відомості використання IoT

У цьому розділі ми визначили важливі ознаки для аналізу результатів досліджень у сільському господарстві та процесах ведення сільського господарства. Було зібрано та проаналізовано дані, рисунок 1.7, використовуючи приклади для типового рішення спостереження за земельною ділянкою. Управління водними ресурсами - це найбільш досліджена напрямленість за останні кілька років, оскільки більшість країн в основному зосереджуються на використанні водних ресурсів через її відсутність. Форми зрошення в сільському господарстві впливають на виробництво рослинництва, роблячи управління зрошенням центральним напрямком для підвищення продуктивності праці. Друга найбільш розглянута напрямленість - це управління врожаєм через важливість виробництва продуктів харчування для

зростаючого світового населення. Важливо керувати якістю, кількістю та ефективністю сільськогосподарського виробництва для сталого розвитку . У таблиці 1 чітко видно, що широко використовувані датчики для вимірювань - це умови ґрунту, як рН та вологість, згідно з аналізом він показує температуру навколишнього середовища, а потім вологість та вологість ґрунту - найбільш часто вимірювані дані.

Таблиця 1.3. Аналіз використання IoT рішень в агарному секторі на основі статтів

Стаття [№]	Використання	Заходи (збір даних)	Використовувані технології	Переваги пропонуваної системи	Проблеми сучасного підходу	Рішення поточних питань	Користь використання	Застосування
22.	✓ Водний менеджмент	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Температура навколишнього середовища ✓ Вологість повітря ✓ Ґрунт ✓ Вологість ґрунту 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Raspberry pi ✓ Wi-Fi. ✓ RFID ✓ Bluetooth ✓ Zigbee 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Може виявити температуру, вологість і вологу. ✓ Безперервний моніторинг всіх місць, включаючи критичні області. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Взаємодія людини витрати втрачати врожаю від аномального зрошення. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Виявляти температуру, вологість, вологу за допомогою датчиків. ✓ Максимізуйте врожайність сільськогосподарських культур за допомогою моніторингу параметрів сільськогоспода 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Може розгорнути його в будь-якому типі екологічного , моніторингу гнучкості надійна 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Сільське господарство

						рської продукції.		
23.	✓ Контроль шкідників ✓ Моніторинг погоди	✓ Рівень вологості ґрунту температура води	✓ ZigBee	✓ Процес поливу повністю контролюється комп'ютерними системами. ✓ Система аналізує звіти про погоду. ✓ Тримайте шкідників подалі від сільськогосподарських культур.	ї Працює тільки на основі команд користувача	✓ Низька вартість ✓ ефективний ріст посівів ✓ швидше наростання рослин.	✓ Передбачити і вирішити посухи ситуації, щоб запобігти втраті сільськогосподарських культур. ✓ Стежте за кліматичними умовами.	✓ Сільське господарство

				✓ Сприяють швидшому зростанню рослин. Енергоефективна.				
24.	Контроль добрив	<input type="checkbox"/> Температура навколишнього середовища. <input type="checkbox"/> Вологість <input type="checkbox"/> рівень азоту <input type="checkbox"/> Цвітіння рівень	<input type="checkbox"/> Raspberry <input type="checkbox"/> Мобільна технологія <input type="checkbox"/> Wi-Fi	<input type="checkbox"/> Може контролювати, чи є умови. <input type="checkbox"/> Вартість ефективний <input type="checkbox"/> Автоматичне спостереження за хворобою пов'язаною з видами рису.	<input type="checkbox"/> Низький або високий рівень поливу. <input checked="" type="checkbox"/> Відсутність управління харчуванням.	<input type="checkbox"/> Виявлення кліматичних умов <input checked="" type="checkbox"/> Збільшення кількості добрив.	<input type="checkbox"/> Можна підвищити кількість добрив.	<input type="checkbox"/> Сільське господарство

25.	<input type="checkbox"/> Обрізати виробництво <input checked="" type="checkbox"/> виробництво	<input type="checkbox"/> рівень ґрунту <input checked="" type="checkbox"/> ґрунт поживний	<input type="checkbox"/> Мобільна технологія	<input type="checkbox"/> Збільшення на виробництво сільськогосподарських культур. <input type="checkbox"/> Може отримати поточну потребу в добривах s.	<input type="checkbox"/> Через неправильне обслуговування урожай пошкоджується, що спричиняє величезні втрати для фермера.	<input type="checkbox"/> Підвищення на урожай. <input type="checkbox"/> Контроль витрат на сільськогосподарську продукцію .	<input type="checkbox"/> Інтерфейси окремі різні поживні речовини в ґрунті, що контролюються датчиками.	Сільське господарство
26.	<input type="checkbox"/> Збір водний менеджмент	<input type="checkbox"/> Температура ґрунту <input type="checkbox"/> Вологість ґрунту <input type="checkbox"/> Вологість листя <input type="checkbox"/> Швидкість / напрямок вітру <input type="checkbox"/> Виявлення опадів	<input type="checkbox"/> Raspberry pi <input type="checkbox"/> Мобільна технологія	<input type="checkbox"/> Розширене виробництво рослинництва. <input type="checkbox"/> Підвищена якість. <input type="checkbox"/> Скорочення витрат.	<input type="checkbox"/> Низький ризик менеджменту. <input type="checkbox"/> Погана водне управління. <input type="checkbox"/> Бідна інфраструктура	<input type="checkbox"/> Підвищення врожаю сільськогосподарських культур шляхом належного управління водою.	<input type="checkbox"/> Система розпізнавання насіння допомагає пізнати стійкі умови навколишнього	<input type="checkbox"/> Сільське господарство

		адів <input type="checkbox"/> Грунт ph. <input type="checkbox"/> Насіння визнання.			ура. <input type="checkbox"/> неврожай врожайності і великі втра ти для фермерів.		середовища	
27.	<input type="checkbox"/> Монітор п огоди g <input type="checkbox"/> Точне зем леробство	<input type="checkbox"/> Температура <input type="checkbox"/> Вологість грунту	<input type="checkbox"/> Raspberry рі <input type="checkbox"/> Wi-Fi	<input type="checkbox"/> Покращенн я в простежув аності сільськогоспо дарських культур. <input type="checkbox"/> Збільшити з агальний урожай.	<input type="checkbox"/> Втрата з к ультур. <input type="checkbox"/> Погана система водопостача ння управлін	<input type="checkbox"/> Обрізати підвищення продуктивності праці. <input type="checkbox"/> Зниження втрат від врожа ю. <input type="checkbox"/> Скорочення в икористання во ди . Необхідне міні мальне обслуго вування .	<input type="checkbox"/> Використ ання алгорит му прийнятт во я рішень .	<input type="checkbox"/> Сільське господарст

						<input type="checkbox"/> Висока точність		
28.	<input type="checkbox"/> точне землеробство	<input type="checkbox"/> Температура <input type="checkbox"/> вологість	<input type="checkbox"/> Мобільна технологія	<input type="checkbox"/> Вартість скорочення <input type="checkbox"/> Зниження на частоту	<input type="checkbox"/> Нерівномірний розподіл повітряного потоку.	<input type="checkbox"/> Підвищення солодового якості і ефективності виробництва з використанням штучного інтелекту	<input type="checkbox"/> датчики низької вартості <input type="checkbox"/> відкрите джерело додатку <input type="checkbox"/> здатність збільшувати рівень в землеробстві	<input type="checkbox"/> Сільське господарство

29.	<input type="checkbox"/> Розумне землеробство	<input type="checkbox"/> Температура <input type="checkbox"/> Вологість	<input type="checkbox"/> Wi-Fi	<input type="checkbox"/> Підвищення врожайності. <input type="checkbox"/> Зменшити зайві енергозатрати	<input type="checkbox"/> Керування великими даними	<input type="checkbox"/> Застосування стиснення даних. <input type="checkbox"/> Зменшення витрат на IoT. <input type="checkbox"/> Великі дані.	<input type="checkbox"/> Використовуйте збиткові комбінатори пресії та інші прийоми	<input type="checkbox"/> Сільське господарство
30.	<input type="checkbox"/> Управління зрошенням <input type="checkbox"/> Greenhouse management	<input type="checkbox"/> Вологість <input type="checkbox"/> Температура	<input type="checkbox"/> Zig Bee <input type="checkbox"/> Wi-Fi <input type="checkbox"/> Bluetooth <input type="checkbox"/> LPWAN	<input type="checkbox"/> Зменшити вартість робочої сили. <input type="checkbox"/> Підвищення ефективності в сільському господарському виробництві.	<input type="checkbox"/> Низький рівень ефективності виробництва. <input type="checkbox"/> Відходи з ресурсів <input type="checkbox"/> Забруднення навколишнього середовища.	<input type="checkbox"/> Управління будинком для покращення сільськогосподарського виробництва.	<input type="checkbox"/> Впровадження всебічної Smart системи просування.	<input type="checkbox"/> Сільське господарство

31.	<input type="checkbox"/> Розумне землеробство <input type="checkbox"/> Управління зрошенням	<input type="checkbox"/> Температура <input type="checkbox"/> Вологість <input type="checkbox"/> CO2	<input type="checkbox"/> Bluetooth <input type="checkbox"/> Wi-Fi <input type="checkbox"/> LPWAN	<input type="checkbox"/> може подолати відстань та розміщуйте обмеження. <input type="checkbox"/> зберегти вартість обслуговування існуючих пристроїв <input type="checkbox"/> забезпечити функціональність у нових пристроях	<input type="checkbox"/> Проблема з живленням <input type="checkbox"/> Обмеження простору <input type="checkbox"/> труднощі при встановленні додаткових пристроїв	<input type="checkbox"/> Створіть систему за допомогою Bluetooth та LPWAN для вирішення проблеми живлення та обмеження місця.	<input type="checkbox"/> Система вивчення розвитку навколишнього середовища <input type="checkbox"/> Алгоритми.	<input type="checkbox"/> Сільське господарство,
-----	--	--	--	---	---	---	---	---

32.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Обрізати management a <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Виявлен ня поживни х речовин	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Температур <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Вологість	<input type="checkbox"/> ZigBee <input type="checkbox"/> Raspberry pi	<input type="checkbox"/> Може запобігти від ерозії ґрунту .	<input type="checkbox"/> Високе сп оживання ен ергії . <input type="checkbox"/> Виснажен ня ґрунтів та поживних речовин .	<input type="checkbox"/> Зменшення сп оживання енергії . <input type="checkbox"/> Може реагувати на зміни навколиш нього середовища та ґ рунту.	<input type="checkbox"/> Зменшити Споживання в п енергії <input type="checkbox"/> Збільшенн я числа від д атчиків	<input type="checkbox"/> Сільське господарст во ,
33.	<input type="checkbox"/> Ґрунт менеджмент <input type="checkbox"/> Виявлення поживних речовин	<input type="checkbox"/> ґрунту рН <input type="checkbox"/> Ґрунт Температура <input type="checkbox"/> Вологість ґру нту	<input type="checkbox"/> Wi-Fi <input type="checkbox"/> Raspberry pi	<input type="checkbox"/> Зменшення ручного моніторингу поля. <input type="checkbox"/> Отриманий характер ґрунту. <input type="checkbox"/> Можна контролюєтьс я з будь-якого	<input type="checkbox"/> Ручний мо ніторинг на місцях . <input type="checkbox"/> Вартість в исока. <input type="checkbox"/> Важко передбачити урожай для в поле.	<input type="checkbox"/> Скорочує труднощі для визначення правильного врожаю для в пор ле. <input type="checkbox"/> Збільшене вир. обництво сільсь кого господарства	<input type="checkbox"/> Солі управління увагою поживних речовин, запліднення	<input type="checkbox"/> Сільське господарст во

				місця.		<input type="checkbox"/> Скорочення часу та грошей для фермерів.		
34.	<input type="checkbox"/> Управління зрошенням	<input type="checkbox"/> Температура <input type="checkbox"/> вологість <input type="checkbox"/> Вологість ґрунту	<input type="checkbox"/> Мобільна технологія <input type="checkbox"/> Wi-Fi	<input type="checkbox"/> надає інформацію в режимі реального часу <input type="checkbox"/> Вартість скорочення <input type="checkbox"/> Оптимізація ресурсів <input type="checkbox"/> Зменшення лісозаготівлі та нестачі води	<input type="checkbox"/> Дефіцит води <input type="checkbox"/> Різні умови навколишнього середовища	<input type="checkbox"/> Розробка смарт зрошувальних систем моніторингу в будь-якому місці.	<input type="checkbox"/> Установка води метра, щоб оцінити кількість води. <input type="checkbox"/> Використання бездротових датчиків.	<input type="checkbox"/> Сільське господарство ,
35.	<input type="checkbox"/> Розумне господарство	<input type="checkbox"/> Вологість ґрунту	<input type="checkbox"/> Raspberry Pi	<input type="checkbox"/> Зменшення витрат на	ї нестача вологи на по	<input type="checkbox"/> Використання бездротового	<input type="checkbox"/> Розвивайте можливість	<input type="checkbox"/> Сільське

	<p>о управління тваринництвом</p> <p><input type="checkbox"/> управління тваринництвом</p>	<p><input type="checkbox"/> Інтенсивність світла</p> <p><input type="checkbox"/> Вологість</p> <p><input type="checkbox"/> Температура</p> <p><input type="checkbox"/> ґрунту рН</p>	<p><input type="checkbox"/> ZigBee</p> <p><input type="checkbox"/> Wi-Fi</p>	<p>оплату праці</p> <p><input type="checkbox"/> Допомагає в відстежуванні зміни, що відбуваються точно миттєво в режимі реального часу на поле.</p>	<p>лях</p> <p><input type="checkbox"/> солоність</p> <p><input type="checkbox"/> відсутність застосування добрив</p> <p>Різний час посіву.</p>	<p>мобільного робота для виконання різних польових операцій.</p>	<p>ті робота.</p>	<p>господарство</p>
36.	<p>Розумне господарство</p> <p><input type="checkbox"/> Розумне господарство</p>	<p><input type="checkbox"/> Температура</p>	<p><input type="checkbox"/> Мобільна технологія</p> <p><input type="checkbox"/> GPRS</p>	<p><input type="checkbox"/> Підвищення якості та безпеки в продуктах</p> <p><input type="checkbox"/> Виявлення захворювань рослин, повінь. І т.д.</p>	<p><input type="checkbox"/> Кліматичне змін</p> <p><input type="checkbox"/> Високий температура</p> <p><input type="checkbox"/> Низька продукція маржа</p>	<p>Допомога в управлінні врожаєм за допомогою розумного сільського господарства</p>	<p>Дозволяє системі вимірювати основні параметри для зрошення</p> <p>manageme</p>	<p><input type="checkbox"/> Сільське господарство</p>

							nt.	
--	--	--	--	--	--	--	-----	--

IoT можна визначити як злиття різнорідних мереж, включаючи чіпову технологію, яка поступово поширюється все більше і більше, розширюючись завдяки швидкому зростанню Інтернет-додатків, таких як логістика, сільське господарство, розумна спільнота, інтелектуальні системи транспозиції, управління та відстеження. Як було проаналізовано в таблиці Wi-Fi, мобільна технологія - це технології, які мають широкий спектр попиту в галузі сільського господарства та сільського господарства для моніторингу земельних і водних ресурсів на відміну від інших технологій .

Хоча результати демонструють результати таким чином, що в теорії проаналізувало використання RFID, технології бездротової сенсорної мережі (WSN), яка може бути ефективно використана для збільшення виробництва врожаю для задоволення зростаючих потреб зростаючої кількості населення. У країнах, що розвиваються з обмеженою швидкістю Інтернету, до інших застосованих технологій IoT, ніж до Wi-Fi, відносяться мережі низької потужності, мережі короткого діапазону IoT, низькошвидкісні бездротові мережі PAN (LoRaWAN) або мережі низької потужності та широкополосні мережі.

Майбутні дослідження можуть привернути більше уваги до подальшої автоматизації поточних процесів поводження з відходами, розумного освітлення та боротьби з шкідниками субстратиками шляхом зменшення існуючих недоліків, оскільки воно отримало найменше дослідницьку увагу в розглянутому періоді. Туманні обчислення, як нововведення, що перетинають будь-який бар'єр між віддаленими центрами обробки даних та пристроями IoT, слід розглядати в майбутньому аналізі IoT. Хоча IoT вирішив багато питань, пов'язаних із сільським господарством та землеробством, є обмеження, які ми повинні врахувати.

IoT у сільському господарстві зосереджується на аспектах, що трансформують виробничі можливості, включаючи сферу сільського господарства. Виробництво достатньої кількості їжі для всього світу є великою

проблемою, оскільки глобальне населення стрімко змінюється, а також зміни клімату та дефіцит робочої сили. В даний час дослідники зосереджуються більше на робототехніці для вирішення цих проблем. Зростаюча кількість дослідників та компаній зосередилася на робототехніці та штучному інтелекті (AI) на прополці, зменшивши кількість гербіциду, який використовують фермери.

На відміну від локальних обчислень, хмарні обчислення вимагають швидкісного з'єднання з Інтернетом для надсилання та отримання даних із хмари. Оскільки процес включає передачу та отримання даних із хмари, процес забирає багато часу. Оскільки ємність даних вище, ніж пропускна здатність, завжди важливо обробляти дані локально, а не надсилати дані в хмару. Локальні обчислення ефективніші, ніж хмарна обробка при обробці даних, оскільки ємність подвоюється швидше, ніж пропускна здатність вдвічі. Оскільки IoT використовує сенсорний збір даних для прийняття рішень, для обробки зібраних даних хмара або основа на краю може використовуватися для системних вимог. Тим не менш, є деякі проблеми, пов'язані з розгортанням системи IoT.

Технічні знання серед фермерів, сучасна централізована архітектура для підтримки систем IoT не дуже розвинена, оскільки зростання мережі, централізованих систем перетвориться на вузьке місце. Більше того, ємність батареї та термін експлуатації сенсора та зберігання даних датчиків також більш концентровані при розгортанні системи IoT. Розумне землеробство - це асоціація з новими досягненнями в галузі технологій та різними культурами та тваринництвом, землеробством у цифрову епоху. Розумне землеробство може принести сільське господарство більш вигідне для фермера. Це тому, що зменшення вхідних ресурсів заощадить гроші та працю фермерів, а отже, підвищить надійність та результати бізнесу.

1.4 Аналіз хмарних платформ для аграрного сектору

Моніторинг сільськогосподарських земель (агромоніторинг) - система оперативних, періодичних і базових (вихідних) спостережень (аерокосмічна зйомка, наземні, гідрометеорологічні, статистичні спостереження) за зміною якісного і кількісного стану земель сільськогосподарського призначення.

Об'єктом агромоніторингу виступають сільськогосподарські землі, включаючи сільськогосподарські полігони і контури, незалежно від форм власності господарювання, що здійснюється на них.

Саме моніторингом та рішенням та обробкою інформації займаються платформи.

В таблиці 1.4 наведено хмарні платформи, що надають такий сервіс, та їх параметри.

Табл 1.4. Порівняння хмарних платформ IoT					
Хмарні платформи IoT	Збір даних	Візуалізація даних	Тип хмарних послуг	Аналітика даних	Вартість розробника
Xively (https://xively.com/)	Так	Так	Загальнодоступні (IoT SaaS)	Ні	Безкоштовно
ThingSpeak (https://thingspeak.com/)	Так	Так (Матлаб)	Публічний	Так	Безкоштовно
plot (https://plot.ly/)	Так	Так (IPython, Matlab, Rstudio)	Публічний	Так	Безкоштовно
Carriots (https://www.carriots.com/)	Так	Так	Приватний (PaaS)	Ні	Обмежено до: 10 пристроїв
Exosite (https://exosite.com/)	Так	Так	IoT SaaS	Так	2 пристрої

GroveStreams (https:// grovestreams.com/)	Так	Так	Приватний	Так	Обмежено до: 20 потоків, 10000 транзакція, 5 SMS, 500 електронних листів
ThingWorx (www://thingworx.com/)	Так	Так	Приватний (IaaS)	Так	Оплата за користування
nimbiT (www.nimbits.com/)	Так	Так	Гібридний	Ні	Безкоштовно
Connecterra (www.Connecterra.io/)	Так	Так	Приватний	Так	Оплата за користування
Axeda (www.axeda.com)	Так	Так	Приватний	Так	Оплата за користування
Yaler (https://yaler.net)	Так	Так	Приватний (SaaS)	Так	Оплата за користування
AMEE (www.amee.com)	Так	Так	Приватний	Так	Оплата за користування
Arkessa (www.arkessa.com)	Так	Так	Приватний (SaaS)	Так	Оплата за користування
Paraimpu (https:// www. Paraimpu.com/)	Так	Так	Гібридний	Ні	Обмежено до: 4 речей, 500 датчиків
Phytech (http://)	Так	Так	Приватний	Так	Оплата за

1.5 Аналіз апаратних платформ

На мікрокомп'ютери полягаються на попередньої обробки інформації при великій кількості датчиків, адже , якщо все буде передаватись з кожного датчику на хмару, то треба багато каналів зв'язку та платний сервіс(марна платформа, що наведена в табл.1.4), що буде платним. Саме тому аналіз, що наведено в табл. 1.5 має значення для побудови в майбутньому інформаційної системи IoT рішень для спостереження за земельною ділянкою.

Табл.1. 5Порівняння існуючих апаратних платформ, підтримуваних IoT										
Parameters	Arduino Uno	Arduino Yun	Arduino Nano	Intel Galileo	Intel Edison	Beagle Bone	Electric Imp	Raspberry Pi	Raspberry Pi	ARM mbed
Processor	ATMeg a328P	ATmeg a32u4, and Atheros AR9331	ATMeg a328/168	Intel® Quark™ SoC X1000	Intel® Quark™ SoC X1000	Sitara AM3358BZCZ100	ARM Cortex M4F	Broadcom BCM2835 SoC based ARM1176JZF	Broadcom BCM2835 ARM11 core	ARM Cortex M3
GPU	—	—	—	—	—	PowerVR SGX530 @520 MHz	—	VideoCore IV® Multi	—	—

Operating Voltage	5 V	5 V, 3 V	5 V	5 V	3.3 V	3.3 V	3.3 V	5 V	5 V	5 V
Clock Speed (MHz)	16	16, 400	16	400	100	1 GHz	320	700	1 GHz	96
Bus Width (bits)	8	8	8	32	32	32	32	32	32	32
System Memory	2 kB	2.5 kB, 64 MB	1 kB, 2 kB	256 MB	1 GB	512 MB	120 KB	512 MB	512 MB	32 KB
Flash Memory	32 kB	32 kB, 16 MB	16 kB, 32 kB	8 MB	4 GB	4 GB	4 MB	–	–	512 KB
EEPROM	1 kB	1 kB	512 B, 1 kB	8 kB	–	–	–	–	–	–
Communication Supported	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet	IEEE 802.11 b/g/n, IEEE 802.15.4, 433RF, BLE 4.0, Ethernet

	t, Serial	t, Serial	t, Serial	t, Serial	t, Serial	t, Serial	t, Serial	t, Serial	t, Serial	t, Serial
Development Environments	Arduino o IDE	Arduino o IDE	Arduino o IDE	Arduino o IDE	Arduino o IDE, Eclipse, Intel Cloud9 IDE	Debian, Android, Ubuntu, Cloud9 IDE	Electric Imp S IDE	NOOB S	NOOB S	C/C++ SDK, Online
Programming Language	Wiring	Wiring	Wiring	Wiring, Wylod rin	XDK C++, Wiring , C,	C, C++, Python, Node.js	Squirrel C++, Java, Python, C,	C++, C++, Java, Python, C,	C++, C++, Java, Python, C,	C, C++ Com piler
I/O Connectivity	SPI, I2C, UART, GPIO	SPI, I2C, UART, GPIO	SPI, I2C, UART, GPIO	SPI, I2C, UART, GPIO	HTML 5 SPI, I2C, UART, I2S, GPIO	SPI, UART, I2C, McASP , GPIO	SPI, I2C, UART, GPIO	SPI, DSI, UART, SDIO, CSI, GPIO	UART, SDIO, CSI, GPIO	SPI, I2C, CAN, GPIO

1.6 Аналіз функціональних датчиків для функціональних платформ

Датчики виконують основну роботу по збору інформації, саме по їх даним виконуються всі операції, що моделюються та прогнозуються алгоритмом заданою хмарною платформою чи апаратною платформою. Основними датчиками, що були вичислені на основі аналізу з таблиці 3, а саме :

1. Датчики температури

Датчики температури вимірюють кількість теплової енергії у джерелі, дозволяючи їм виявляти зміни температури та перетворювати ці зміни в дані. Машини, що використовуються у виробництві, часто вимагають, щоб температури навколишнього середовища та пристроїв були на певних рівнях. Так само у сільському господарстві температура ґрунту є ключовим фактором зростання сільськогосподарських культур.

2. Датчики вологості

Ці типи датчиків вимірюють кількість водяної пари в атмосфері повітря чи інших газів. Датчики вологості зазвичай зустрічаються в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ВВС) в промислових та житлових приміщеннях. Їх можна знайти в багатьох інших районах, включаючи лікарні та метеорологічні станції, щоб звітувати та прогнозувати погоду.

3. Датчики газу

Дані типи датчиків відстежують і виявляють зміни в якості повітря, включаючи наявність токсичних, горючих або небезпечних газів. Галузі, що використовують газові датчики, включають видобуток нафти та газу, хімічні дослідження та виробництво. Поширеним випадком використання споживачів є звичні детектори вуглекислого газу, які використовуються у багатьох будинках.

Таблиця 1.6. Порівняльна таблиця датчиків			
Тип датчику	Датчик та характеристика		
Вологість та температура	Датчик DHT11: визначення вологості в діапазоні 20-80% з точністю $\pm 5\%$ RH визначення температури від 0°C	Датчик DHT22: визначення вологості в діапазоні 0-100% з точністю $\pm 2\%$ RH визначення температури від -40°	Датчик DHT21: визначення вологості в діапазоні 0-100% з точністю $\pm 2\%$ RH визначення

	до + 50 ° С з точністю ± 2 ° С частота опитування 1 раз в секунду тип датчику:аналоговий	С до + 125 ° С з точністю ± 0.5 °С частота опитування 1 раз в 2 секунди тип датчику:аналоговий	температури від -40 ° С до + 80 ° С з точністю ± 0.5 ° С тип датчику:аналоговий
Рівень Ph	DAT151: харчування: 5В розміри: 43 x 32 мм діапазон вимірювань: 0 - 14 PH діапазон температур: 0-60? точність: ± 0.1pH (25?) час вимірювання: ≤ 1min регулювання посилення за допомогою потенціометра	DAT221: Робоча напруга: +5,00 В PCB Розмір: 45 × 32мм (1.77x1.26 ") Діапазон вимірювання: 1мс / см - 20мс / см Робоча температура: 5 - 40? Точність: <± 10% від повної шкали (з використанням Arduino 10 біт АЦП) PH2.0 інтерфейс (3-контактний SMD) Електрод провідності (K = 1, роз'єм BNC) Довжина кабелю електрода: близько 60 см (23,62 ") індикатор живлення	DAT220: Напруга живлення: + 5.00V Розмір модуля: 40ммX27мм (1,57 "x1.06") Діапазон вимірювання: -2000мВ-2000мВ Температура вимірювання: 5-70? Точність: ± 10 мВ (25?) Час відгуку: ≤20сек ORP Датчик з роз'ємом BNC PH2.0 інтерфейс Кнопка калібрування нуля Світлодіодний індикатор живлення
Рівень	MQ-3 Gas Sensor:	MQ-3	MQ-135

газу(добра)	<p>Вихідна напруга залежить від концентрації вимірюваних газів</p> <p>Швидка реакція і відновлення регульована чутливість</p> <p>Індикація вхідного сигналу</p> <p>Напруга живлення: від 2.5V до 5.0V</p> <p>Габарити: 40x21mm</p> <p>Монтажні отвори: 2.0mm</p> <p>Комплектується 4-контактним джампером для підключення.</p>	<p>Детектується газ: зріджений нафтовий газ (LPG), ізобутан, бутан</p> <p>Діапазон чутливості: 300-10000 ppm</p> <p>Rs (опір чутливого елемента): 1 - 20 кОм</p> <p>2000ppm C3H8</p> <p>Час відгуку: ≤ 10с</p> <p>Чутливість (R в повітрі) / (R в присутності характерного газу) ≥ 5</p> <p>Rh (опір нагрівача): $31\Omega \pm 3\Omega$</p> <p>Ih (струм нагрівача): ≤ 180мА</p> <p>Vh (напруга нагрівача): $5V \pm 0.2V$</p> <p>Ph (потужність нагрівача): ≤ 900мВт</p> <p>Vc (напруга схеми): $\leq 24V$</p> <p>Робочі умови: температура -10 до +50 ° C, вологість</p>	<p>Швидка реакція і відновлення регульована чутливість</p> <p>Індикація вхідного сигналу</p> <p>Напруга живлення: від 2.5V до 5.0V</p> <p>Габарити: 40x21mm</p> <p>Монтажні отвори: 2.0mm</p> <p>Комплектується 4-контактним джампером для підключення.</p>
-------------	--	--	---

		$\leq 95\%$ концентрація 21%.	RH, кисню	
--	--	-------------------------------------	--------------	--

2. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОНОМ

У кваліфікаційній роботі висвітлено важливі сільськогосподарські рішення та обговорюється застосовність IoT для підвищення продуктивності праці. Представлені характеристики IoT рішень на прикладах, що продемонстровано в пункті 1.3. Проаналізовано зручні платформи для жорстких виробів, стандарти бездротових технологій зв'язку та хмарні послуги IoT для сільськогосподарських додатків. У кваліфікаційній роботі також перелічені різні системи IoT сенсорів.

Дослідження проблем існуючих агрокультурних застосувань за допомогою глобальних сценаріїв на основі IoT приводить к наступному етапу даної роботи, а саме створення в майбутньому інформаційної системи «Агроном, спостереження за земельною ділянкою».

Виділення різних важливих факторів для вдосконалення існуючих сценаріїв та представлення майбутньої роботи. Даний розділ створений для винесення рішень, які були прийняті на основі інформації з розділу 1, аналізу реальних прикладів та технологій з розділу 2 кваліфікаційної роботи.

У цьому розділі ми на основі 1 розділу даної роботи виділяємо та виокремлюємо важливі ознаки досліджень у сільському господарстві та процесах ведення сільського господарства. Було зібрано та проаналізовано дані, використовуючи приклади для типового рішення спостереження за земельною ділянкою. Управління водними ресурсами - це найбільш досліджена направленість за останні кілька років, оскільки більшість країн в основному зосереджуються на використанні водних ресурсів через її відсутність. Форми зрошення в сільському господарстві впливають на виробництво рослинництва, роблячи управління зрошенням центральним напрямком для підвищення продуктивності праці. Друга найбільш розглянута направленість - це управління врожаєм через важливість виробництва продуктів харчування для зростаючого світового населення. Важливо керувати якістю, кількістю та ефективністю сільськогосподарського виробництва для сталого розвитку . У

таблиці 1.6 чітко видно, що широко використовувані датчики для вимірювань - це умови ґрунту, як рН та вологість, згідно з аналізом він показує температуру навколишнього середовища, а потім вологість та вологість ґрунту - найбільш часто вимірювані дані. На основі цих даних був здійснений вибір та створена концепція, що вказана на рисунку 2.1.

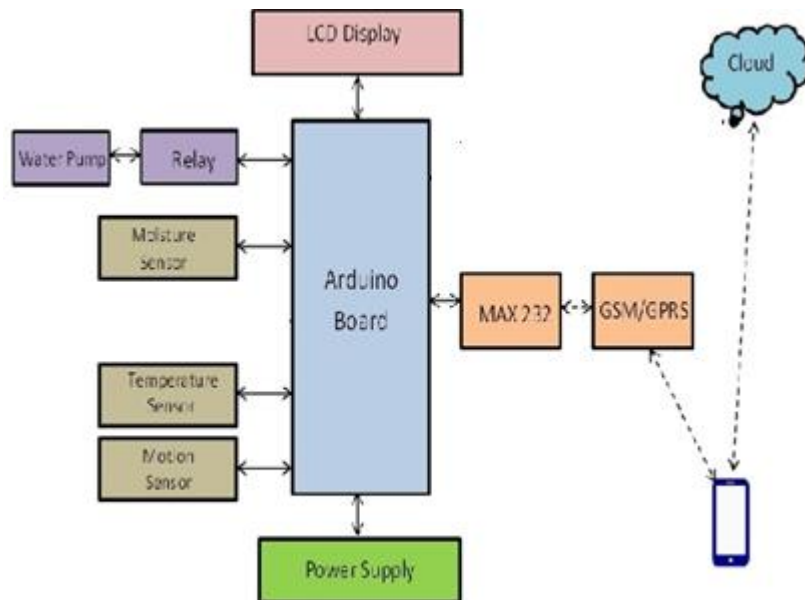


Рисунок 2.1 Схематичне зображення концепції

Опис блок-схеми:

Блок-схема проекту складається з наступних підблоків та пристроїв:

- **Датчик температури** вимірює температуру навколишнього середовища врожаю.

- **Датчик рівня води** вимірює рівень води врожаю.

- **Датчик вологості ґрунту** вимірює рівень вологи в ґрунті.

- **GSM-модем** використовується для надсилання SMS-сповіщень користувачеві з інтервалом у 5 хвилин.

1. Контролер Arduino взаємодіє з GSM-модемом, збирає дані від датчиків та активує пристрої виведення.

2. Реле використовуються для включення вентилятора, а також водяного насоса, щоб підтримувати температуру та рівень вологи врожаю.

3. Звуковий сигнал включається, коли будь-яке із значень датчика переходить певний поріг.

2.1 Загальна концепція проекту «Агроном»

Ця система моніторингу сільського господарства на основі ІОТ використовує бездротові сенсорні мережі, які збирають дані від різних датчиків, розгорнутих у різних вузлах. Розумне сільське господарство, що використовує систему ІОТ, працює від Arduino і, воно складається з датчика температури, Датчик вологості, датчик рівня Ph, двигун постійного струму та модуль GPRS. Коли система моніторингу сільського господарства на базі ІОТ запускається, вона перевіряє рівень води, вологість і рівень вологості. Він надсилає SMS-повідомлення на телефон про рівні. Датчики відчують рівень води, якщо він знижується, він автоматично запускає водяний насос або поливальну систему. Якщо температура перевищує рівень допустимого, але при цьому рівень вологості ґрунту не змінюється, система очікує поки рівень вологості не впаде, щоб запустити поливальну систему. Все це відображається на модулі РК-дисплея. Це все також спостерігається в ІОТ системі, де відображається інформація про вологість, вологість та рівень води з датою та часом, виходячи з хвилини. Датчик рівня Ph, надає інформацію Температуру можна встановити на певному рівні, вона базується на типі вирощуваних культур. Якщо ми хочемо насильно закрити воду на ІОТ, є кнопка, з якої можна насосно зупинити водяний насос. Коли система моніторингу сільського господарства на базі ІОТ запускається, вона перевіряє рівень води, вологість і рівень вологості. Він надсилає данні на платформу де це вже візуалізується. Датчики відчують рівень води, якщо він знижується, він автоматично запускає водяний насос. Все це відображається на хмарній платформі. Це все також спостерігається в ІОТ, де відображається інформація про вологість, вологість та рівень води з датою та часом, виходячи з хвилини. Температуру можна встановити на певному рівні, вона базується на

типі вирощуваних культур. Якщо ми хочемо насильно закрити воду на ІОТ, є кнопка, з якої можна насосно зупинити водяний насос. Коли система моніторингу сільського господарства на базі ІОТ запускається, вона перевіряє рівень води, вологість і рівень вологості. Він надсилає SMS-повідомлення на телефон про рівні. Датчики відчують рівень води, якщо він знижується, він автоматично запускає водяний насос/ поливальну систему. Якщо температура перевищує рівень, вентилятор запускається. Все це відображається на модулі РК-дисплея. Це все також спостерігається в хмарній платформі, де відображається інформація про вологість, вологість та рівень води з датою та часом, виходячи з хвилини. Температуру можна встановити на певному рівні, вона базується на типі вирощуваних культур. Якщо ми хочемо насильно закрити воду на ІОТ, є кнопка, з якої можна насосно зупинити водяний насос. Він автоматично запускає водяний насос. Все це відображається на модулі РК-дисплея. Це все також спостерігається в хмарній платформі, де відображається інформація про вологість, вологість та рівень води, рівень кислотності з датою та часом, виходячи з хвилини. Температуру можна встановити на певному рівні, вона базується на типі вирощуваних культур. Якщо ми хочемо насильно закрити воду на ІОТ, є кнопка, з якої можна насосно зупинити водяний насос. Він автоматично запускає водяний насос. Якщо температура перевищує рівень, вентилятор запускається. Все це відображається на модулі РК-дисплея. Це все також спостерігається в ІОТ, де відображається інформація про вологість, вологість та рівень води з датою та часом, виходячи з хвилини. Температуру можна встановити на певному рівні, вона базується на типі вирощуваних культур. Якщо ми хочемо насильно закрити воду на ІОТ, є кнопка, з якої можна насосно зупинити водяний насос/поливальну систему.

2.2 Алгоритм роботи системи Агроном

Розумна система моніторингу сільського господарства або просто розумне землеробство - це нова технологічна концепція, де дані з кількох галузей сільського господарства, починаючи від малого та великого масштабу, та навколишнього середовища збираються за допомогою розумних електронних датчиків. Зібрані дані аналізуються експертами та місцевими фермерами, щоб зробити короткострокові та довгострокові висновки щодо погоди, родючості ґрунту, поточної якості врожаю, кількості води, яка буде потрібна на наступний тиждень до місяця тощо.

Якщо вчора був дощ, а кількість води, яка потрібна сьогодні, буде меншою. Подібним чином, якщо вологість повітря була високою, випаровування води на верхньому рівні землі буде меншим, отже, потреба у воді буде меншою за норму, що зменшить використання води.

IoT тут, щоб зменшити ручну працю, залучену до збору цих важливих сільськогосподарських даних. Якщо задіяна ручна праця, нам доводиться розміщувати кілька тисяч персоналу на різних сільськогосподарських об'єктах, щоб збирати нудні показники кожен день, і ми не будемо впевнені в цілісності даних, оскільки ми люди, ми можемо стати інертними і можемо маніпулювати даними, які можуть підштовхувати експертні висновки в неправильному напрямку. Діаграма зв'язків вказана на рисунку 2.2.2.

Використовуючи IoT, ми можемо безпосередньо відправляти зібрані дані на платформу в режимі реального часу. Оскільки ми автоматизували збір дат, цілісність даних забезпечується, а оскільки обробка даних здійснюється за допомогою хмарної платформи, експерти можуть отримати вдосконалені аналітичні програмні засоби для отримання найбільш точних прогнозів.

Для розробки алгоритму необхідно розуміти фізичну складову системи Агроном. Сюди входить :

1. Arduino Uno;

2. Аналоговий датчик вологості ґрунту;
3. DHT11 Цифровий датчик температури та вологості;
4. Модуль газового датчика якості повітря MQ-135;
5. РК-дисплей 16 × 2, буквено-цифровий дисплей;
6. Перемички ;
7. Модуль GSM-модему для Arduino;
8. Батареї;
9. Двигун для помпи;

Функціонально схема пристрою складається з 5-х основних блоків: перший блок вимірює показники за допомогою датчиків , другий блок зчитує ці значення з виходу датчика і перетворює їх в данні для передачі на хмарну платформу та за допомогою СМС на телефон, а третій блок відображає значення показників на хмарній платформі у вигляді візуалізації даних з відповідним показником. 5 блоку це реакція на показники та їх рівень, якщо показники занижкі то платформа реагує на це і запускає систему полива, тобто мотор. Функціональний взаємозв'язок цих блоків представлена на рисунку 2.1.

Використання двигуна та смс відносно показників прописано на апаратній платформі в той час, як візуалізація лише за допомогою хмарної платформи.

Алгоритм роботи реакції на показник температури показано в додатку А, а взаємо зв'язок датчиків/даних та платформи в додатку Б.

2.3 Датчики в системі «Агроном»

Усі данні надходять з датчиків та оброблюються на апаратній платформі чи візуалізуються на хмарній платформі. Більш детально про данні, що надходять з датчиків.

Якщо будь-яке із значень датчика переходить певний заздалегідь визначений поріг, тоді зумер включається, щоб повідомити користувача. Одне

реле підключено - до водяного насоса. Якщо рівень вологості ґрунту низький, тоді водяний насос включається контролером Arduino, щоб забезпечити водою посіви. За статусом врожаю можна дистанційно контролювати за допомогою віддаленої платформи ІОТ. Якщо рівень вологості ґрунту низький, тоді водяний насос включається контролером Arduino, щоб забезпечити водою посіви. За статусом врожаю можна дистанційно контролювати за допомогою віддаленої платформи ІОТ. Алгоритм зв'язків датчиків вказано на рисунку 2.3.1.

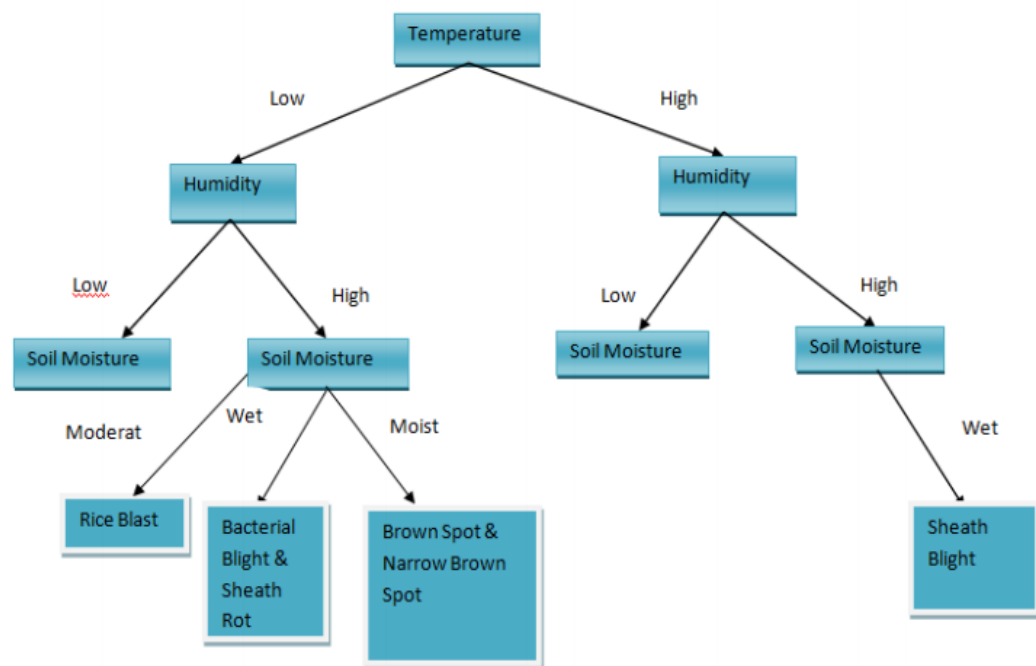


Рисунок 2.3.1 Алгоритм взаємозв'язків датчиків

1.6.1 Датчик газу

Багатьом менш відомий факт, що рослинам і деревам потрібне свіже повітря для живлення та росту. Забруднене повітря змусить рослини хворіти, і ми можемо отримати не найкращу якість фруктів та овочів. Забруднене повітря може також зробити посіви менш імунітетом до хвороб та клопів.

Отже, якість повітря є дуже важливим параметром для оцінки зростання врожаю, для цього ми використовуємо датчик якості повітря MQ 135. MQ 135

постачається з пробивною платою, як показано, і має 4 термінали, і ми збираємось використовувати лише 3 з них Vcc, GND і Aout, що є аналоговим виходом датчика, Dout тут немає.

Коли MQ 135 виявляє токсичні гази, значення аналогового виходу збільшується і навпаки. Аналоговий вихід перетворюється у 10-бітове цифрове значення і перетворюється у відсоток із 100. Основним недоліком датчика MQ135 є те, що він не може сказати, який газ забруднювача виявлено. MQ-135 зможе дати правильний вихід, лише коли датчик досягне оптимальної температури. Під час роботи датчик буде залишатися нагрітим, і його оптимальна температура займе близько 5 хвилин. Датчик газу зображений на рисунку 2.3.1.1.



Рисунок 2.3.1.1 Датчик газу

1.6.2 Датчик температури та вологості:

Рослини еволюціонували так, щоб вони чутливі до температури та вологості так само, як починається людина чи будь-яке інше життя. Ми готуємо себе до майбутньої зими чи літа або сезону дощів, щоб нам було комфортно. Подібним чином рослини готуються до майбутніх сезонів або для того, щоб пристосувати їх до найгіршого, або процвітати фруктами та квітами.

Тож температура та вологість є важливими факторами при вирішенні питання про те, коли культури та фрукти будуть готові до обробки або почнуть давати урожай. Цей параметр вимірюється цифровим датчиком під назвою DHT11, який може вимірювати як температуру, так і вологість.

Датчики DHT11 постачаються від декількох різних виробників, і їх конфігурація контактів може відрізнитися від тієї, яка показана на рисунку 2.1.1 . Отже, ваше завдання знайти правильні штифти (Vcc, GND та вихід) для датчика DHT11(Рисунок 2.3.2.1).

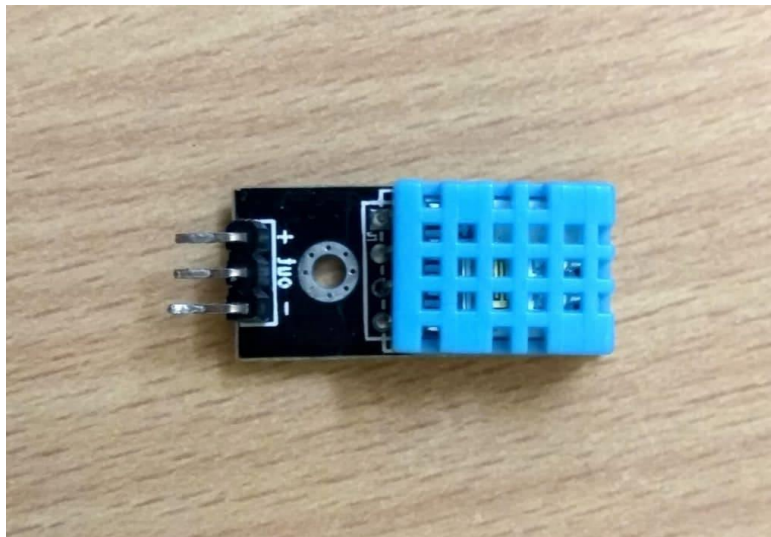


Рисунок 2.3.2.1 Датчик DHT11

1.6.3 Датчик вологості ґрунту

Рослини містять 90% води. Кількість необхідної води варіюється від рослини до рослини. Кількість води, яку потрібно зрошувати щодня, також змінюється; це залежить від того, наскільки ґрунт може утримувати вологу, поточний сезон, температуру та вологість, як згадувалося на початку цього допису.

Багато фермерів зрошують свої врожаї здебільшого достатньо, щоб лише бути впевненими, що всі їхні культури отримують достатню кількість води; це призведе до неефективного управління водою.

Вологість ґрунту можна виміряти за допомогою зображеного датчика, який має два зубці (електроди), які слід вставити на верхній шар ґрунту. Це аналоговий датчик, який виводить аналогові значення на Arduino.

Ми збираємось використовувати лише аналоговий вихід цього датчика, як і інші згадані тут аналогові датчики; вихід перетворюється на 10-бітове цифрове значення і, нарешті, у відсоток із 100.

0% означає, що ґрунт сухий 100% означає, що ґрунт вологий. Але за допомогою цього датчика ми виявили, що десь від 50% до 70% показника ґрунт був повністю вологим .

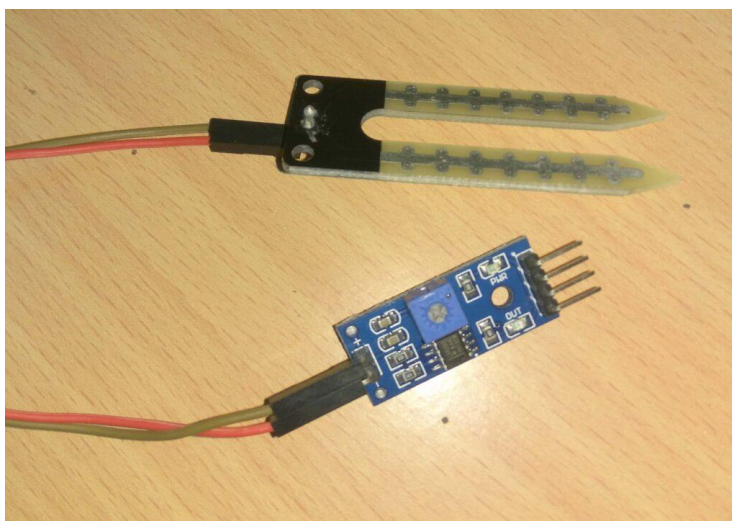


Рисунок 2.3.3.1 Датчик вологості

При моделюванні використовуються показники , що є середніми для зернових культур. Рівень кислотності ґрунту (рН) є одним з найбільш великих фактів з культур . Зернові культури мають в певну межу по рН поглинання . Деякі культури не можуть рости при високому рівні рН, а деякі не можуть отримувати низький рівень рН . Температура є дуже важливим фактом для будь-якого виду з культур . При 0-10 ° по Цельсію температури фотосинтезу зменшується при вигляді величезної швидкості . Вище 40 ° по Цельсію , що ферменти , які вихідний сигнал перенесення фотосинтез втрачають свою форму і в фотосинтезі швидкість знижується швидко . На 10-20 градусів по Цельсію , то процес фотосинтезу і вироблення ферментів йде добре . Коли температура піднімається швидкість також збільшується . Якщо є це досить води в ґрунті , то це добре , але коли рівень вода є низьким , то це може заподіяти шкоду для тих культур . При 0 ° по Цельсію частота обміну стає дуже повільним і при 0-30 ° по Цельсію частота обміну рослин , стає високою. В основному при 20-30 ° температури частота обміну йде добре. Датчик вологості зображений на рисунку 2.3.3.1.

2.4 Алгоритм обробки даних з датчику вологості

Датчик вологості вимірює значення вологості ґрунту, а потім перетворює це значення з 0-5В на 0-1023. Потім датчик вологості відправляє перетворене значення в Arduino. Після отримання значення датчика вологості Arduino перевіряє ці значення відповідно до коду і приймає рішення, подавати воду чи ні. У цьому розділі описаний алгоритм прогнозування води, щоб отримати точний результат. Цей алгоритм запрограмований у мікроконтролері, як показано на малюнку 2.4.1. У першому рівнянні, де TAW - це загальна доступна кількість ґрунтової води в корені рослини, $FFFF$ - рівень води при місткості поля для ґрунту, $WWWW$ - рівень води в точці в'янення рослини [mm^3 / mm^3], RD - глибина вкорінення [м]. У другому рівнянні коефіцієнт виснаження вологості ґрунту, $FFFF$ - рівень води в ґрунті при місткості поля [mm^3 / mm^3], $WWWW$ - рівень води в ґрунті в точці в'янення рослини [mm^3 / mm^3], поточна вологість ґрунту [mm^3 / mm^3]. У третьому рівнянні, де $dddddddd$ поточна чиста кількість зрошення [мм], $SSSS$ поточна вологість ґрунту [mm^3 / mm^3], RD - глибина кореня [м]. У четвертому рівнянні, де $dddddddddddd$ - загальна витрачена вода [мм], $dddddddd$ - відсоток $dddddddddddd$ і дійсно потрібна рослині [мм], $EEEE^\circ$ - еталонна випаровування [мм / добу]. У п'ятому рівнянні, де CWR - це потреба у воді в сільськогосподарських культурах [мм / добу], Kc - коефіцієнт врожаю, ETo - еталонний рівень випаровування [мм / добу]. У шостому рівнянні, де CWR - потреба у воді в сільськогосподарських культурах [мм / добу], Kc - коефіцієнт врожаю, ETo - еталонне випаровування [мм / добу]. У сьомому рівнянні, де IF - частота зрошення, $SSSS$ - вологість ґрунту [mm^3 / mm^3], $dddddddd$ - чиста потреба у зрошенні [мм]. У восьмим рівнянні, де Π - інтервал зрошення (день), $dddddddd$ - чисте зрошення [мм], CWR - потреба у воді [мм / день] [21]. Нарешті, у дев'ятому рівнянні, де T - час зрошення [хвилини], $dddddddd$ -

чисте зрошення [мм], q - швидкість випуску сопла [л / с], N - кількість форсунок, E - ефективність системи, а для краплинного зрошення = 90 % . Ми проаналізували деякі види ґрунтів з різних місць, що показано на рисунку 2.4.2. Ми побачили, що коли значення перевищує 700, ґрунт сухий, тому ми програмуємо програму таким чином, щоб насос запускався автоматично, коли значення вологи перевищує 700. Датчик температури вимірює значення температури ґрунту, а потім Arduino перетворює це значення з 0 -5V до 0-1023, а потім перетворює його в градуси Цельсія. Отримавши значення температури, Arduino показує це значення на РК-дисплеї та відправляє їх у хмару для подальшого аналізу. Ми використали бібліотеку для перетворення цього значення у градуси Цельсія. Для вимірювання значення рН ґрунту використовується квадратне рівняння $aaaxx^2 + bbbb + cc$. Лінійне рівняння не настільки добре для підтримки рН. Квадратична формула має a , b та c з $yy = aaaxx^2 + bbbb + cc$, де вони є "числовими коефіцієнтами" квадратного рівняння. Я вирішив це квадратичне рівняння, взявши рН 4,6,10 (отримана напруга близько 4,45 В, 3,96 В, 3,48 В) як стандартне значення.

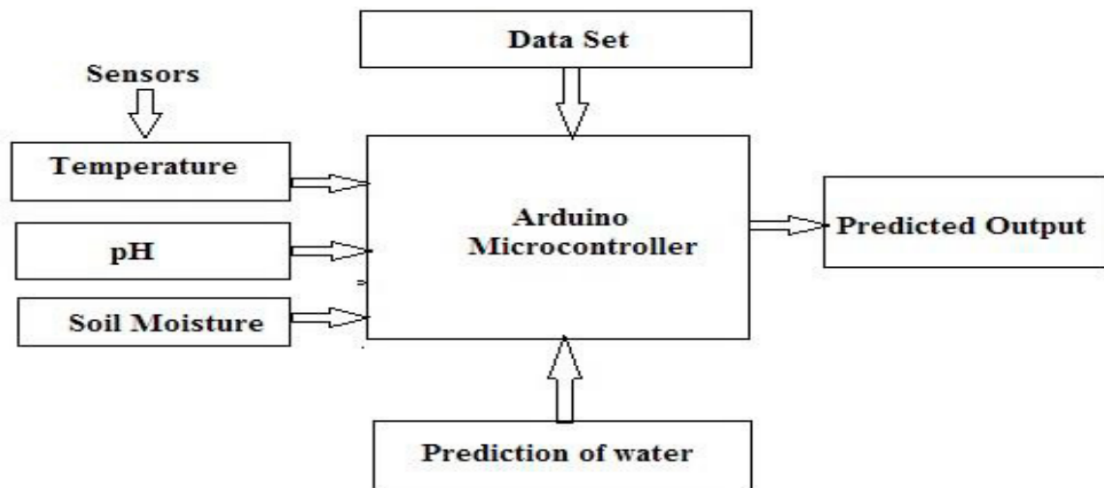


Рисунок 2.4.1 Схема підключення сенсорів

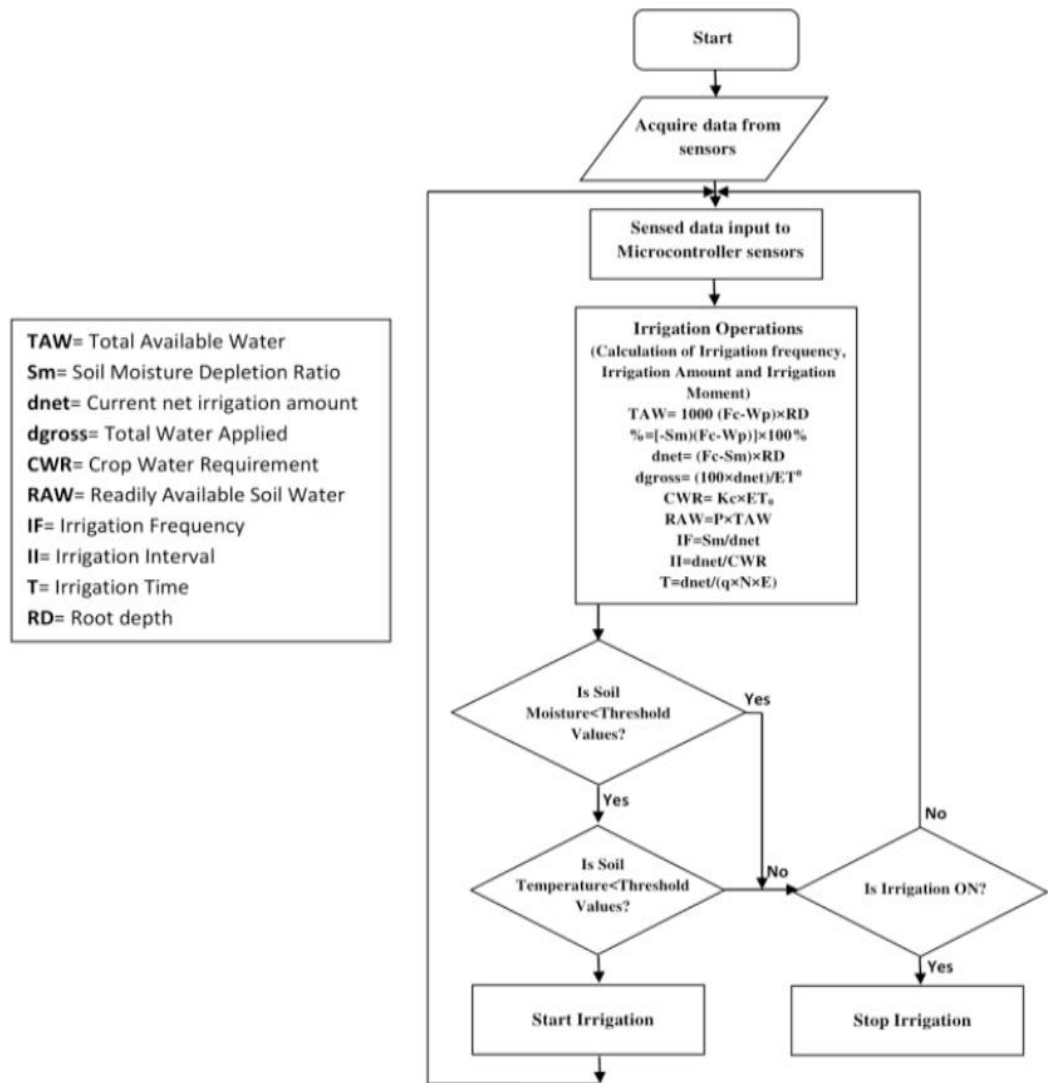


Рисунок 2.4.2 Алгоритм роботи датчику вологості та помпи

2.5 Матеріальне, апаратне забезпечення програмне забезпечення

Беручи до уваги різні концепції та апаратні частини, я вирішив зупинити свій вибір на масштабовуваності .

Для розрахунків будуть використовуватись ринкові ціни на всі модульні частини, що враховані в концепції в розділі 3.1. За основу береться поле в 10 га для легкої масштабованості .

Таблиця 2.5 Розрахунок вартості системи	
Arduino	50-60\$

GSM	35\$
Датчик вологості + (G1-2, в 900 кГц.)+ акумулятор.	1-3\$+2\$+10\$
Двигун	15\$
Кристалічний осцилятор	9\$
Датчик газу	2\$+2\$+10\$
Конденсатори	5\$
Кабелі та з'єднувачі	4\$
PCB and Breadboards	13\$
Трансформатор / адаптер	15\$
Вимикач	6\$
battery / outlet	20\$

При загальній концепції, що вказана в розділі 2.1, та при виборі хмарної платформи, що надає безкоштовні функції та аналіз і візуалізацію даних, інфраструктура є незатратною, що є найголовнішою ланкою, таблиця 2.5. Енергозатрати системи малі через використання, проте це підвищило цінову політику проекту. В довготривалій перспективі це окупиться, через меншу затрату людського ресурсу та закупку акумуляторів низького заряду та надає велику перевагу при масштабованості через те, що апаратна платформа може отримувати дані з датчиків на 15га. Єдина частина системи, потребує великого заряду, а саме апаратна платформа та GSM модулі.

Найбільшою метою цього проекту є створення простої, дешевої, в основному системи, заснованої на Arduino, для спостереження за значеннями параметрів навколишнього середовища, які одиниці площі нескінченно оновлюються та контролюються, щоб забезпечити оптимальний ріст рослин і врожайність., датчик вологості ґрунту, датчик LDR та датчик шкали рН полягає в тому, що основні датчики, що використовуються в цьому проекті, пропонують точну ціну температури, вологості, рівня інтенсивності та шкали

pH ґрунту. Одиниця вимірювання всіх параметрів навколишнього середовища надсилається на мобільний телефон за допомогою смс та на хмарну платформу. Електронне обладнання GSM (Глобальна система мобільного зв'язку) використовується для надсилання SMS (служба коротких повідомлень), що відображає поточний стан параметрів навколишнього середовища. SMS передається користувачеві, як тільки значення сенсорного елемента перевищує окреслений рівень. Усі фермери контролюватимуть своє сільське господарство з будь-якого місця, знаючи в будь-який час стан їхніх параметрів земельної ділянки, і що вони будуть керувати приводом (мотопомпою) для регулювання параметрів навколишнього середовища за допомогою причинно-наслідкового повідомлення. .

3. РЕАЛІЗАЦІЯ РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІОТ РІШЕННЯ

3.1 Реалізація апаратної концепції агроном.

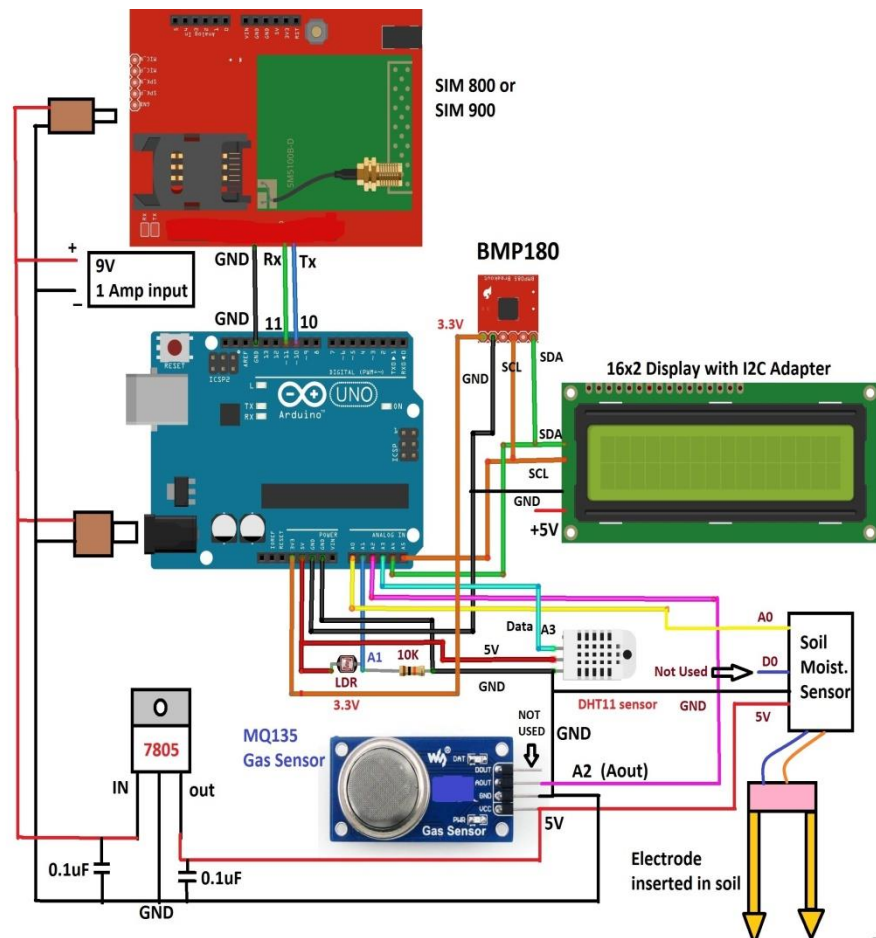


Рисунок 3.1 Принципова схема побудови апаратної платформи

Принципова схема, що зображена на рисунку 3.1., є само собою зрозумілою. На плату повинно подаватись від 9В до 12В принаймні 1 ампер. Тут використовується ІС 7805 для забезпечення живлення нагрівального елемента датчика MQ135, який споживає близько 150 мА.

РК-дисплей пов'язаний з адаптером I2C, тому до схеми схеми підключено лише 4 дроти.

3.1.1 Підключення датчику DHT11

Датчики DHT11 - дуже популярні в середовищі Ардуіно і часто використовуються в проектах метеостанцій і розумного будинку. У цьому розділі ми розглянемо підключення датчику до нашої платформи, які бібліотеки

використовувати для написання коду. Даний датчик не виділяється особливим швидкодією і точністю, але вони прості у використанні, їх можна сміливо використовувати в моєму проєкті через доступність і невисоку ціну.

Датчик складається з двох частин - ємнісного датчика температури і гігрометра. Перший використовується для вимірювання температури, другий - для вологості повітря. Що знаходиться всередині чіп може виконувати аналого-цифрові перетворення і видавати цифровий сигнал, який зчитується за допомогою мікроконтролера.

У більшості випадків DHT11 доступний в двох варіантах: як окремий датчик у вигляді пластикового корпусу з металевими контактами або як готовий модуль з датчиком і припаяними елементами об'язки. Другий варіант набагато простіше використовувати в реальних проєктах і вкрай рекомендується для початківців.

Характеристики датчику DHT11:

- Струм - 2,5 мА (максимальне значення при перетворенні даних);
- Вимірює вологість в діапазоні від 20% до 80%. Похибка може складати до 5%;
- Застосовується при вимірюванні температури в інтервалі від 0 до 50 градусів (точність - 2%)
- Габаритні розміри: 15,5 мм довжина; 12 мм широта; 5,5 мм висота;
- Живлення - від 3 до 5 Вольт;
- Одне вимір в одиницю часу (секунду). Тобто, частота становить 1 Гц;
- 4 коннектора. Між сусідніми відстань в 0,1 ".

Для підключення DHT11 до Arduino Uno необхідно:

- Плата Arduino (або інший мікроконтролер, що підтримує таймінг в мікросекундах);
- Монтажна (макетна плата);

- Підлягаючий резистор номіналом в 10 кОм;
- Світлодіоди.

Підключення до Arduino датчику: підключаємо VCC до +5, GND - до землі, третій контакт - до будь-якого вільного піну на платі Arduino. Таким чином підключаємо датчик до плати Arduino Uno Підключення модуля датчика виробляється за наступною схемою:

Таблиця 3.1.1 Характеристики підключення датчику DHT11

Датчик DHT11	Arduino
+	+ 5V
out	ПІН
-	GND

Для правильної роботи датчика було припаяно резистор на 10 кОм між виходами сигналу і живлення.

Перед написанням коду переконаємося, що у нас встановлена бібліотека для роботи з датчиками вологості і температури . Завантажити її можна за посиланням <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library> . Завантажиться папка під назвою «DHT-sensor-library-master». Її необхідно перейменувати в DHT і перемістити в папку libraries, що знаходиться в кореневій папці Arduino IDE. Далі завантажимо код на саму платформу(Код та завантаження коду розділ 4.1). Схема підключення зображена на рисунку 3.1.1 .

3.1.2 Підключення датчику газу

Датчик газу MQ-135 - це датчик якості повітря для виявлення широкого спектра газів, включаючи NH₃, NO_x, спирт, бензол, дим і CO₂. Датчик MQ-135 можна придбати як в вигляді модуля, так і просто як датчик. У цьому проекті ми використовуємо сенсорний модуль MQ-135 для вимірювання концентрації CO₂ в PPM. Принципова схема плати модуля MQ-135 приведена далі.

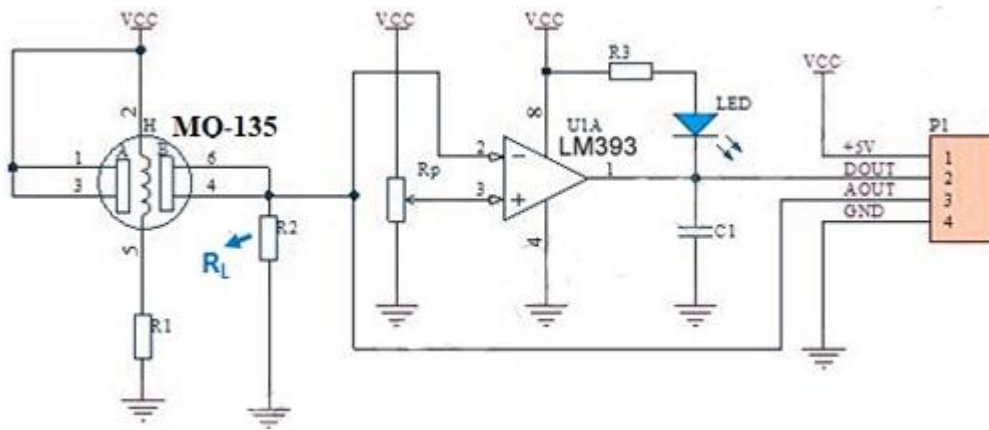


Рисунок 3.1.2.1 Схема датчику MQ-135

Навантажувальний резистор R_L грає дуже важливу роль в забезпеченні роботи датчика. Цей резистор змінює своє значення опору в залежності від концентрації газу. Згідно з документацією на MQ-135, опір навантажувального резистора може перебувати в діапазоні від 10 кОм до 47 кОм. У документації рекомендується відкалібрувати детектор на концентрацію 100 ppm NH_3 або 50 ppm спирту в повітрі і використовувати значення опору навантаження (R_L) близько 20 кОм. За замовчуванням на платі варто значення цього резистора 1 кОм. Датчик газу MQ-135 підключається до керуючої платформи по 5 проводам. Для підключення використовуються два трьохпровідний шлейфу .

Технічні характеристики газоаналізатора:

- напруга живлення: 5V;
- час прогріву: близько 1 хв;
- споживаний струм: 130-150 мА;
- діапазон робочих температур: -10 ... 45 ° C;
- вихідний сигнал TTL рівня;
- габарити: 35 x 20 x 21 мм;
- вага: близько 10 м

Підключення модуля датчика виробляється за схемою, що вказана в таблиці 3.1.2.

Таблиця 3.1.2 Характеристики підключення датчику MQ-135

Датчик MQ-135	Arduino
+	+ 5V
out	ПІН
-	GND

З метою розширення можливостей компілювання і звичайно для удосконалення проектів, можна скористатися спеціалізованим ПО - бібліотекою TroykaMQ. Її необхідно завантажити та інсталиувати в папку директорії libraries. <https://github.com/amperka/TroykaMQ>. Далі завантажимо код на саму платформу(Код та завантаження коду розділ 4.1). Схема підключення зображена на рисунку 3.1.2.1 .

3.1.3 Датчик вологості ґрунту

Модуль складається з двох частин: контактної щупа YL-69 і датчика YL-38, в комплекті йдуть дроти для підключення .. Між двома електродами щупа YL-69 створюється невелика напруга. Якщо ґрунт сухий, опір великий і струм буде менше. Якщо земля волога - опір менше, ток - трохи більше. За підсумковим аналоговому сигналу можна судити про ступінь вологості. Щуп YL-69 з'єднаний з датчиком YL-38 по двох проводах. Крім контактів з'єднання з щупом, датчик YL-38 має чотири контакти для підключення до контролера. Підключення датчику згідно таблиці 3.1.3.

Таблиця 3.1.3 Характеристики підключення датчику вологості ґрунту

Датчик вологості ґрунту	Arduino
аналогове значення	A0
D0	цифрове значення рівня вологості
-	GND

Датчик YL-38 побудований на основі компаратора LM393, який видає напругу на вихід D0 за принципом: вологий ґрунт - низький логічний рівень, сухий ґрунт - високий логічний рівень. Рівень визначається граничним значенням, яке можна регулювати за допомогою потенціометра. На висновок A0 подається аналогове значення, яке можна передавати в контролер для подальшої обробки, аналізу і прийняття рішень. Датчик YL-38 має два світлодіоди, що сигналізують про наявність надходить на датчик харчування і рівня цифрового сигналу на виході D0. Наявність цифрового виводу D0 і світлодіода рівня D0 дозволяє використовувати модуль автономно, без підключення до контролера.

- Технічні характеристики модуля
- Напруга живлення: 3.3-5 В;
- Струм споживання 35 мА;
- Вихід: цифровий та аналоговий;
- Розмір модуля: 16 × 30 мм;
- Розмір щупа: 20 × 60 мм;
- Загальна вага: 7.5 м

Аналоговий висновок датчика підключений до аналогового входу Arduino, який являє собою аналого-цифровий перетворювач (АЦП) з дозволом 10 біт, що дозволяє на виході отримувати значення від 0 до 1023. Значення змінних для повного поливу (minvalue) і сильної сухості ґрунту (maxvalue) отримаємо експериментально. Більшій сухості ґрунту відповідає більше значення аналогового сигналу. На модулі датчика розташовані компаратор і потенціометр. Працює все наступним чином: за допомогою потенціометра ми встановлюємо граничне значення нашого датчика. FC-28 порівнює значення з граничним, і після цього відправляє значення в Arduino. Припустимо, значення датчика вище порогового, в такому випадку датчик вологості ґрунту на Arduino передає 5V, якщо менше - 0V. Все дуже просто, але більш точні значення - у

аналогового режиму, тому рекомендується використовувати його. Схема підключення зображена на рисунку 3.1.1 .

3.1.4 Підключення Монітору

Адаптер на чіпі PCF8574 дозволяє підключити LCD дисплей 1602 або 2004 до шини I2C (ІІС) , після чого для управління дисплеєм буде використовуватися лише 2 дроти замість 6 або 10.

Також на платі є підлаштування резистор для регулювання контрастності зображення і джампер для включення / вимикання підсвічування.

Для роботи з Arduino потрібна окрема бібліотека, а саме - LiquidCrystal_I2C1602V1. Підключення монітору зображено на рисунку 3.2.4.1. Підключення на загальній схемі зображена на рисунку 3.1.1 Контакти для підключення вказані в таблиці 3.1.4.

Таблиця 3.1.4 Характеристики підключення Монітору

Arduino Uno	LCD i2c
GND	GND
3.3V	VCC
A4	SDA
A5	SCL



Рисунок 3.2.4.1 Підключення LCD дисплею

3.2 Використання протоколу LoRaWAN

Використання протоколу необхідне лише при використанні розосередження датчиків на полі на великій відстані. При використанні даного методу до апаратної платформи приєднується модуль LoRaWAN, а на датчики, що будуть у полі поєднуються радіопередавачі на частоті LoRaWAN.

LoRaWAN - це вдосконалена або, іншими словами, більш вдосконалена версія LoRa. Отже, LoRa - це коротка форма для Long Range. Як випливає з назви, LoRa - це протокол зв'язку на основі радіочастот, який використовується для передачі даних на великі відстані, конкретні на сотні кілометрів, споживаючи дуже мало енергії. Зафіксовано, що найдовший діапазон передачі даних за допомогою LoRa становить приблизно 700 км, але в цьому експерименті намагалися наблизити умови до ідеальних. Ви можете прочитати про цей експеримент звідси. У звичайних умовах я спостерігав діапазон близько 8 км з комфортом, який все ще дуже високий. Ці два властивості роблять LoRa особливим. Як зазначалося вище, він працює на смугах частот, які потрапляють в діапазон радіочастот. Він використовує безліцензійні діапазони радіочастот під гігагерц, такі як 433 МГц, 868 МГц, 915 МГц та 923 МГц, залежно від місця, де ми його використовуємо.

Він базується на методах модуляції розширеного спектру, отриманих із технології розширеного спектру чірпінгу (CSS), і не є платною мережею, як стільникова мережа. Є багато модулів LoRa, які ми можемо використовувати для передачі та прийому даних за допомогою LoRa, вони також можуть працювати в режимі "точка-точка" або в режимі трансляції, але дані залишатимуться лише в цих вузлах LoRa та мережі, що складається цих вузлів. Якщо ми хочемо отримати дані десь поза мережею, ми не можемо зробити це, використовуючи лише LoRa. Саме тут нам потрібен

LoRaWAN. У LoRaWAN ми з'єднуємо технологію LoRa з будь-якою іншою технологією, такою як Wi-Fi, Інтернет тощо через шлюз. Це значно покращує можливості LoRa. Деякі переваги та недоліки LoRa: -

Переваги:

- Великий діапазон: пристрої LoRa можуть передавати сигнали на відстані від 1 км до 10 км.
- Низька потужність: кінцеві вузли LoRa прокидаються лише у визначений час, що може продовжити час автономної роботи. Кінцеві вузли акумуляторів можуть прослужити 5-10 років.
- Низька вартість: Працюйте на вільних частотах та не вимагайте попередніх ліцензійних витрат на використання цієї технології. б) Простота розгортання: проста архітектура мережі та її легко розгорнути самостійно.

LoRaWAN - це коротка форма широкомасштабної мережі, заснованої на LoRa. Кожного разу, коли ми використовуємо LoRa, поєднуючи його з будь-якими іншими технологіями, такими як Інтернет,. Простими словами, ми пов'язуємо нашу мережу LoRa з Інтернетом або будь-якою іншою технологією. Ви можете подумати, як би мережа LoRa була підключена до Інтернету. Відповідь на це запитання полягає у використанні шлюзу LoRaWAN. . Мережева архітектура LoRaWAN розгорнута в топології "зірка зірок", в якій шлюзи передають повідомлення між кінцевими пристроями та центральним мережевим сервером. Шлюзи підключені до мережевого сервера, що в нашому випадку модуль LoRa для апаратної платформи, за допомогою стандартних IP-з'єднань і діють як прозорий міст, просто перетворюючи RF-пакети в IP-пакети і навпаки. Бездротовий зв'язок використовує характеристики далекого діапазону фізичного рівня LoRa, дозволяючи односкачковий зв'язок між кінцевим пристроєм та одним або багатьма шлюзами. Усі режими здатні здійснювати двонаправлений зв'язок, і існує підтримка багатоадресних адресних груп для ефективного

використання спектра під час таких завдань, як оновлення мікропрограми в ефірі (FOTA) або інші повідомлення масового розподілу.

Вузол LoRa зазвичай працює від акумулятора і складається з радіомодуля та мікропроцесора. Мікропроцесор використовується для зчитування даних з датчика та надсилання їх в ефір через радіомодуль, який потім отримує шлюз LoRa. Шлюз LoRa також має радіомодуль і мікропроцесор, але зазвичай працює від мережі змінного струму, оскільки їм потрібно більше енергії. Один шлюз LoRa може слухати декілька вузлів LoRa, тоді як один вузол LoRa також може надсилати інформацію на кілька шлюзів, таким чином інформація з вузла буде забиратися шлюзом, не втрачаючись. Коли ідентифікатор інформації надсилається з вузла на шлюз, він називається висхідною лінією, а коли він надсилається з шлюзу на вузол, він називається як посилення вниз.

Модуль LoRa складається з 16 штифтів з 8 штифтами на кожній стороні. З цих 16 висновків шість використовуються виводами GPIO в діапазоні від DIO0 до DIO5, а чотири - заземленими. Модуль працює від напруги 3,3 В, отже, 3,3 В контакт на LoRa підключений до 3,3 В контакту на платі Arduino UNO. Потім ми підключаємо штифт SPI на LoRa до штифтів SPI на платі Arduino, як показано вище. Ви також можете скористатися таблицею нижче, щоб переконатися, що підключення виконано правильно. Схема підключення модулю до апаратної платформи зображено на рисунку 3.2.1. Підключення до апаратної платформи згідно до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Підключення до паратної платформи Модулю LoRa	
Модуль LoRa SX1278	Правління Arduino UNO
3,3 В	3,3 В

Gnd	Gnd
En / Nss	D10
G0 / DIO0	D2
SCK	D13
MISO	D12
MOSI	D11
RST	D9

Для передавальної сторони ми будемо використовувати Arduino UNO(наша платформа) з нашим модулем LoRa . Схема підключення Arduino UNO до LoRa показана на рисунку 3.2.1.

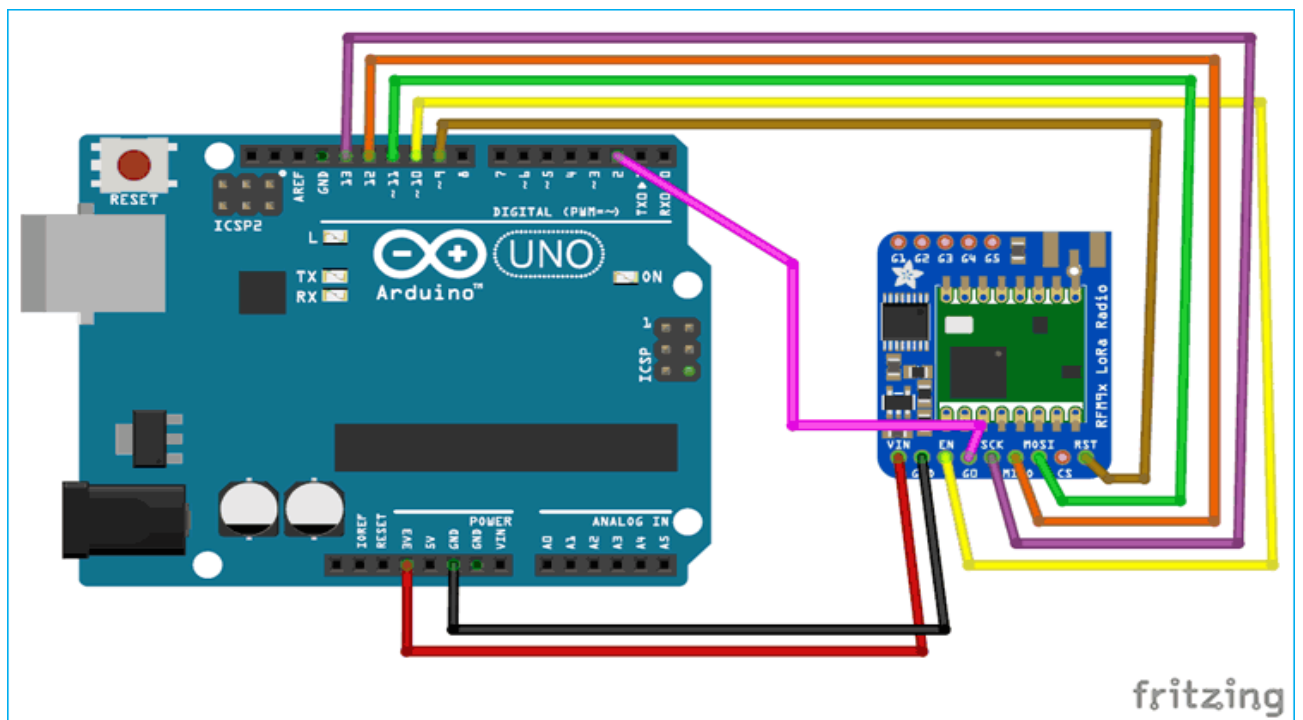


Рисунок 3.2.1 Підключення модуля LoraWan

Я використовував з'єднувальні дроти для встановлення зв'язку між Arduino UNO та модулем LoRa . Налаштування виглядає приблизно так, як показано нижче. Вся установка може харчуватися від банку потужності , щоб зробити його портативним , щоб перевірити діапазон. Зв'язки майже залишаються незмінними, за винятком однієї незначної зміни. 3.3V контактного модуля Lora не харчуються від Arduino Nano , але з зовнішнім регулятором 3. . Це пов'язано з тим, що вбудований регулятор на Arduino Nano не може забезпечити достатню кількість струму для роботи модуля LoRa. Крім цього, зв'язки залишаються незмінними.

3.3 Реалізація GSM

У цій кваліфікаційній роботі я використовую GSM-модем для доступу до GPRS-Інтернету, це тому, що наш проект буде розміщений на відкритому повітрі, як посеред сільськогосподарського поля, де надання Wi-Fi може бути важким, і навіть якщо ми встановимо Wi-Fi мережу на відкритому повітрі, кожен зможе зламати мережу. Отже, з цих причин ми використовуємо стільникову мережу для підключення проекту до Інтернету. Для цього я використовую модуль SIM800. Підключення модулю до загальної схеми зображено на рисунку 3.1.1. Зображення самого модулю на рисунку 3.3.1.

Загальна характеристика модулю :

- Чотирьохдіапазонний GSM / GPRS модуль, 850/900/1800/1900 МГц.
- Залежно від версії модему, інтерфейс USB для оновлення програмного забезпечення, UART, FM-radio, Bluetooth, PCM.
- Управління AT командами.
- Вбудований стек TCP / IP, UDP / IP, HTTP, FTP, Email, PING, MMC.
- Позиціонування по базовим станціям..
- Декодування і формування DTMF-тонів.



Рисунок 3.3.1. Модуль SIM800A

Діапазон напруга живлення SIM800, що зображений на рисунку 3.3.1, становить від 3,4 до 4,4 В. Рекомендоване напруга 4,0 В. Модем розрахований на батарейне живлення від однієї Li-Ion банки, напруга 5 вольт не припустима, спроби живити модем від 5 вольт призводить до того, що модем вимикається .

Джерело живлення повинно забезпечувати достатній струм, не менше 2А. Струм модему залежить від режиму його роботи, максимальний пік споживання відбувається при включенні модуля і з'єднанні з базовою станцією. На вхід VBAT настійно рекомендується підключати конденсатор більшої ємності з низький ESR. Споживання електрики не лінійне, відбувається короткими імпульсами, в ці моменти важливо не допустити просідання напруги живлення нижче 3,0 В.

Модем спілкується з мікроконтролером через UART інтерфейсу, на UNO єдиний апаратний UART - це примушує використовувати бібліотеку SoftwareSerial.h як робить потік даних нормальним для цього модему.

Для управління модемом через «монітор порту» в апаратну платформу UNO потрібно скомпілювати та написати код, який транслює дані з «монітора порту» в UART до якого підключений модем. Переконайтесь в правильній швидкості UART інтерфейсу, в налаштуваннях модему, швидкість порту може відрізнитись від стандартної 9600.

Для того, щоб модуль надавав нам доступ до мережі інтернет необхідно налаштування **APN**. APN розшифровується як Ім'я точки доступу - це шлюз між мережею оператора та Інтернетом. Модем GSM або будь-який мобільний пристрій, що має доступ до Інтернету, повинен бути налаштований на APN для представлення бездротового оператора. APN допомагає отримати IP-адресу та вирішує, які протоколи безпеки слід використовувати.

Ми повинні записати правильне ім'я APN для мобільної мережі / SIM-карти, яку ви встановили на GSM-модемі, в кодї програми, лише тоді GSM-модем може отримати доступ до Інтернету та надсилати дані на платформу thingspeak. Схема роботи платформи з модулем зв'язку вказана на рисунку 3.3.2

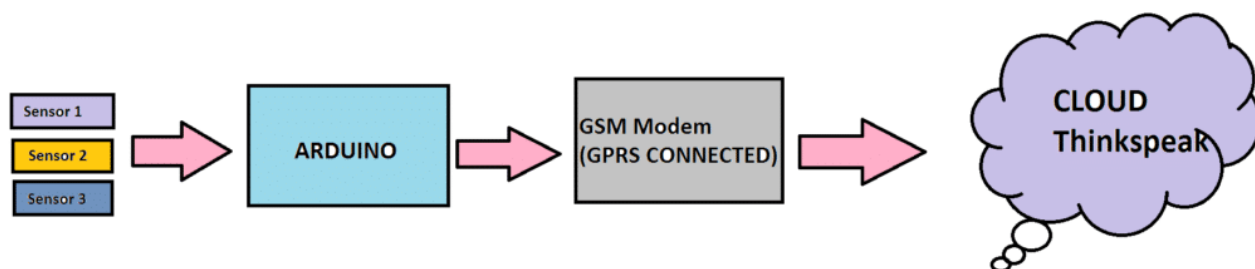


Рисунок 3.3.2 Схема роботи системи на основі модулю GSM

GSM-модем повинен живитись від джерела принаймні 1А струмовою потужністю, не живити його від Arduino.

3.4 ThingSpeak реєстрація проекту

Для ThingSpeak потрібні обліковий запис користувача та канал. Канал - це місце, куди ви надсилаєте дані і де ThingSpeak зберігає дані. Кожен канал має до 8 полів даних, полів розташування та поля стану. Ви можете надсилати дані кожні 15 секунд до ThingSpeak. Пройшовши реєстрацію та вказавши країну, як зображено на рисунку 3.4.1, ми переходимо до створення власного каналу - вибравши «Канали», «Мої канали», а потім «Новий канал». При

створенні каналу йому присвоюється ідентифікатор та видається APIKey, який ми будемо використовувати в коді для передачі інформації за допомогою бібліотек ThingSpeak саме на наш канал. Ключ API API - це приватний ключ, що складається з букв і цифр, який використовується для ідентифікації та запису значень у ваш канал. Цей ключ я не буду вказувати, для підтримки конфіденційності,. Цей ключ API буде вставлений у вказаний код програми.

Оскільки ThingSpeak підтримує до 8 полів даних, проте ми використовуємо лише 5, заповнюємо назви датчиків у ці поля.. Щоб надіслати кілька значень до ThingSpeak з Arduino, використовується ThingSpeak.setField (#, значення) для кожного значення, яке потрібно надіслати, а потім використовуєте ThingSpeak.writeFields (myChannelNumber, myWriteAPIKey), щоб надіслати все в ThingSpeak. Використовуйте приклад ескізу WriteMultipleFields Arduino, щоб надіслати кілька напруг контактів на ThingSpeak.

The image shows a registration form for the ThingSpeak cloud platform. It consists of three input fields, each with a label above it. The first field is labeled 'Location' and contains the text 'Ukraine' with a downward arrow icon on the right. The second field is labeled 'First Name' and contains the text 'Вячеслав' with a green checkmark icon on the right. The third field is labeled 'Last Name' and contains the text 'Бершов' with a green checkmark icon on the right. Below these fields are two buttons: a blue button labeled 'Continue' and a white button with a blue border labeled 'Cancel'.

Рисунок 3.4.1 Реєстрація в клауд платформі

Field 1	Soil Moisture	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 2		<input checked="" type="checkbox"/>
Field 3	Air Quality	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 4	Temperature	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 5	Humidity	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 6	ATM Pressure	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 7		<input type="checkbox"/>

Рисунок 3.4.2 Реєстрація датчиків

[Private View](#)
[Public View](#)
[Channel Settings](#)
[Sharing](#)
[API Keys](#)

Channel Settings

Percentage complete 30%

Channel ID 731861

Name IoT Based Smart Agriculture Monitoring System

Description

Рисунок 3.4.3 Реєстрація каналу

Write API Key

Key

Generate New Write API Key

Рисунок 3.4.4 Апі ключ

3.5 Висновки

Використовуючи вказані в даному розділі механізми та проектні рішення допомагають дуже дешево та нескладно вийти на рішення об'єкту кваліфікаційної роботи. Візуалізація на клауд платформі ThingSpeak допомогою у візуалізацію та обробці інформації. Данна платформа має свій додаток за допомогою якого, данні можна отримати зручно і будь де. Використання протоколу Лораван надає перевагу у зменшені коштів на великій відстані та не потребує великих затрат. Серед особливостей системи:

- 1) Сповіщення SMS
- 2) Збір цінної інформації.
- 3) Детальний аналіз даних
- 4) Економічно ефективний
- 5) Простий у впровадженні

Ідея не лише намагається пом'якшити примітивні техніки(рисунок 3.5.1), пов'язані із сільським господарством, але й служить громаді, відкриваючи нові шляхи працевлаштування. Найголовнішою функцією проекту є моніторинг зростання врожаю за допомогою цифрових засобів. Це забезпечить точні значення різних параметрів, від яких залежить

зростання. Окрім цього, це допоможе фермеру одночасно спостерігати за кількома сільськогосподарськими угіддями. Оскільки більша частина моніторингу проводиться віддалено, це допоможе фермеру отримати інформацію, яка є надзвичайно важливою для бізнесу під час його вільного часу.

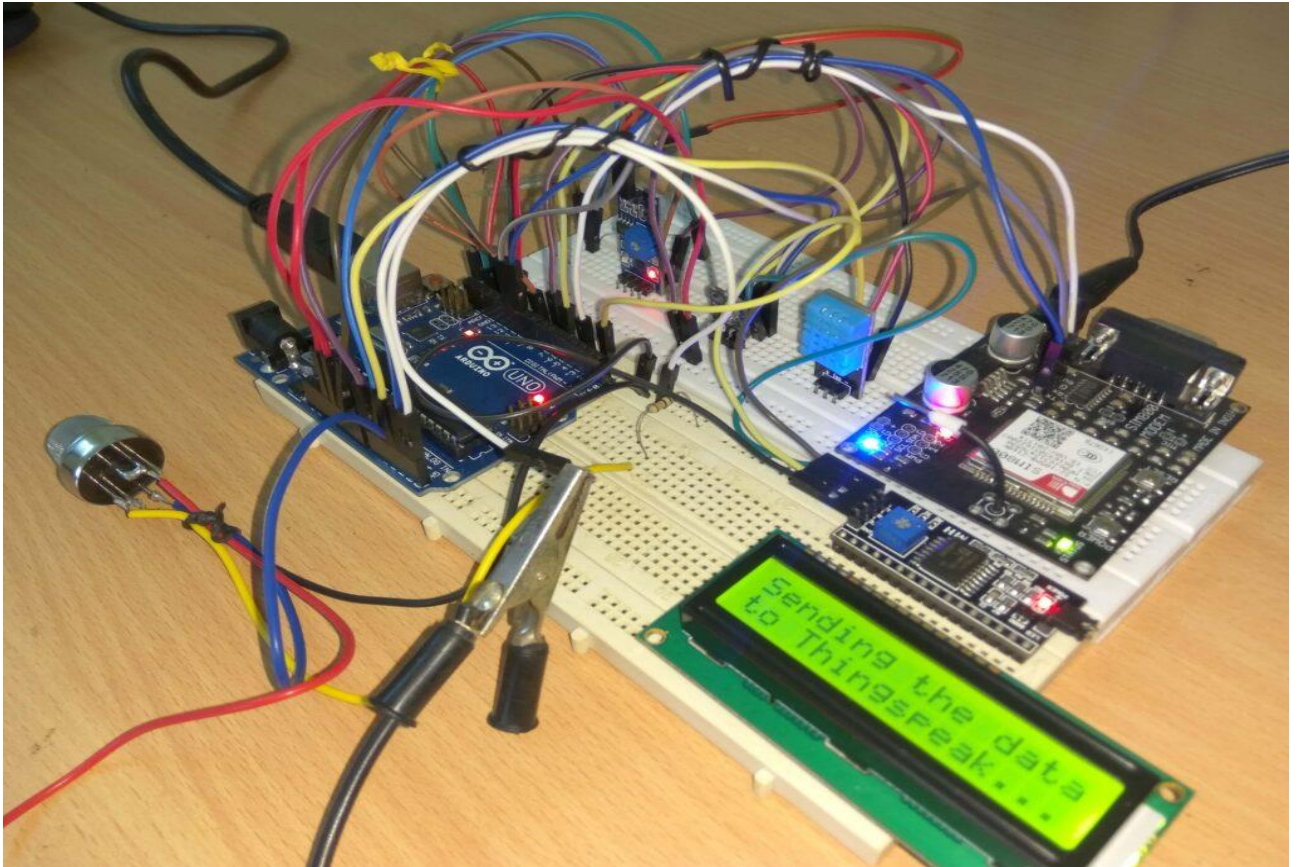


Рисунок 3.5.1 Загальний вигляд апаратної частини

4. . ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

4.1 Програмування апаратної платформи

4.1.1 Підключення датчику DHT11

Підключення датчика Soil Moisture до плати Arduino Mega ми будемо виробляти по аналоговому входу. Харчування для датчика беремо також з плати Arduino.

Завантажимо на плату Arduino код отримання даних з датчика температури DS18B20 і виведення в послідовний порт Arduino. Отримання даних вологості оформимо у вигляді окремої процедури `get_data_soilmoisture()`.

```
# Define INTERVAL_GET_DATA 2000 // інтервалу вимірювань, мс
# define SOILMOISTUREPIN A8 // пін підключення контакту A0
// значення повного поливу
# define MINVALUESOILMOISTURE 220
// значення критичної сухості
# define MAXVALUESOILMOISTURE 900

// змінна для інтервалу вимірювань
unsigned long millis_int1 = 0 ;

void setup ( void ) {
    // запуск послідовного порту
    Serial.begin ( 9600 );
}

void loop ( void ) {
    if ( millis () - millis_int1 >= INTERVAL_GET_DATA ) {
        // отримання даних с датчика SoilMoisture
```

```

float moisture = get_data_soilmoisture ();
// вивід в монітор послідовного порту
Serial.print ( "soilmoisture =" ); Serial.println (moisture);
Serial.println ( "%" );
// старт інтервалу відліку
millis_int1 = millis ();
}
}
// отримання даних з датчика SoilMoisture
float get_data_soilmoisture () {
    // отримання значення з аналогового виведення датчика
    int avalue = analogRead (SOILMOISTUREPIN);
    // масштабується значення в відсотки
    avalue = constrain (avalue, MINVALUESOILMOISTURE,
MAXVALUESOILMOISTURE);
    int moisture = map (avalue, MINVALUESOILMOISTURE,
        MAXVALUESOILMOISTURE, 100 , 0 );
    return ( float ) moisture;
}

```

4.1.2 Підключення датчику газу

Повний код для взаємодії датчика MQ-135 з Arduino наведено далі.

```

#define RLOAD 22.0
#include "MQ135.h"
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64

```

```

#define OLED_MOSI 9
#define OLED_CLK 10
#define OLED_DC 11
#define OLED_CS 12
#define OLED_RESET 13
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT,
    OLED_MOSI, OLED_CLK, OLED_DC, OLED_RESET, OLED_CS);
MQ135 gasSensor = MQ135(A0);
int val;
int sensorPin = A0;
int sensorValue = 0;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(sensorPin, INPUT);
    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC);
    display.clearDisplay();
    display.display();
}
void loop() {
    val = analogRead(A0);
    Serial.print ("raw = ");
    Serial.println (val);
    // float zero = gasSensor.getRZero();
    // Serial.print ("rzero: ");
    //Serial.println (zero);
    float ppm = gasSensor.getPPM();
    Serial.print ("ppm: ");
    Serial.println (ppm);
    display.setTextSize(2);

```

```
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(18,43);
display.println("CO2");
display.setCursor(63,43);
display.println("(PPM)");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(28,5);
display.println(ppm);
display.display();
display.clearDisplay();
delay(2000);
}
```

4.1.3 Датчик вологості ґрунту

Повний код для взаємодії датчика вологості Arduino наведено далі.

```
// контакт підключення аналогового виходу датчика
int aPin = A0;
// контакти підключення світлодіодів індикації
int ledPins [8] = {4,5,6,7,8,9,10,11};
// змінна для збереження значення датчика
int avalue = 0;
// змінна кількості світних світлодіодів
int countled = 8;
// значення повного поливу
int minvalue = 220;
// значення критичної сухості
int maxvalue = 600;
```

```

void setup ()
{
  // ініціалізація послідовного порту
  Serial.begin (9600);
  // настройка висновків індикації світлодіодів
  // в режим OUTPUT
  for (int i = 0; i <8; i ++)
  {
    pinMode (ledPins [i], OUTPUT);
  }
}

void loop ()
{
  // отримання значення з аналогового виведення датчика
  avalue = analogRead (aPin);
  // вивід значення в монітор послідовного порту Arduino
  Serial.print ( "avalue ="); Serial.println (avalue);
  // масштабується значення на 8 світлодіодів
  countled = map (avalue, maxvalue, minvalue, 0,7);
  // індикація рівня вологості
  for (int i = 0; i <8; i ++)
  {
    if (i <= countled)
      digitalWrite (ledPins [i], HIGH); // запалюємо світлодіод
    else
      digitalWrite (ledPins [i], LOW); // гасимо світлодіод
  }
  // пауза перед наступним отриманням значення 1000 мс

```

```
delay (1000);}

```

4.1.4 Програмування для LoRaWAN

Коли обладнання буде готове, ми можемо перейти до IDE Arduino. Для роботи з модулем LoRa за допомогою Arduino ми вже маємо добре побудовану бібліотеку LoRa від Sandeep Mistry . Включимо бібліотеку до нашої IDE Arduino та використаємо приклади ескізів із невеликими змінами, щоб наші модулі LoRa спілкувалися між собою.

Щоб додати бібліотеку, відкрийте Arduino IDE і дотримуйтесь Sketch -> Include Library -> Manage Libraries . Потім “LoRa Radio” і знаходимо бібліотеку, створену Sandeep Mistry, та натисніть на встановити. Після завершення інсталяції .

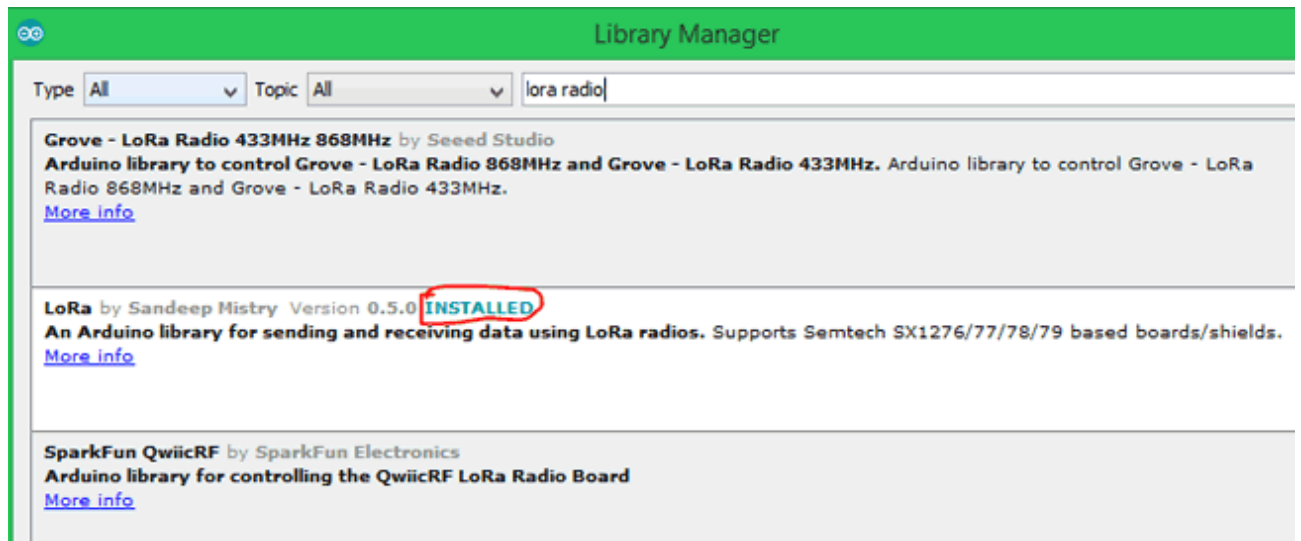
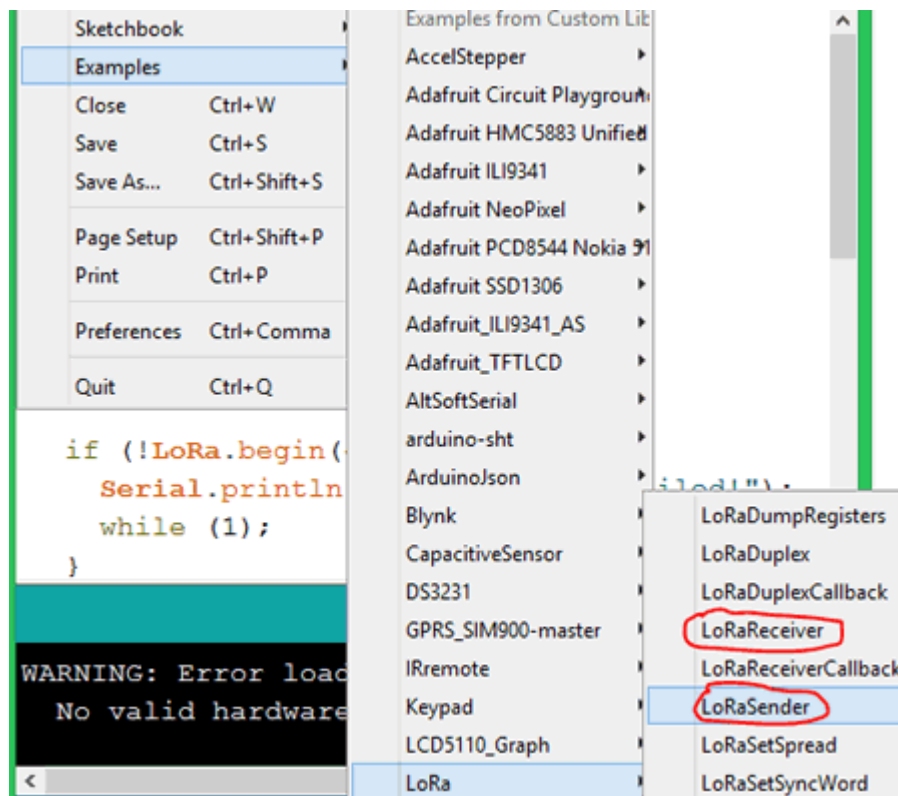


Рисунок 4.1.4.1

Тепер перезапустіть IDE Arduino і відкрийте програму LoRa Example, скориставшись File -> Example -> LoRa, а потім відкрийте LoRa Receiver і LoRa Sender Program, як показано нижче.



Обидві програми також наведені внизу сторінки для довідки . Певна програма сама собою пояснюється. Програма відправника надсилає привіт кожні 5 секунд зі збільшенням значення лічильника. Потім приймач отримує це і друкує на послідовному моніторі зі значенням RSSI.

Одним із важливих рядків, де вам потрібно внести зміни, є функція `LoRa.begin ()` . За замовчуванням програма має “`LoRa.begin (915E6)`”, що означає, що модуль LoRa працює на частоті 915 МГц. Це нормально, якщо ваш модуль насправді 915 МГц, але мій тут працює на частоті 433 МГц, як я вже говорив раніше, тому вам доведеться його змінити, на `LoRa.begin (433E6)`

Код LORA для передавальної сторони

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <LoRa.h>
```

```
int лічильник = 0;
```

```
void setup () {  
    Serial.begin (9600);  
    while (! Серійний);  
  
    Serial.println ("Відправник LoRa");  
  
    if (! LoRa.begin (433E6)) {  
        Serial.println ("Помилка запуску LoRa!");  
        в той час як (1);  
    }  
  
    LoRa.setTxPower (20);  
  
}  
  
void loop () {  
    Serial.print ("Відправка пакета:");  
    Serial.println (лічильник);  
  
    // надсилаємо пакет  
    LoRa.beginPacket ();  
    LoRa.print ("привіт");  
    LoRa.print (лічильник);  
    LoRa.endPacket ();  
  
    лічильник ++;  
  
    затримка (5000);  
}
```

Код LORA для приймача

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

void setup () {
  Serial.begin (9600);
  while (! Серійний);

  Serial.println ("Приймач LoRa");

  if (! LoRa.begin (433E6)) {
    Serial.println ("Помилка запуску LoRa!");
    в той час як (1);
  }
}

void loop () {
  // спробувати проаналізувати пакет
  int packetSize = LoRa.parsePacket ();
  if (packetSize) {
    // отримав пакет
    Serial.print ("Отриманий пакет ");

    // читаємо пакет,
    поки (LoRa.available ()) {
      Serial.print ((char) LoRa.read ());
    }
  }
}
```

```

// друк RSSI пакета
Serial.print ("with RSSI");
Serial.println (LoRa.packetRssi ());
}
}

```

4.1.5 Програмування для передачі даних на ThingSpeak

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <dht.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>
Adafruit_BMP085 bmp;
dht DHT;
Рідкий Кристал_I2C рідкокристалічний (0x27, 16, 2);
SoftwareSerial gsm (10, 11); // RX, TX
#define DHT11_PIN A3
int chk;
int humi = 0;
int temp = 0;
в ґрунті = 0;
int light = 0;
int BMP = 0;
int газ = 0;
логічний НТ;

void setup ()
{

```

```
gsm.begin (9600);
pinMode (A0, INPUT);
pinMode (A1, INPUT);
pinMode (A2, INPUT);
pinMode (A3, INPUT);
lcd.init ();
lcd.backlight ();
lcd.setCursor (0, 0);
lcd.print ( "Будь ласка, Почекайте");
lcd.setCursor (0, 1);
lcd.print ( "60 секунд.");
затримка (20000);
затримка (20000);
затримка (20000);
modem_init ();
data_init ();
internet_init ();
lcd.clear ();
}
```

недійсній цикл ()

```
{
chk = DHT.read11 (DHT11_PIN);
temp = DHT.temperature;
humi = DHT. вологість;
грунт = analogRead (A0);
light = analogRead (A1);
gas = analogRead (A2);
BMP = bmp.readPressure ();
```

```

lcd.clear ();
lcd.setCursor (0, 0);
lcd.print ( "ілрунт:");
грунт = карта (грунт, 0, 1023, 100, 0);
lcd.друж (грунт);
lcd.print ( "%");
lcd.setCursor (0, 1);
lcd.print ( "Світло:");
light = карта (light, 0, 1023, 0, 100);
lcd.print (світло);
lcd.print ( "%");
затримка (3000);
lcd.clear ();
lcd.setCursor (0, 0);
перемикач (chk)
{
    випадок DHTLIB_OK:
        НТ = істина;
        перерва;
    за замовчуванню:
        НТ = помилковості;
        перерва;
}
if (НТ == true)
{
    lcd.print ( "Temp:");
    lcd.print (temp);
    lcd.print ( "* C");
    lcd.setCursor (0, 1);

```

```

    lcd.print ( "вологість:");
    lcd.print (humi);
    lcd.print ( "%");
}
ще
{
    темп = 0;
    хумі = 0;
    lcd.print ( "Temp:");
    lcd.print ( "Немає даних");
    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ( "вологість:");
    lcd.print ( "Немає даних");
}
затримка (3000);
lcd.clear ();
lcd.setCursor (0, 0);
lcd.print ( "Air Qlt:");
газ = карта (газ, 0, 1023, 0, 100);
lcd.друж (газ);
lcd.print ( "%");
lcd.setCursor (0, 1);
lcd.print ( "Тиск:");
if (! bmp.begin ())
{
    lcd.print ( "Немає даних");
    BMP = 0;
}
ще

```

```

{
  lcd.print (BMP);
}
lcd.print ( "Pa");
затримка (3000);
Send_data ();
}

void modem_init ()
{
  Serial.println ( "Будь ласка, Почекаев .....");
  gsm.println ( "AT");
  затримка (1000);
  gsm.println ( "AT + CMGF = 1");
  затримка (1000);
  gsm.println ( "AT + CNMI = 2,2,0,0,0");
  затримка (1000);
}

void data_init ()
{
  Serial.println ( "Будь ласка, Почекаев .....");
  gsm.println ( "AT");
  затримка (1000); затримка (1000);
  gsm.println ( "AT + CPIN?");
  затримка (1000);
  затримка (1000);
  gsm.print ( "AT + SAPBR = 3,1");
  gsm.write ( ',');
}

```

```

gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "contype");
gsm.write ( ' ');
gsm.write ( ',');
gsm.);
gsm.print ( "GPRS");
gsm.write ( ' ');
gsm.write (0x0D);
gsm.write (0x0a);
затримка (1000); ;
gsm.print ( "AT + SAPBR = 3,1");
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "APN");
gsm.write ( ' ');
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
// ----- APN ----- //
gsm.print ( "VodafoneAPN");
// ----- //
gsm.write ( ' ');
gsm.write (0x0d);
gsm.write (0x0a);
затримка (1000);
gsm.print ( "AT + SAPBR = 3,1");
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "користувач");
gsm.write ( ' ');

```

```

gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "");
gsm.write ( ' ');
gsm. Дописи (0x0d);
gsm.write (0x0a);
затримка (1000);
gsm.print ( "AT + SAPBR = 3,1");
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "PWD");
gsm.write ( ' ');
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "");
gsm.write ( ' ');
gsm.write (0x0d);
gsm.write (0x0a);
затримка (2000);
gsm.print ( "AT + SAPBR = 1,1");
gsm.
gsm.write (0x0a);
затримка (3000);
}

void internet_init ()
{
Serial.println ( "Будь ласка, Почекаев .....");
затримка (1000);

```

```

gsm.println ( "AT + HTTPINIT");
затримка (1000); затримка (1000);
gsm.print ( "AT + HTTPPARA =");
gsm.print ( ' ');
gsm.print ( "CID");
gsm.print ( ' ');
gsm.print ( ',');
gsm.println ( '1');
затримка (1000);
}

```

```

void Send_data ()
{
  lcd.clear ();
  lcd.print ( "Надсілання даних");
  lcd.setCursor (0, 1);
  lcd.print ( "to Thingspeak ...");
  затримка (1500);
  gsm.print ( "AT + HTTPPARA =");
  gsm.print ( ' ');
  gsm.print ( "URL");
  gsm.print ( ' ');
  gsm.print ( ',');
  gsm.print ( ' ');
  gsm.

#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <dht.h>

```

```

#include <Adafruit_BMP085.h>
Adafruit_BMP085 bmp;
dht DHT;
Ridkyy Kristal_I2C ridkokristalichniy (0x27, 16, 2);
SoftwareSerial gsm (10, 11); // RX, TX
#define DHT11_PIN A3
int chk;
int humi = 0;
int temp = 0;
v grunti = 0;
int light = 0;
int BMP = 0;
int haz = 0;
lohichnyy HT;

void setup ()
{
  gsm.begin (9600);
  pinMode (A0, INPUT);
  pinMode (A1, INPUT);
  pinMode (A2, INPUT);
  pinMode (A3, INPUT);
  lcd.init ();
  lcd.backlight ();
  lcd.setCursor (0, 0);
  lcd.print ( "Bud' laska, Pochekaev");
  lcd.setCursor (0, 1);
  lcd.print ( "60 sekund.");
  zatrymka (20000);
}

```

```

    zatrymka (20000);
    zatrymka (20000);
    modem_init ();
    data_init ();
    internet_init ();
    lcd.clear ();
}

nediysniy tsykl ()
{
    chk = DHT.read11 (DHT11_PIN);
    temp = DHT.temperature;
    humi = DHT.volohist';
    hrunt = analogRead (A0);
    light = analogRead (A1);
    gas = analogRead (A2);
    BMP = bmp.readPressure ();
    lcd.clear ();
    lcd.setCursor (0, 0);
    lcd.print ( "ilrunt:" );
    hrunt = karta (hrunt, 0, 1023, 100, 0);
    lcd.druk (hrunt);
    lcd.print ( "% ");
    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ( "Svitlo:" );
    light = karta (light, 0, 1023, 0, 100);
    lcd.print (svitlo);
    lcd.print ( "% ");
    zatrymka (3000);
}

```

```

lcd.clear ();
lcd.setCursor (0, 0);
peremykach (chk)
{
    vypadok DHTLIB_OK:
        HT = istyna;
        pererva;
    za zamovchuvannyu:
        HT = pomylkovosti;
        pererva;
}
if (HT == true)
{
    lcd.print ( "Temp:");
    lcd.print (temp);
    lcd.print ( "* C");
    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ( "volohist:");
    lcd.print (humi);
    lcd.print ( "%");
}
shche
{
    temp = 0;
    khumi = 0;
    lcd.print ( "Temp:");
    lcd.print ( "Nemaye danykh");
    lcd.setCursor (0, 1);
    lcd.print ( "volohist:");
}

```

```

    lcd.print ( "Nemaye danykh");
}
zatrymka (3000);
lcd.clear ();
lcd.setCursor (0, 0);
lcd.print ( "Air Qlt:");
haz = karta (haz, 0, 1023, 0, 100);
lcd.druk (haz);
lcd.print ( "%");
lcd.setCursor (0, 1);
lcd.print ( "Tysk:");
if (! bmp.begin ())
{
    lcd.print ( "Nemaye danykh");
    BMP = 0;
}
shche
{
    lcd.print (BMP);
}
lcd.print ( "Pa");
zatrymka (3000);
Send_data ();
}

void modem_init ()
{
    Serial.println ( "Bud' laska, Pochekaev .....");
    gsm.println ( "AT");
}

```

```

    zatrymka (1000);
    gsm.println ( "AT + CMGF = 1");
    zatrymka (1000);
    gsm.println ( "AT + CNMI = 2,2,0,0,0");
    zatrymka (1000);
}

void data_init ()
{
    Serial.println ( "Bud' laska, Pochekaev .....");
    gsm.println ( "AT");
    zatrymka (1000); zatrymka (1000);
    gsm.println ( "AT + CPIN?");
    zatrymka (1000);
    zatrymka (1000);
    gsm.print ( "AT + SAPBR = 3,1");
    gsm.write ( ',');
    gsm.write ( ' ');
    gsm.print ( "contype");
    gsm.write ( ' ');
    gsm.write ( ',');
    gsm.);
    gsm.print ( "GPRS");
    gsm.write ( ' ');
    gsm.write (0x0D);
    gsm.write (0x0a);
    zatrymka (1000); ;
    gsm.print ( "AT + SAPBR = 3,1");
    gsm.write ( ',');

```

```
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "APN");
gsm.write ( ' ');
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
// ----- APN ----- //
gsm.print ( "bsnlnet");
// ----- //
gsm.write ( ' ');
gsm.write (0x0d);
gsm.write (0x0a);
zatorymka (1000);
gsm.print ( "AT + SAPBR = 3,1");
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "korystuvach");
gsm.write ( ' ');
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "");
gsm.write ( ' ');
gsm. Dopysy (0x0d);
gsm.write (0x0a);
zatorymka (1000);
gsm.print ( "AT + SAPBR = 3,1");
gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "PWD");
gsm.write ( ' ');
```

```

gsm.write ( ',');
gsm.write ( ' ');
gsm.print ( "");
gsm.write ( ' ');
gsm.write (0x0d);
gsm.write (0x0a);
zatrymka (2000);
gsm.print ( "AT + SAPBR = 1,1");
gsm.
gsm.write (0x0a);
zatrymka (3000);
}

void internet_init ()
{
Serial.println ( "Bud' laska, Pochekaev .....");
zatrymka (1000);
gsm.println ( "AT + HTTPINIT");
zatrymka (1000); zatrymka (1000);
gsm.print ( "AT + HTTPPARA =");
gsm.print ( ' ');
gsm.print ( "CID");
gsm.print ( ' ');
gsm.print ( ',');
gsm.println ( '1');
zatrymka (1000);
}

void Send_data ()

```

```

{
  lcd.clear ();
  lcd.print ( "Nadsilannya danykh");
  lcd.setCursor (0, 1);
  lcd.print ( "to Thingspeak ...");
  zatrymka (1500);
  gsm.print ( "AT + HTTPPARA =");
  gsm.print ( ' ');
  gsm.print ( "URL");
  gsm.print ( ' ');
  gsm.print ( ',');
  gsm.print ( ' ');
  gsm.
  //.
  gsm.print ( "api.thingspeak.com/update?api_key=xxxxxxxxxxxx&field1=" );
  // ----- //
  gsm.print (грунт); // >>>>>> змінна 1
  gsm.print ( "& field2 =" );
  gsm.print (світло); // >>>>>> змінна 2
  gsm.print ( "& field3 =" );
  gsm.print (газ); // >>>>>> змінна 3
  gsm.print ( "& field4 =" );
  gsm.print (temp); // >>>>>>

  gsm.print (humi); // >>>>>> змінна 5
  gsm.print ( "& field6 =" );
  gsm.print (BMP); // >>>>>> змінна 6
  gsm.write ( 0x0d );
  gsm.write ( 0x0a );

```

```
затримка ( 1000 );  
gsm.println ( "AT + HTTPACTION = 0" );  
затримка ( 1000 );
```

Після завершення налаштування апаратного забезпечення вставте дійсну SIM-карту, яка має діючий план мобільних даних.

2) Завантажуємо код програми за допомогою USB-кабелю з правильним APN та напишіть ключ API (без живлення схеми від настінного адаптера).

3) Після завантаження програми виймаємо USB, та вмикаємо схему, використовуючи настінний адаптер від 9 В до 12 В / 1 ампер (або більше).

4) Схема завантажиться, і вона повідомляє вам зачекати 1 хвилину. Тим часом модуль GSM готується і фіксується на мобільній мережі. MQ 135 також готується до експлуатації, нагріваючи металевий корпус.

5) Через одну хвилину на РК-дисплеї відобразатимуться всі дані датчика (дві одночасно).

6) Тепер бачимо, що мережевий світлодіодний модуль GSM швидко блимає, що означає, що ваш проект підключений до Інтернету та почав надсилати дані до Thingspeak.

7) Відкриваємо свій обліковий запис Thingspeak і натискаємо вкладку приватного перегляду; ви побачите результат цього проекту.

4.2 Програмування ThingSpeak/ MATLAB

Зчитування даних з датчиків, що передаються з контролера таких як дані про температуру та вологість з каналу 4004 ThingSpeak , який збирає дані, пов'язані з погодою, з пристрою Arduino ® . Запис даниї про температуру та вологість у свій канал вимірювання точки роси разом із розрахунковими

даними про точку роси. Потім використовуємо ThingSpeak™ для візуалізації результатів на каналі.

Код програми для візуалізації :

Name

MATLAB Code

```
1 % Enter your MATLAB Code below
2 readChId = 12397;
3 writeChId = ZZZZ; % Replace with your channel number
4 writeKey = 'XXXXXXXXXXXXXXXXXX'; % Replace with your channel write key
5 [temp,time] = thingSpeakRead(readChId,'Fields',4,'NumPoints',20);
6 humidity = thingSpeakRead(readChId,'Fields',3,'NumPoints',20);
7 tempC = (5/9)*(temp-32);
8 b = 17.62;
9 c = 243.5;
10 gamma = log(humidity/100) + b*tempC./((c+tempC);
11 dewPoint = c*gamma./(b-gamma)
12 dewPointF = (dewPoint*1.8) + 32;
13 thingSpeakWrite(writeChId,[temp,humidity,dewPointF],'Fields',[1,2,3],...
14 'TimeStamps',time,'writekey',writeKey);
```

Save and Run Save

Рисунок 4.2.1 Код програми для візуалізації

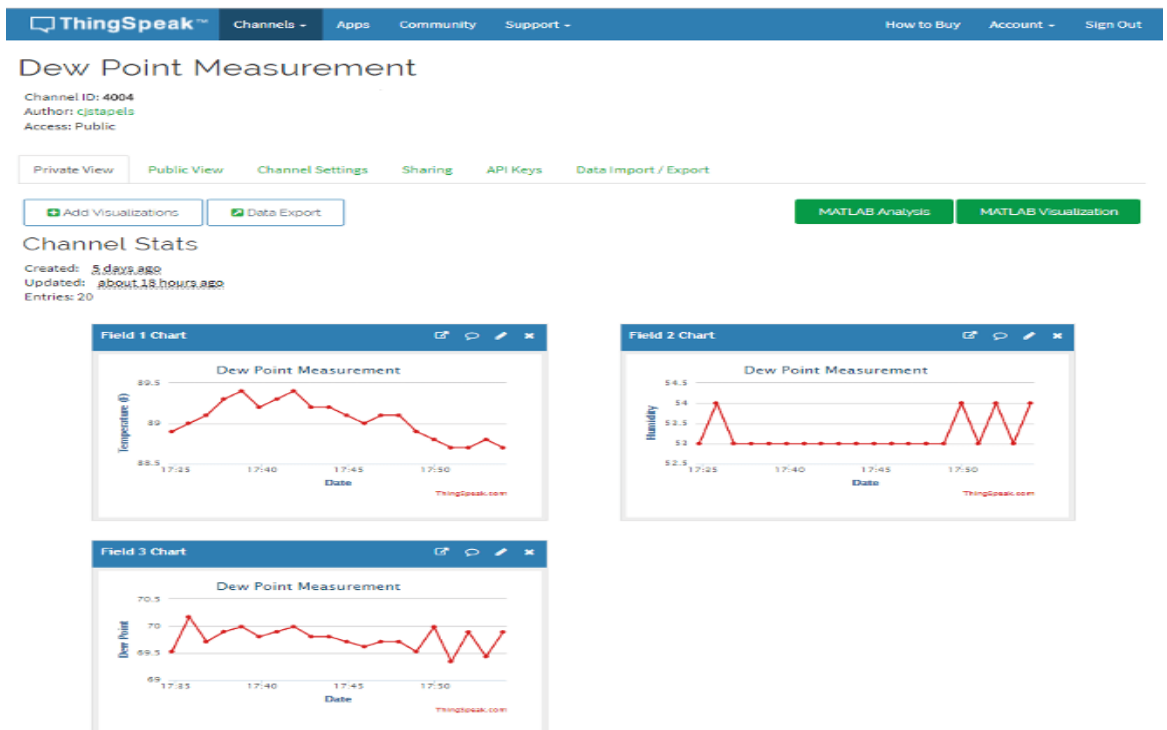


Рисунок 4.2.2 Приклад візуалізації

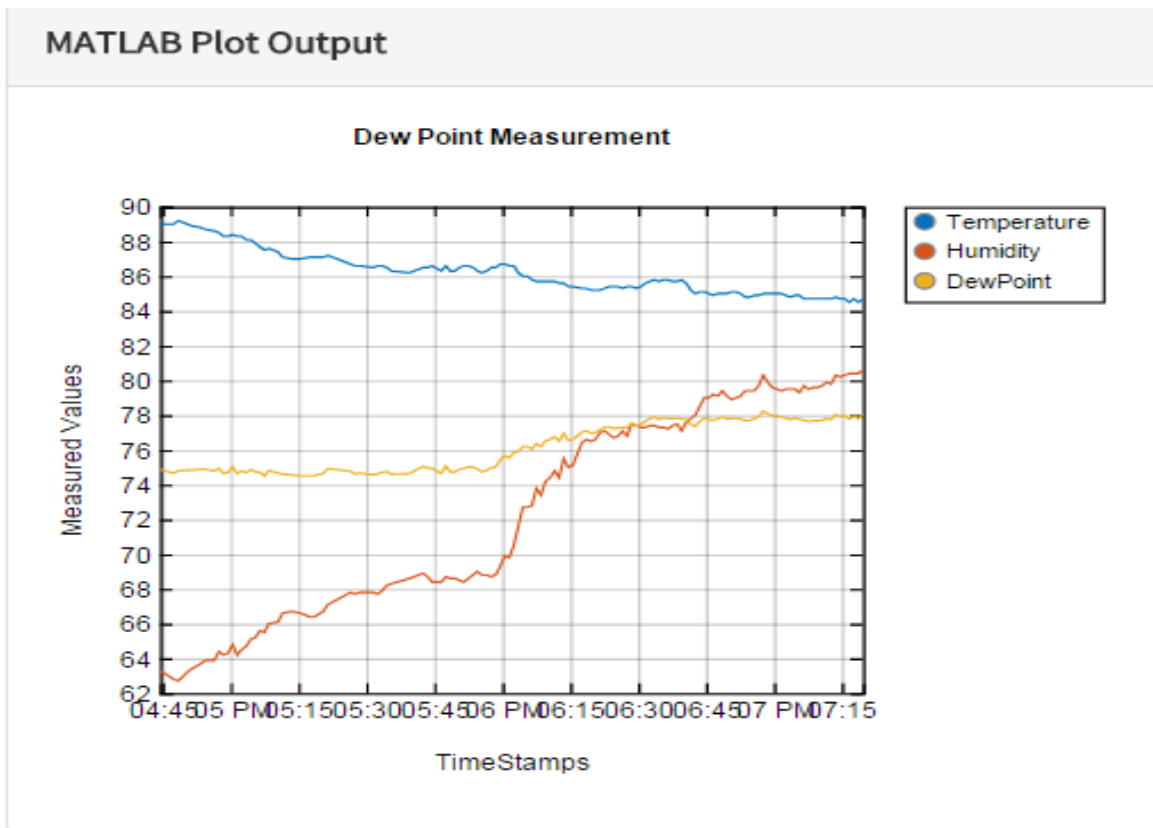


Рисунок 4.2.2 Приклад візуалізації

5. ВИСНОВКИ

За спостереженням, найбільш важливим збором даних датчика для вимірювання є температура навколишнього середовища, вологість навколишнього середовища, а також є деякі інші дані датчика, також зібрані для додатків IoT, такі як вологість ґрунту і рН ґрунту. Wi-Fi користується найбільшим попитом у сільському господарстві та сільському господарстві, за ним слідують мобільні технології. Інші технології, такі як ZigBee, RFID, Raspberry pi, WSN, Bluetooth, LoRa і GPRS, мають менший попит в сільському господарстві та сільському господарстві. У порівнянні з сільськогосподарським сектором Європи, фермерства України, мають меншу частку відсотка, що використовує IoT для автоматизації. Данна робота

Табл.5.1 Підсумки кваліфікаційної роботи			
Напрявлення	Що розглядалось	Розглянуто	Не розглядалось
Заходи (збір даних)	Який тип сенсорних даних, зібраних для вимірювань?	+	<input type="checkbox"/>
Використовувані технології	Використовуються технології для розробки або вирішення проблем.	+	<input type="checkbox"/>
Переваги пропонованої системи	Переваги наявності системи для вирішення існуючих проблем.	+	<input type="checkbox"/>
Проблеми сучасного підходу	Існуючі проблеми та проблеми в сучасних системах та методах.	+	<input type="checkbox"/>
Рішення поточних	Пропоноване рішення для вирішення проблем, що склалися в поточних	+	<input type="checkbox"/>

питань	проблемах.		
Новизна	Які новизна та майбутні аспекти запропонованих систем та методів?	+	<input type="checkbox"/>
Архітектура системи	Комплекс - це прийнята архітектура IoT, топологія датчиків, інформація про проміжні шлюзи	+	<input type="checkbox"/>
Методи аналізу даних	Бізнес-розвідка, Штучний інтелект, алгоритми навчання (алгоритми машинного навчання, глибоке навчання), великі дані технології (Hadoop, Spark) та інші протоколи	x	<input type="checkbox"/>
Масштабованість	Розмір або масштаб спостережуваної земельної чи сільськогосподарської ділянки	+	<input type="checkbox"/>
Доступ до природних ресурсів	Водні ресурси та стан погоди	+	<input type="checkbox"/>
Рішення безпеки та загрози IoT / Протоколи	Методи шифрування для доступу до даних IoT, вразливої ідентичності (зміна паролів за	x	<input type="checkbox"/>

	замовчуванням), виявлення самопомилки та можливих кібератак		
Операційні технології	аднання для управління та автоматизації, контролери, датчики та пускачі	+	<input type="checkbox"/>
Зберігання даних та хмарна платформа	Публічна хмара, приватна хмара, гібридна хмара, хмара (дані в спокої та централізований центр обробки даних), туман (дані в русі та розподілений центр обробки даних) або Edge обчислення	+	<input type="checkbox"/>
Блоки живлення	Акумулятор, живлення змінного струму та інший протокол для оптимізації економії енергії	+	<input type="checkbox"/>

Список використаних джерел

Характеристика джерел	Джерела
Частина видання	
Статті з продовжуючих та періодичних видань	Интернет вещей, IoT, M2M рынок России https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9,_IoT,_M2M_(%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8)
Статті з продовжуючих та періодичних видань	https://easternpeak.com/blog/iot-in-agriculture-5-technology-use-cases-for-smart-farming-and-4-challenges-to-consider/ IoT у сільському господарстві: 5 випадків використання технологій для розумного землеробства (і 4 виклики для розгляду)
Статті з продовжуючих та періодичних видань	Mesas-Carrascosa, F. J., Verdú Santano, D., Merono, J. E., Sánchez de la Orden, M. and García-Ferrer, A. (2015) “Open source hardware to monitor environmental parameters in precision agriculture”, Biosystems Engineering, Vol. 137, pp. 73-83.
Статті з продовжуючих та періодичних видань	ISSN 15375110. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2015.07.005. [14] Ojha, T., Misra, S. and Raghuwanshi, N. (2015) “Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges”, Computers and Electronics in Agriculture, No. 118, pp. 66-84. ISSN

	01681699. DOI: 10.1016/j.compag.2015.08.011. [15] Open Ag Data Alliance (2016), [Online]. Available: http://openag.io/ [Accessed: 06 February 2017].
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	Pospíšil, A. (2015) “T-Mobile postaví síť pro internet věci”, Mobil Mania [Online] Available: http://www.mobilmania.cz/clanky/t-mobile-postavi-sit-pro-internet-veci/sc-3-a-1331933/default.aspx [Accessed: 04 February 2016].
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	Quinnell, R. (2015) “Low power wide-area networking alternatives for the IoT”, EDN Network [Online] Available: http://www.edn.com/design/systems-design/4440343/Low-power-wide-areanetworking-alternatives-for-the-IoT [Accessed: 04 February 2016].
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	Shang, X., Zhang, R., Hu, X. and Zhou, Q. (2015) “Design theory, modelling and the application for the Internet of Things service”, Enterprise Information Systems, Vol. 10, No. 3, pp. 249-267. ISSN 1751-7575. DOI: 10.1080/17517575.2015.1075592. [19] Vermesan, O. and Friess, P. (2013) “Internet of things: converging technologies for smart environments and integrated ecosystems”, Aalborg Denmark: River Publishers. ISBN 978-87-92982-96-4.
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	«Интернет вещей» и его значение для промышленности https://www.pwc.ru/ru/publications/iot-for-

	industry_.pdf Интернет вещей, IoT, M2M мировой рынок
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	<u>Abrahamsen and Hansen, 2000</u> P. Abrahamsen, S. Hansen Daisy : An open soil-crop-atmosphere system model Environmental Modelling & Software, 15 (2000), pp. 313-330, 10.1016/S1364-8152(00)00003-7
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	<u>Ahmed, Abdalla et al., 2018</u> E.M.E. Ahmed, K.H.B. Abdalla, I.K. Eltahir Farm automation based on IoT 2018 International conference on computer, control, electrical, and Electronics engineering (ICCCEEE), IEEE (2018), pp. 1-4
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	<u>Alahmadi et al., 2017</u> A. Alahmadi, T. Alwajeih, V. Mohanan, R. Budiarto Wireless sensor network with always best connection for internet of farming V. Mohanan, R. Budiarto, I. Aldmour (Eds.), Powering the Internet of Things with 5G networks, IGI Global, Hershey, PA, USA (2017), pp. 176-201, 10.4018/978-1-5225-2799-2.ch007
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	<u>Bacco, Berton, Ferro et al., 2018</u> M. Bacco, A. Berton, E. Ferro, C. Gennaro, A. Gotta, S. Matteoli, <i>et al.</i> Smart farming : opportunities, challenges and technology enablers 2018 IoT vertical and topical summit on agriculture - tuscanly (IOT tuscanly), IEEE (2018), pp. 1-6, 10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373043

<p>Статті з продовжую - чих та періодични х видань</p>	<p><u>Bakhtiari et al., 2011</u> A. Bakhtiari, H. Navid, J. Mehri, D.D. Bochtis Optimal route planning of agricultural field operations using ant colony optimization Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 13 (4) (2011), pp. 1-16 Retrieved from http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1939</p>
<p>Статті з продовжую - чих та періодични х видань</p>	<p><u>Bauer and Aschenbruck, 2018</u> J. Bauer, N. Aschenbruck Design and implementation of an agricultural monitoring system for smart farming In 2018 IoT Vertical and topical Summit on agriculture (pp. 1–6), IEEE, Tuscany, Italy (2018), 10.1109/IOT-TUSCANY.2018.8373022</p>
<p>Статті з продовжую - чих та періодични х видань</p>	<p><u>Bennett, 2015</u> J.M. Bennett Agricultural big Data : Utilisation to discover the Unknown and instigate practice change Farm Policy Journal, 12 (1) (2015), pp. 43-50 Retrieved from http://www.farminstitute.org.au/publications-1/farm-policy-journals/2015-autumn-from-little-data-big-data-grow/agricultural-big-data-utilisation-to-discover-the-unknown-and-instigate-practice-change</p>
<p>Статті з продовжую - чих та періодични х видань</p>	<p><u>Bochtis and Sørensen, 2014</u> D. Bochtis, C.G. Sørensen Special issue: Operations management - operations management in bio-</p>

	<p>production systems</p> <p>Operations Management in Bio-Production Systems, 120 (2014), pp. 1-116</p> <p>Retrieved from</p> <p>https://www.sciencedirect.com/journal/biosystems-engineering/vol/120/suppl/C</p>
Статті з продовжуючих та періодичних видань	<p><u>Cadavid et al., 2018</u></p> <p>H. Cadavid, W. Garzón, A. Pérez, G. López, C. Mendivelso, C. Ramírez Towards a smart farming Platform : From IoT-based crop sensing Colombian conference on computing CCC 2018, communications and information science CCIS, Vol. 885 (2018), pp. 237-251, 10.1007/978-3-319-98998-3</p>
Статті з продовжуючих та періодичних видань	<p>R. Venkatesan and A. Tamilvanan, "A sustainable agricultural system using IoT," in International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP), 2017.</p>
Статті з продовжуючих та періодичних видань	<p>G. Arvind and V. Athira and H. Haripriya and R. Rani and S. Aravind, "Automated irrigation with advanced seed germination and pest control," in IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR), 2017.</p>
Статті з продовжуючих та періодичних видань	<p>A. Rau and J. Sankar and A. Mohan and D. Das Krishna and J. Mathew, "IoT based smart irrigation system and nutrient detection with disease analysis," in IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP), 2017.</p>

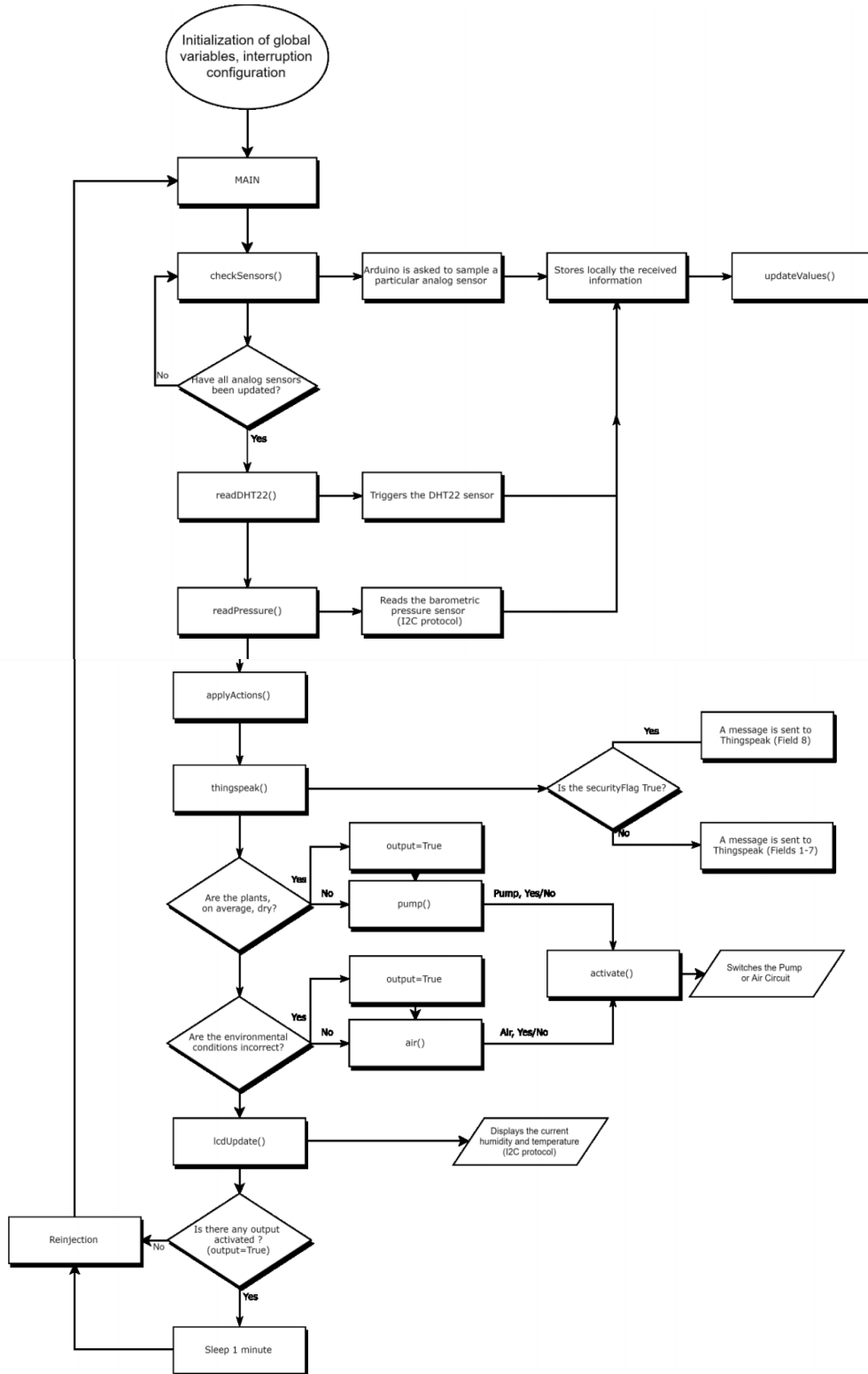
Статті з продовжуючих та періодичних видань -	S. Rajeswari and K. Suthendran and K. Rajakumar, "A smart agricultural model by integrating IoT, mobile and cloud-based big data analytics," in International Conference on Intelligent Computing and Control (I2C2), 2017
Статті з продовжуючих та періодичних видань -	P. Patil and V. Sachapara, "Providing smart agricultural solutions/techniques by using Iot based toolkit," in International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI), 2017.
Статті з продовжуючих та періодичних видань -	S. Pooja and D. Uday and U. Nagesh and S. Talekar, "Application of MQTT protocol for real time weather monitoring and precision farming," in International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer, and Optimization Techniques (ICEECCOT), 2017.
Статті з продовжуючих та періодичних видань -	R. Dolci, "IoT Solutions for Precision Farming and Food Manufacturing: Artificial Intelligence Applications in Digital Food," in IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2017.
Статті з продовжуючих та періодичних видань -	M. Hunain Memon, "Internet of Things (IoT) Enabled Smart Animal Farm," in Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2016 3rd International Conference, 2016.
Статті з продовжуючих та періодичних видань -	D. Sreekantha and Kavya A.M., "Agricultural crop monitoring using IOT - a study," in 11th International

видань	Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO), 2017.
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	C. Yoon and M. Huh and S. Kang and J. Park and C. Lee, "Implement smart farm with IoT technology," in 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 2018.
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	R. Maia and I. Netto and A. Tran, "Precision agriculture using remote monitoring systems in Brazil," in IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC), 2017.
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	N. Ananthi and J. Divya and M. Divya and V. Janani, "IoT based smart soil monitoring system for agricultural production," in IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR), 2017.
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	C. Yoon and M. Huh and S. Kang and J. Park and C. Lee, "Implement smart farm with IoT technology," in 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 2018.
Статті з продовжую - чих та періодични х видань	Z. Li and J. Wang and R. Higgs and L. Zhou and W. Yuan, "Design of an Intelligent Management System for Agricultural Greenhouses Based on the Internet of Things," in IEEE International Conference on

	Computational Science and Engineering (CSE) and IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC), 2017.
Статті з продовжуючих та періодичних видань	S. Rajendrakumar and Rajashekarappa and V. Parvati and B. Parameshachari and K. Soyjaudah and R. Banu, "An intelligent report generator for efficient farming," in International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer, and Optimization Techniques (ICEECCOT), 2017
Електронні ресурси	
Сторінки з веб-сайтів	https://miniboard.com.ua/14-boards 20.04.2021
Сторінки з веб-сайтів	https://miniboard.com.ua/34-datchiki-i-moduli 20.04.2021
Книги	https://pidru4niki.com/1621030661372/informatika/intelektualni_sistemi_agromonitoringu Інтелектуальні системи агромоніторингу. 20.04.2021

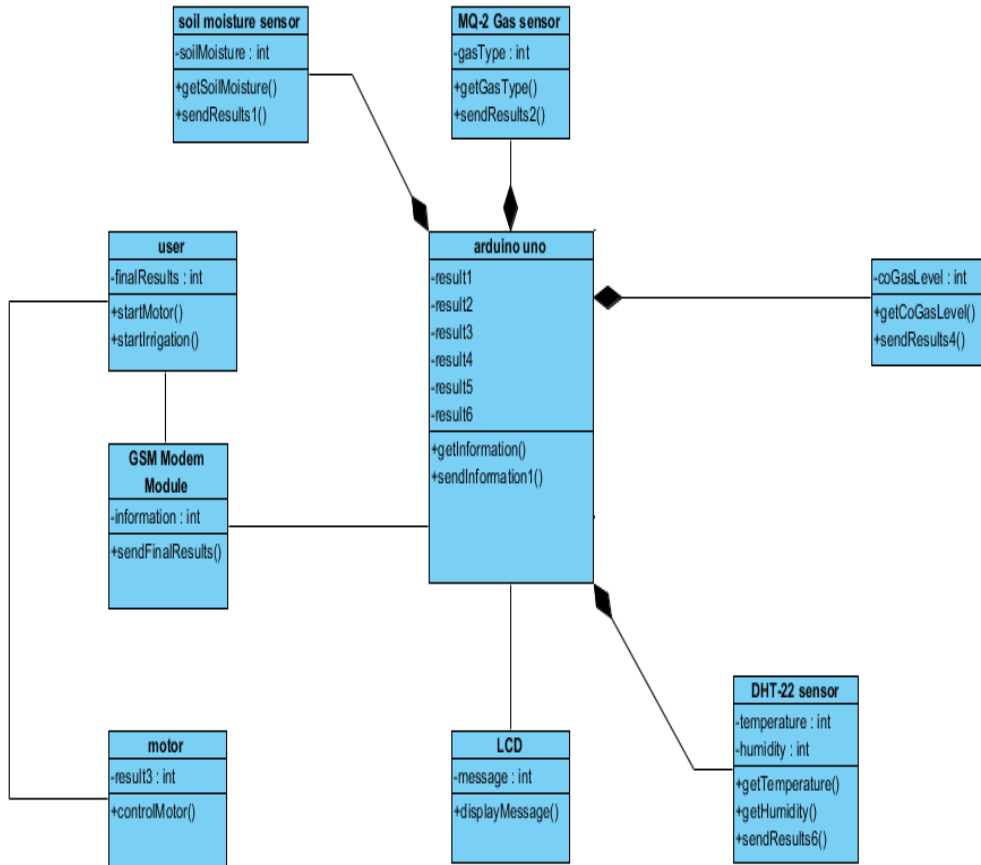
ДОДАТКИ ДОДАТОК А

Алгоритм роботи «Агроном»



ДОДАТОК Б

Діаграма зв'язків апаратної платформи



ДОДАТОК В

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса
Шевченка

Факультет інформаційних технологій
Кафедра інформаційних систем та технологій

Захист кваліфікаційної роботи магістра на тему:
«Використання IoT рішень щодо функціонування
аграрної інформаційної системи Агроном
спостереження за земельною ділянкою»

Підготував студент 2-го курсу, групи Ір(ма)-21

Бершов В.С

Керівник практики: д.т.н., с.н.с. Степанов М.М

Київ - 2021

Технічне завдання

- ▶ Тема проекту: Використання IoT рішень щодо функціонування аграрної інформаційної системи Агроном спостереження за земельною ділянкою.
- ▶ Керівник проекту Степанов М.М.
- ▶ Затверджені на засіданні кафедри протоколом від 21.10.2019 року №07/19
- ▶ 2. Термін подання студентом проекту 19 червня 2020 року
- ▶ 3. Вихідні дані до проекту Розробити функціональну концепцію ІС Агроном.
- ▶ Зміст розрахунково-пояснювальної записки:
 - ▶ РОЗДІЛ 1 ІОТ ЗАГАЛЬНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ;
 - ▶ РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІОТ РІШЕНЬ;
 - ▶ РОЗДІЛ 3 ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОНОМ;
 - ▶ РОЗДІЛ 4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ
 - ▶ ВИСНОВКИ; СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ;ДОДАТКИ.

ВСТУП

- ▶ Тенденція Industry 4.0, що на даний момент іде у світі IoT, розглядається як перетворююча сила, яка глибоко вплине на аграрний сектор. Тенденція ґрунтується на наборі цифрових технологій: Інтернет речей, великі дані, штучний інтелект та цифрові практики: співпраця, мобільність, відкриті інновації.
- ▶ З метою підвищення ефективності та продуктивності сільськогосподарських культур пропонується проект інтелектуального моніторингу сільського господарства на основі IoT із використанням Arduino. Проект складається з трьох датчиків для вимірювання різних параметрів, важливих для врожаю. Ці датчики включають датчик температури, датчик рівня води та датчик вологості ґрунту. Проект також містить GSM-модем та WiFi-модуль. Проект також включає в себе вихідні пристрої, такі як двигун постійного струму, помпа.

ІДЕЯ

Сільське господарство в Україні ведеться звичними способами. Той факт, що більшості наших фермерів не вистачає належних знань, робить це ще більш хибним. Велика частина сільського господарства та сільського господарства базується на прогнозах, які часом не вдаються. Фермерам доводиться нести величезні збитки, і часом вони закінчують життя самогубством. Оскільки ми знаємо переваги належної вологості ґрунту та її якості, якості повітря та зрошення, у зростанні врожаю такі параметри не можна ігнорувати.

Тому кваліфікаційна робота розумного землеробства за допомогою IoT необхідна є актуальною. Концепція є актуальною в агробізнесі завдяки своїй надійності та віддаленому моніторингу. Ідея оцифрувати сільське господарство та сільськогосподарську діяльність, щоб фермери могли перевірити вимоги до сільськогосподарських культур та точно передбачити їх зростання. Ця концепція, безсумнівно, прискорить їхній бізнес, щоб досягти нових вершин, а також буде більш прибутковим. Реалізація проекту значною мірою залежить від обізнаності, як я вважаю, буде легко створити завдяки численним перевагам.

МЕТА ТА ОБ'ЄКТ

Об'єкт: процес збору та актуалізації інформації в реальному часі, розпізнавання та визначення можливих дій та реакцій при виникненні загрози врожаю. Побудова готової концептуального рішення на основі IoT.

Предмет: Збір даних та візуалізація для виконання аналітики, на основі якої будуть виконуватись дії на аграрній ділянці.

Мета: Підвищення ефективності та продуктивності сільськогосподарських культур на основі кваліфікаційного проекту моніторингу сільського господарства на основі IOT із використанням Arduino, впровадженні новітніх технологій у сільськогосподарський бізнес та покращенні рослинництва шляхом збору стану врожаю в реальному часі та інформування фермерів про це. Проект складається з трьох датчиків для вимірювання різних параметрів, важливих для врожаю.

Наукова новизна

Наукова новизна отриманих результатів.

1) Розроблене комплексне рішення для комплексного моніторингу та прийняття рішень «ІС Агроном».

Методи дослідження: Дослідження виконувались, як практичним так і теоретичним способом. За допомогою аналізу усіх можливих рішень побудови аналогічних систем країн, що вже використовують IoT у землеробстві. Розділ 1 даної кваліфікаційної роботи розкриває повну сутність подібних рішень та використовуваних технологій в землеробстві на даний момент. Аналіз IoT рішень ліг у основу цієї кваліфікаційної роботи. Для отримання розуміння, що використовувати та на які рішення покладатись при розробці концепції «Агроном». Використовуючи дані, щодо архітектури, використовуваних методів обробки та моніторингу, хмарних обчислень та способів передачі даних розроблена актуальна та робоча система «Агроном». Для практичної перевірки роботи системи «Агроном» та вибору використовуваних методів передачі даних проводились випробування в реальному полі під час проходження практики на підприємстві «Ай Ти - Линкс Сервис».

ОСОБЛИВОСТІ

Мета цього проекту полягає у впровадженні новітніх технологій у сільськогосподарський бізнес та покращенні рослинництва шляхом збору стану врожаю в реальному часі та інформування фермерів про це.

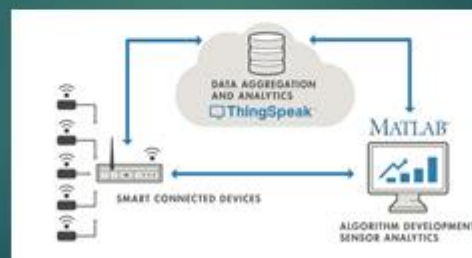
Особливості:

- 1) Сповіщення SMS
- 2) Збір цінної інформації.
- 3) Детальний аналіз даних
- 4) Економічно ефективний
- 5) Простий у впровадженні

Ідея не лише намагається пом'якшити примітивні техніки, пов'язані із сільським господарством, але й служить громаді, відкриваючи нові шляхи працевлаштування. Найголовнішою функцією нашого проекту є моніторинг зростання врожаю за допомогою цифрових засобів. Це забезпечить точні значення різних параметрів, від яких залежить зростання. Окрім цього, це допоможе фермеру одночасно спостерігати за кількома сільськогосподарськими угіддями. Оскільки більша частина моніторингу проводиться віддалено, це допоможе фермеру отримати інформацію, яка є надзвичайно важливою для бізнесу під час його вільного часу.

Загальне представлення IoT в агросекторі

- Щоб отримати користь з даних, спочатку ці дані потрібно зібрати. Виробники впроваджують такі інструменти, як датчики, контролери і навіть інтелектуальні камери і зчитувачі радіочастотних міток, підключені до мережі, для оцінки широкого спектру операційних процесів. Ці процеси дуже різноманітні: енергоспоживання при виробництві продукції, більш оперативний і точний огляд деталей, тестування продуктивності обладнання. Таким чином виробник отримує дані, які він раніше не знав, не бачив і не використовував. Необхідність створення відповідної інфраструктури (установка пристроїв для зчитування даних і впровадження інструментів для їх аналізу), цілком ймовірно, зростає для фермерів та холдінгів, які не хочуть відставати від конкурентів, вже побудували таку інфраструктуру.
- Система, побудована за допомогою технології Internet of things може мати різну архітектуру в залежності від ролей, відведених її компонентам.



Порівняння технологій зв'язку в IoT

Технологія	Стандарт (№)	Частота	Швидкість передачі даних	Дальність	Потужність
ANT 4	ANT 4 Alliance	2,4 ГГц	1 Мб с ⁻¹	30-100 м	1 мВт
Панівна мережа	IEEE 802.22 WG	54-862 МГц	24 Мб с ⁻¹	100 км	1 Вт
Bluetooth (2.0, 2.1, 3.0)	Bluetooth, IEEE 802.15.1	2400-2483,5 МГц	1-24 Мб с ⁻¹	10-100 м	0,1-1 Вт
BLE	IEEE 802.15.1r4	2400-2483,5 МГц	1 Мб с ⁻¹	10 м	10-500 мВт
EDGE	GPRS	900, 1800/1900 МГц	28 кб с ⁻¹	25 км / 10 км	3 Вт / 1 Вт
GPRS	GPRS	900, 1800/1900 МГц	171 кб с ⁻¹	25 км / 10 км	2 Вт / 1 Вт
HSPA / HSPA+	GPRS	900/1700/1900 МГц	0,73-56 Мб с ⁻¹	27 км / 10 км	4 Вт / 1 Вт
3G / 3G+ / 3G+	IEEE 802.11	433 МГц, 900-970 МГц	200 кб с ⁻¹	50 м - 2 км	Дуже низька
LoRaWAN	LoRaWAN	868/900 МГц, 915 МГц	0,3-50 кб с ⁻¹	2-15 км	Дуже низька
LoRaWAN	IEEE 802.15.4 (868 МГц)	868/915 МГц	40-250 кб с ⁻¹	10-20 м	Низька
4G	GPRS	2,4 ГГц	0,1-1 Гб с ⁻¹	28 км / 10 км	5 Вт / 1 Вт
NB-IoT	GPRS NB-IoT	180 кГц	DC: 234,7 кб с ⁻¹ DC: 201,6 кб с ⁻¹	Використання LTE / 4G Власні станції	Низька
NIS	ISO / IEC 13157	13,56 МГц	426 кб с ⁻¹	0,1-0,2 м	1-2 мВт
NFC	Базові стандарти	13,56 МГц	423 кб с ⁻¹	1 м	1 мВт
RFID	RFID	900,42 МГц	10-1000 б с ⁻¹	30-50 км	0,1-3
RFID	IEEE 802.15.4	2400-2483,5 МГц	251 кб с ⁻¹	11 м	2 мВт
NightView II / BT	NightViewII	700/900 МГц	0,001-10 Мб с ⁻¹	5 км	40 мВт / 4 Вт
NLP	IEEE 802.11 a / c / b / g / n / ac	2,4, 3,6, 5, 40 ГГц	1 Мб с ⁻¹ - 6,75 Гб с ⁻¹	20-100 м	1 Вт
NB-M2M	IEEE 802.16	2 ГГц - 44 ГГц	1 Мб с ⁻¹ - 1 Гб с ⁻¹ (направлено) 50-100 Мб с ⁻¹	450 км	0,1-3
SD-WAN	IEEE 802.15.4	2400-2483,5 МГц	250 кб с ⁻¹	10 м (100 м)	1 мВт
2-канал	2-канал	900,42 МГц	100 кб с ⁻¹	30 м	1 мВт
3G (GSM)	GSM, CDMA	900 МГц, 2,4 ГГц	50-100 кб с ⁻¹	Область мобільної мережі	Середня
3G+ / 4G	UMTS, CDMA2000	900 МГц, 2,4 ГГц	0,2-100 Мб с ⁻¹	Область мобільної мережі	Середня

АНАЛІЗ ІОТ РІШЕНЬ

У цьому розділі ми визначили важливі ознаки для аналізу результатів досліджень у сільському господарстві та процесах ведення сільського господарства. Було зібрано та проаналізовано дані, використовуючи приклади для типового рішення спостереження за земельною ділянкою. Управління водними ресурсами - це найбільш досліджена напрямність за останні кілька років, оскільки більшість країн в основному зосереджуються на використанні водних ресурсів через її відсутність. Форми зрошення в сільському господарстві впливають на виробництво рослинництва, роблячи управління зрошенням центральним напрямком для підвищення продуктивності праці. Друга найбільш розглянута напрямність - це управління врожаєм через важливість виробництва продуктів харчування для зростаючого світового населення. Важливо керувати якістю, кількістю та ефективністю сільськогосподарського виробництва для сталого розвитку. У таблиці 1 чітко видно, що широко використовуваними датчиками для вимірювань - це умови ґрунту, як рН та вологість, згідно з аналізом він показує температуру навколишнього середовища, а потім вологість та вологість ґрунту - найбільш часто вимірювані дані.

Аналіз апаратних платформ

На мікрокомп'ютери повлягаються на попередньої обробки інформації при великій кількості датчиків, адже , якщо все буде передаватись з кожного датчику на хмару. Аналіз створений на основі всіх апаратних платформ, що мають поширений характер та легкодоступні для покупки. А саме:

1. Arduino Uno
2. Arduino Yun
3. Arduino Nano
4. Raspberry Pi 3
5. Raspberry Pi 4
6. ARM mbed
7. Electric Imp
8. Beagle Bone
9. Intel Edison
10. Intel Galileo

Аналіз функціональних датчиків

1. Датчики температури

Датчики температури вимірюють кількість теплової енергії у джерелі, дозволяючи їм виявляти зміни температури та перетворювати ці зміни в дані. Машини, що використовуються у виробництві, часто вимагають, щоб температури навколишнього середовища та пристроїв були на певних рівнях. Так само у сільському господарстві температура ґрунту є ключовим фактором зростання сільськогосподарських культур.

2. Датчики вологості

Ці типи датчиків вимірюють кількість водяної пари в атмосфері повітря чи інших газів. Датчики вологості зазвичай зустрічаються в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ВВС) в промислових та житлових приміщеннях. Їх можна знайти в багатьох інших районах, включаючи лікарні та метеорологічні станції, щоб звітувати та прогнозувати погоду.

3. Датчики газу

Дані типи датчиків відстежують і виявляють зміни в якості повітря, включаючи наявність токсичних, горючих або небезпечних газів. Галузі, що використовують газові датчики, включають видобуток нафти та газу, хімічні дослідження та виробництво. Поширеним випадком використання споживачів є звичні детектори вуглекислого газу, які використовуються у багатьох будинках.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОНОМ

У кваліфікаційній роботі висвітлено важливі сільськогосподарські програми та обговорюється застосовність IoT для підвищення продуктивності праці. Представлені характеристики IoT рішень на прикладах, що продемонстровано в пункті 2.1. Проаналізовано зручні платформи для жорстких виробів, стандарти бездротових технологій зв'язку та хмарні послуги IoT для сільськогосподарських додатків. У курсовій роботі також перелічені різні системи IoT сенсорів.

Дослідження проблем існуючих агрокультурних застосувань за допомогою глобальних сценаріїв на основі IoT приводить к наступному етапу даної роботи, а саме створення в майбутньому інформаційної системи «Агроном, спостереження за земельною ділянкою».

Виділення різних важливих факторів для вдосконалення існуючих сценаріїв та представлення майбутньої роботи. Даний розділ створений для висесення рішень, які були прийняті на основі інформації з розділу 1, та аналізу реальних прикладів та технологій з розділу 2 роботи.

Що таке ІС «АГРОНОМ»?

Температуру можна встановити на певному рівні, вона базується на типі вирощуваних культур. Якщо ми хочемо примусово закрити воду на IOT, є кнопка, звідки водяний насос можна примусово зупинити. Коли система моніторингу сільського господарства, що базується на IOT, перевіряє рівень води, вологість та рівень вологи. Він надсилає SMS-повідомлення на телефон про рівні. Датчики відчують рівень води, якщо він падає, він автоматично запускає водяний насос. Якщо температура перевищує рівень, запускається вентилятор. Все це відображається на модулі ПК-дисплея. Це все також видно в IOT, де він показує інформацію про вологість, вологість та рівень води з датою та часом, виходячи з хвилини. Температуру можна встановити на певному рівні, вона базується на типі вирощуваних культур. Якщо ми хочемо примусово закрити воду на IOT, є кнопка, звідки водяний насос можна примусово зупинити. він автоматично запускає водяний насос. Якщо температура перевищує рівень, запускається вентилятор. Все це відображається на модулі ПК-дисплея.

Що таке ІС «АГРОНОМ»?

ІС «Агроном» для сільського господарства або просто розумне ведення сільського господарства – це нова технологічна концепція, де дані з кількох галузей сільського господарства, починаючи від малого та великого масштабу, та навколишнього середовища збираються за допомогою розумних електронних датчиків. Зібрані дані аналізуються експертами та місцевими фермерами, щоб зробити короткострокові та довгострокові висновки про характер погоди, родючість ґрунту, поточну якість врожаю, кількість води, яка буде потрібна на наступний тиждень до місяця тощо.

Ми можемо зробити інтелектуальне землеробство на крок далі, автоматизуючи кілька частин фермерського господарства, наприклад, розумне зрошення та управління водними ресурсами. Ми можемо застосувати прогнозуючі алгоритми на мікроконтролерах або SoC для розрахунку кількості води, яка сьогодні буде потрібна для певної галузі сільського господарства.

Скажімо, якщо вчора був дощ і кількість води, яка потрібна сьогодні, буде меншою. Подібним чином, якщо вологість була високою, випаровування води на верхньому рівні землі буде меншим, отже, потреба у воді буде меншою за нормальну, що зменшить використання води.

ДЛЯ ЧОГО ПОТРІБЕН ІС «АГРОНОМ»?

IoT тут, щоб зменшити фізичну працю, залучену до збору цих важливих сільськогосподарських даних. Якщо задіяна ручна праця, нам доводиться розміщувати кілька тисяч персоналу на різних сільськогосподарських ділянках, щоб збирати нудні показники кожен день, і ми не будемо впевнені в цілісності даних, оскільки ми люди, ми можемо стати інертними та можемо маніпулювати даними, підштовхувати експертні висновки в неправильному напрямку. Використовуючи IoT, ми можемо безпосередньо відправляти зібрані дані на центральний сервер в режимі реального часу. Оскільки ми автоматизували збір дат, цілісність даних забезпечується, а оскільки обробка даних здійснюється за допомогою комп'ютерів, експерти можуть отримати вдосконалені аналітичні програмні засоби для отримання найбільш точних прогнозів.

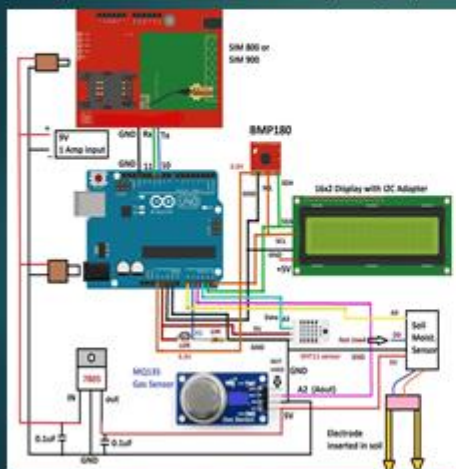
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОНОМ

Якщо будь-яке із значень датчика переходить певний заздалегідь визначений поріг, тоді зумер включається, щоб повідомити користувача. Одне реле підключено – до водяного насоса. Якщо рівень вологості ґрунту низький, тоді водяний насос включається контролером Arduino, щоб забезпечити водою посіви. За статусом врожаю можна дистанційно контролювати за допомогою віддаленої платформи ІОТ. Якщо рівень вологості ґрунту низький, тоді водяний насос включається контролером Arduino, щоб забезпечити водою посіви. За статусом врожаю можна дистанційно контролювати за допомогою віддаленої платформи ІОТ.



Модуляція апаратної платформи Arduino з монітором

Принципова схема є само собою зрозумілою. Подача від 9 до 12 В принаймні 1 ампер. Тут використовується ІС 7805 для забезпечення живлення нагрівального елемента датчика MQ135, який споживає близько 150 мА. Зверніть увагу, що BMP180 працює на напрузі 3,3 В, а напруга 5 В перешкоджає цьому, і висновки для DHT11 можуть бути різними для вашого датчика DHT11.



Схематичне зображення підключень до Arduino

Опис блок-схеми:

Блок-схема проекту складається з наступних підблоків та пристроїв:

Датчик температури вимірює температуру навколишнього середовища врожаю.

Датчик рівня води вимірює рівень води врожаю.

Датчик вологості ґрунту вимірює рівень вологості в ґрунті.

GSM-модем використовується для надсилання SMS-сповіщень користувачеві з інтервалом у 5 хвилин.

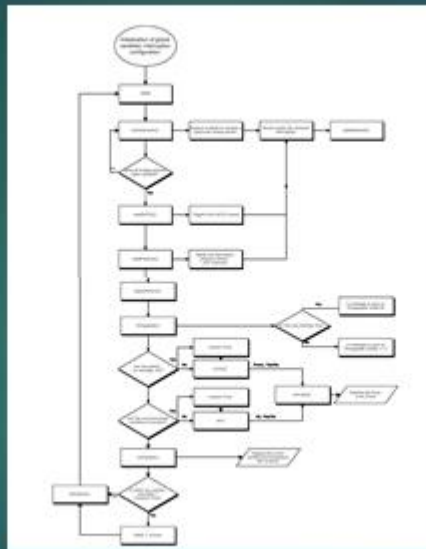
Модуль LORA використовується для передачі значень датчика.

Контролер Arduino взаємодіє з GSM-модемом та модулем LORA, збирає дані від датчиків та активує пристрої виведення.

Реле використовуються для включення вентилятора, а також водяного насоса, щоб підтримувати температуру та рівень вологості врожаю.

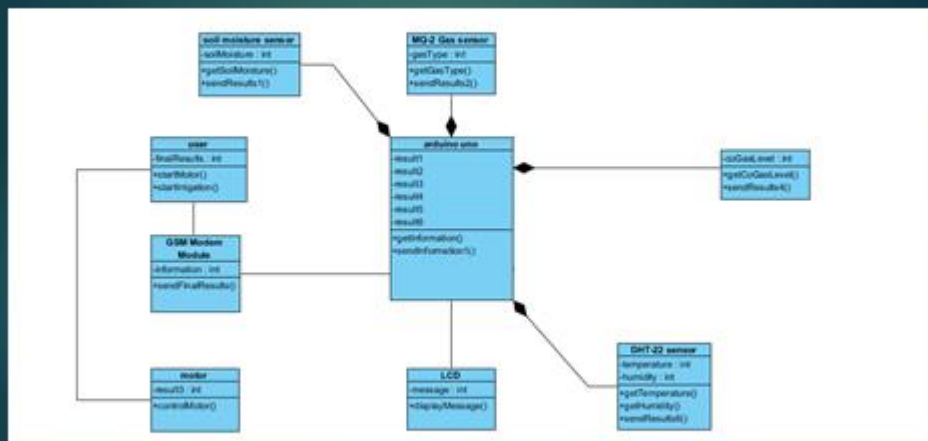
Звуковий сигнал включається, коли будь-яке із значень датчика переходить певний поріг.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОНОМ



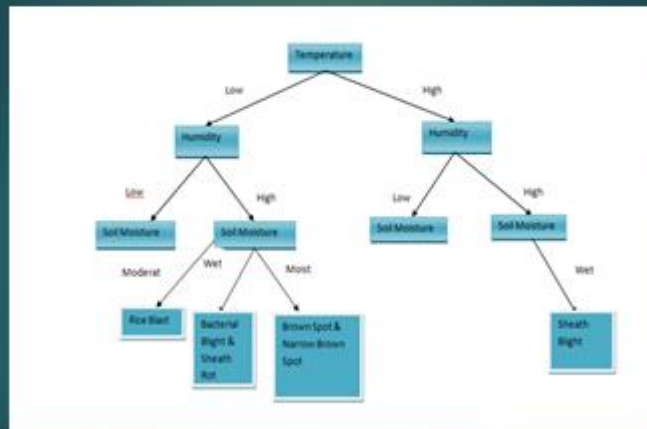
Алгоритм роботи «Агроном»

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АГРОНОМ



Діаграма зв'язків

Алгоритм реакції на данні датчиків



```
#include <LiquidCrystal.h>
...LiquidCrystal lcd(12,11,10,9,8,7);--5
...String temperature,5
...String gas,5
...String readString,5
5
...void setup()--5
...Serial.begin(9600);.....5
...lcd.begin(16,-2);.....5
...5
...void loop()--5
...while (Serial.available())--5
...5
...char incomingData = Serial.read();.....5
...readString = readString + incomingData;.....5
...temperature = readString.substring(0,13); //get the first 13 characters5
...gas = readString.substring(13,-1); //get the last 3 characters5
5
...Serial.print(incomingData); //here I have my string: 20.1124325452024-gichs-is-
updating properly when I have sensor values changes 5
5
...// Process message when new line character is detected5
...if (incomingData == "\n")5
...5
...Serial.println(temperature);5
...lcd.setCursor(0,0);.....5
...lcd.setCursor(0,1);.....5
...lcd.print(temperature);.....5
...delay(500);5
...temperature = "";.....// Clear QdatePrints buffer5
5
...Serial.println(gas);5
...lcd.setCursor(0,-2);5
...lcd.setCursor(0,1);.....5
...lcd.write("%");5
...lcd.print(gas);5
...delay(500);5
...gas = "";.....// Clear QdatePrints buffer5
...readString = "";5
...5
```

Функціональний код
обробки даних
для сенсорів в середовищі
Ардуїно ІДЕ

Датчик якості повітря / датчик газу:



Багатьом менш відомий факт, що рослинам потрібне свіже повітря для живлення та росту. Забруднене повітря змусить рослини хворіти, і ми можемо отримати не найкращу якість фруктів та овочів. Забруднене повітря може також зробити посіви менш імунітетом до хвороб та клопів.

Отже, якість повітря є дуже важливим параметром для оцінки зростання врожаю, для цього ми використовуємо датчик якості повітря MQ 135. MQ 135 постачається з пробивною платою, як показано, і має 4 термінали, і ми збираємось використовувати лише 3 з них Vcc, GND і Aout, що є аналоговим виходом датчика, Dout тут немає. Коли MQ 135 виявляє токсичні гази, значення аналогового виходу збільшується і навпаки. Аналоговий вихід перетворюється у 10-бітове цифрове значення і перетворюється у відсоток із 100.

Датчик температури та вологості

Рослини еволюціонували так, щоб вони чутливі до температури та вологості так само, як починається людина чи будь-яке інше життя. Ми готуємо себе до майбутньої зими чи літа або сезону дощів, щоб нам було комфортно. Подібним чином рослини готуються до майбутніх сезонів або для того, щоб пристосувати їх до найгіршого, або процвітати фруктами та квітами.

Тож температура та вологість є важливими факторами при вирішенні питання про те, коли культури та фрукти будуть готові до обробітки або почнуть давати урожай. Цей параметр вимірюється цифровим датчиком під назвою DHT11, який може вимірювати як температуру, так і вологість.

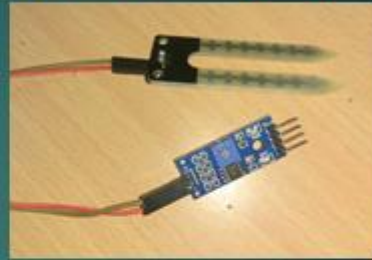


Датчик вологості ґрунту

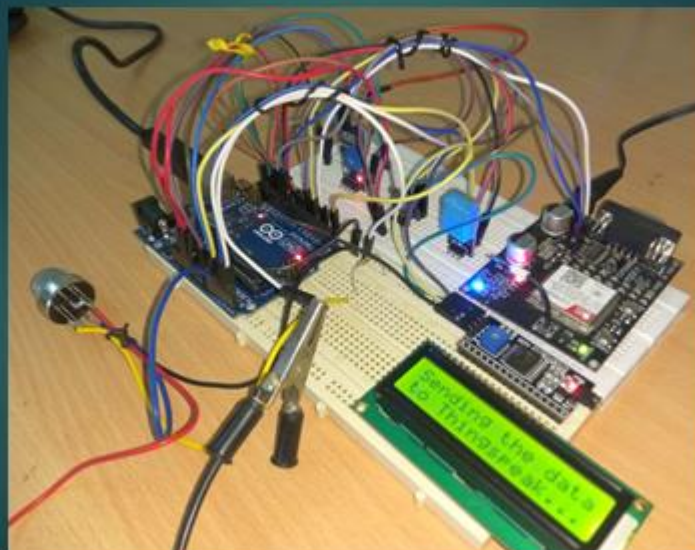
Рослини містять 90% води. Кількість необхідної води варіюється від рослини до рослини. Кількість води, яку слід зрошувати щодня, також змінюється; це залежить від того, наскільки ґрунт може утримувати вологу, поточний сезон, температуру та вологість, як згадувалося на початку цього допису.

Багато фермерів зрошують свої культури більш ніж достатню частину часу лише для того, щоб бути впевненими, що всі їхні культури отримують достатню кількість води; це призведе до неефективного управління водою.

Вологість ґрунту можна виміряти за допомогою зображеного датчика, який має два зубці (електроди), які слід вставити на верхній шар ґрунту. Це аналоговий датчик, який виводить аналогові значення на Arduino.



РОЗДІЛ 4 РЕАЛІЗАЦІЯ



РОЗДІЛ 4 РЕАЛІЗАЦІЯ

Якщо ви вже знайомі з деякими проектами IoT то розумієте, що необхідне підключення до Інтернету.

У цьому конкретному проекті ми використовуємо GSM-модем для доступу до GPRS-Інтернету, це тому, що наш проект буде розміщений на відкритому повітрі, як посеред сільськогосподарського поля, де надання Wi-Fi може бути важким, і навіть якщо ми встановимо мережу Wi-Fi на відкритому повітрі зламати мережу.

Отже, з цих причин ми використовуємо стільникову мережу для підключення проекту до Інтернету.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
WiFiClient client;
const char* server = "api.thingspeak.com";
String writeAPIKey = "fahgkjg64";
if (!client.connect(server, 80)) {}
{}
----// Measure Analog Input (A0)
int valueA0 = analogRead(A0);
{}
----// Construct API request body
String body = "field=";
-----body += String(valueA0);
{}
---- Serial.print("A0: ");
---- Serial.println(valueA0);
{}
----client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
----client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
----client.print("Connection: close\n");
----client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: " + writeAPIKey + "\n");
----client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
----client.print("Content-Length: ");
----client.print(body.length());
----client.print("\n\n");
----client.print(body);
----client.print("\n\n");
{}
}
client.stop();
{}
//wait 20 seconds and post again
delay(20000);
```

СТВОРЕННЯ ОБЛІКОВОГО ЗАПИСУ на ХМАРІ IoT

Вам потрібно [підписатись на Thingspeak](#), ввівши свій ідентифікатор електронної пошти та заповнивши всі необхідні облікові дані. Тепер ваш канал готовий, але вам потрібно внести такі зміни у свій канал, щоб отримати 5 даних датчика:

Field 1	<input type="text" value="Soil Moisture"/>	✕
Field 2	<input type="text"/>	✕
Field 3	<input type="text" value="Air Quality"/>	✕
Field 4	<input type="text" value="Temperature"/>	✕
Field 5	<input type="text" value="Humidity"/>	✕
Field 6	<input type="text" value="ATM Pressure"/>	✕
Field 7	<input type="text"/>	✕

Private View Public View **Channel Settings** Sharing API Keys

Channel Settings

Percentage complete 30%

Channel ID 731861

Name IoT Based Smart Agriculture Monitoring System

Description

ПІДКЛЮЧЕННЯ КЛЮЧА API:



Ключ API API – це приватний ключ, що складається з букв і цифр, який використовується для ідентифікації та запису значень у ваш канал. Цей ключ слід тримати конфіденційно, якщо ви не хочете, щоб інші писали на ваш канал. Цей ключ API буде вставлений у вказаний код програми.

Встановлення необхідних файлів бібліотеки в Arduino IDE:

- 1) LiquidCrystal_I2C.h
- 2) Adafruit_BMP085.h
- 3) Датчик DHT11

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <dht.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>
Adafruit_BMP085 bmp;
dht DHT;
Рідкий Кристал_I2C
рідкокристалічний(0x27, 16, 2);
SoftwareSerial gsm(10, 11); //RX,
TX
#define DHT11_PINA3
int chk;
int humi = 0;
int temp = 0;
в ґрунті = 0;
int BMP = 0;
int газ = 0;
логічний HT;
```

ПІДКЛЮЧЕННЯ APN

Access Point Name (або скорочено APN) – це назва налаштувань, які дозволяють вашому пристрою (телефону / модему / роутера) встановити підключення до шлюзу між мережею вашого оператора і публічної мережею. Ваш оператор зчитує ці настройки з метою виділення IP-адреса. Залежно від пристрою мережі конкретного оператора можуть знадобитися різні настройки. У більшості випадків достатньо змінити тільки кілька параметрів, але все ж потрібно зберігати наявні настройки від вашого оператора. Основній масі користувачів ніколи НЕ буде потрібно ручне зміна APN, оскільки в кожен телефон заздалегідь завантажені кілька стандартних налаштувань APN, тому апарат в більшості випадків зможе налаштуватися для здійснення дзвінків автоматично. Це дуже зручно, якщо вам раптом буде потрібна допомога від техпідтримки оператора, якщо якісь настройки мережі в вашому апараті працюють неправильно і доводиться ставити APN вручну.

NAME:MMS **GPRS APN:** mms **MMSC:** http://mmsc:8002/ **Проксі**
MMS: 192.168.010.010 **Порт MMS:** 8080 **MCC:**255 **MCC:**01 **Тип APN:** mms

АНАЛІЗ MATLAB

Зчитування даних з датчиків, що передаються з контролеру таких як дані про температуру та вологість з [каналу 4004 ThingSpeak](#), який збирає дані, пов'язані з погодою, з пристрою Arduino[®]. Запис даних про температуру та вологість у свій канал вимірювання точки роси разом із розрахунковими даними про точку роси. Потім використовуйте ThingSpeak™ для візуалізації результатів на вашому каналі.



```
%% Enter your MATLAB code below
readData = read('');
url2000 = 'https://api.thingSpeak.com/api'; % Replace with your channel number
url2001 = 'https://api.thingSpeak.com/api'; % Replace with your channel write key
[Temp,Time] = thingSpeakRead(readData,'fields',{'temp','humidity'});
humidity = thingSpeakRead(readData,'fields',{'humidity'});
temp = (32)*(Temp-32);
t = 24.5;
gamma = log(humidity/100) + 0.7103*(10-temp);
dewPoint = t*(gamma/(2-gamma));
dewPoint = (dewPoint*9) + 32;
thingSpeakWrite(url2001,[temp,humidity,dewPoint'],'fields',{'temp','humidity','dewPoint'});
```



Рекомендації щодо застосуванню запропонованого рішення

Для розрахунків використовувались ринкові ціни на всі модульні частини, що враховані в концепції. За основу береться поле в 1га для легкої масштабованості. Всі данні, що враховуються мають теоретичний характер та не застосовувались мною на практиці.

При загальній концепції, що вказана в розділі 3.1, та при виборі хмарної платформи Xively, що надає безкоштовні функції та аналіз і візуалізацію даних, інфраструктура є незатратною, що є найголовнішою ланкою. Енергозатрати системи малі через використання LoRaWAN, проте це підвищило цінову політику проекту. В довготривалій перспективі це окуляється, через меншу затрату людського ресурсу та закупку акумуляторів низького заряду та надає велику перевагу при масштабованості через те, що апаратна платформа може отримувати данні з датчиків на 15га. Єдина частина системи, потребує великого заряду, а саме апаратна платформа, через WiFi та GSM модулі.

Варіанти P/Arduino	90-105
+ Wi-Fi модем	+ 80доларів
+ IOT LORA GATEWAY NAT	+ 15\$
+ Датчик вологості + (G1-2 в 100 кГц.) + акумуля.	+ 1-2\$-2\$-10\$
+ Mini-вентилятор вимілоу	+ 5\$
+ Кристалиний осцилятор	+ 7\$
+ Датчик кислотності(G1-2 в 100 кГц.) + акумуля.	+ 5\$-2\$-10\$
+ Датчик газу	+ 2\$-2\$-10\$
+ Конденсатори	+ 5\$
+ Кабель та з'єднувачі	+ 4\$
+ PCB and Breadboards	+ 1\$
+ Трансформатор / адаптер	+ 15\$
+ Вилмик	+ 3\$
+ battery / outlet	+ 2\$

ВИСНОВКИ

За спостереженням, найбільш важливим збором даних датчиків для вимірювання є температура навколишнього середовища, вологість навколишнього середовища, а також є деякі інші дані датчика, також зібрані для додатків IoT, такі як вологість ґрунту і рН ґрунту. Wi-Fi/GSM користується найбільшим попитом у сільському господарстві та сільському господарстві, її. Інші технології, такі як ZigBee, RFID, Raspberry pi, WSN, Bluetooth, LoRa і GPRS, мають менший попит в сільському господарстві та сільському господарстві. У порівнянні з сільськогосподарським сектором Європи, фермерства України, мають меншу частку відсотка, що використовує IoT для автоматизації

ТЕЗИ ТА СТАТТЯ

Тези: «Використання IoT рішень щодо функціонування аграрної інформаційної системи Агроном спостереження за земельною ділянкою» Вісімнадцята міжнародна наукова-технічна конференція Проблеми інформатизації, 12–13 квітня 2021 року; НАУ, ПНТУ ім. Юрія Кондратюка, та інші; Київ, Полтава, Кіровоград, Катовиці, та інші; ст. 35–36.

Стаття: «Переваги впровадження в аграрний сектор і маркетинг технології інтернет речей»: Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, № 68. – С 38–41



ДЯКУЮ!