

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

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформаційних систем та технологій

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Інтегровані інформаційні системи»
спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»
на тему: «Система збору метеоданих»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи ІА-91

Загоруйко Олександр Володимирович _____

Керівник:

Доцент кафедри ІСТ, к.т.н.

Новацький Анатолій Олександрович _____

Рецензент:

Доцент кафедри обчислювальної техніки, к. т. н.

Селіванов Віктор Левович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформаційних систем та технологій
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»
Освітньо-професійна програма «Інтегровані інформаційні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Загоруйку Олександрову Володимировичу

1. Тема проєкту «Система збору метеоданих», керівник проєкту Новацький Анатолій Олександрович, доцент кафедри ІСТ, затверджені наказом по університету від «31» травня 2023 р. № 2101-с
2. Термін подання студентом проєкту: 12 червня 2023 року
3. Вихідні дані до проєкту: Параметри контролю, вимірювання метеоданих, передача через радіоканал.
4. Зміст пояснювальної записки: Призначення та область застосування, технічна характеристика. Аналіз існуючих рішень. Вибір окремих вузлів для системи. Опис інтерфейсів для підключення. Розробка і опис структурних схем. Розробка і опис функціональної схеми . Розробка і опис алгоритму роботи. Висновки. Перелік використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу: Схеми електричні структурні №1.1 – 1.2 . Схеми електричні функціональні. Схеми алгоритму роботи.
6. Дата видачі завдання 4 травня 2023 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Огляд та аналіз існуючих рішень	25.04.2023	Виконано
2	Вибір модулів та датчиків	30.04.2023	Виконано
3	Вибір та опис інтерфейсів підключення	15.05.2023	Виконано
4	Розробка та опис структурних схем	27.05.2023	Виконано
5	Розробка та опис функціональної схеми	30.05.2023	Виконано
6	Розробка та опис алгоритму роботи	01.06.2023	Виконано

Студент

Олександр ЗАГОРУЙКО

Керівник

Анатолій НОВАЦЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Загоруйко О.В. Система збору метеоданих. КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2023.

Ключові слова: метеодані, збір, метеостанція, мікроконтролер, датчики, аналіз, погода.

Пояснювальна записка дипломного проєкту містить 65 с. тексту, 7 розділів, 32 рисунка, 4 таблиці, посилання на 16 літературних джерел, 1 додаток, 4 кресленика.

Метою розробки є створення системи збору метеорологічних даних. Оскільки системи такого плану є важливими і актуальними інструментами в сучасному світі, було прийнято рішення розробити таку систему. Їх актуальність пояснюється рядом факторів. По-перше, точні метеорологічні дані дозволяють розробляти більш точні прогнози погоди, що є важливим для попередження стихійних лих і планування діяльності в різних галузях, включаючи сільське господарство, енергетику та транспорт.

Дані системи є необхідними для проведення кліматичних досліджень та вивчення змін клімату. Вони надають можливість аналізувати тренди змін та розробляти стратегії адаптації до змін клімату.

Третє, системи збору метеоданих мають велике економічне значення. Точні дані допомагають підприємствам та галузям планувати свою діяльність, уникати збитків та забезпечувати ефективну роботу.

Крім того, збір метеоданих є важливими для надання попереджень про небезпечні погодні явища, такі як повені, посухи, урагани тощо. Це допомагає підвищити безпеку населення та мінімізувати збитки.

Розроблений проєкт може бути використаний для створення подібної системи у різних галузях, де необхідно збирати та аналізувати метеодані .

SUMMARY

Zahoruiko O.V. Meteorological Data Collection System. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, 2023.

Keywords: meteorological data, collection, weather station, microcontroller, sensors, analysis, weather.

The explanatory note of the diploma project consists of 65 pages of text, 7 chapters, 32 figures, 4 tables, references to 16 literary sources, 1 appendix, and 4 drawings.

The aim of the development is to create a meteorological data collection system. Since such systems are important and relevant tools in the modern world, the decision was made to develop such a system. Their significance is explained by several factors. Firstly, accurate meteorological data allows for more precise weather forecasting, which is crucial for preventing natural disasters and planning activities in various sectors, including agriculture, energy, and transportation

These systems are necessary for conducting climate research and studying climate change. They provide the opportunity to analyze change trends and develop strategies for climate adaptation.

Thirdly, meteorological data collection systems have significant economic value. Accurate data helps businesses and industries plan their activities, avoid losses, and ensure efficient operations.

Additionally, collecting meteorological data is essential for providing warnings about hazardous weather phenomena such as floods, droughts, hurricanes, etc. This helps enhance public safety and minimize damages.

The developed project can be used to create similar systems in different fields where collecting and analyzing meteorological data is necessary.

Номер рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. аркушів	Номер екзем.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2						
3			Знову розроблена			
4						
5	A4	IA91.110БАК.004 ПЗ	Пояснювальна записка	65		
6	A3	IA91.110БАК.004 Э1.1	Система збору метеоданих.	1		
7			Схема електрична структурна			
8	A3	IA91.110БАК.004 Э1.2	Система збору метеоданих.	1		
9			Метеостанція. Схема			
10			електрична структурна			
11	A3	IA91.110БАК.004 Э2	Система збору метеоданих.	1		
12			Метеостанція. Схема			
13			електрична функціональна			
14	A3	IA91.110БАК.004 Д1	Система збору метеоданих	1		
15			Схема алгоритму роботи			
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	ІА91.180БАК.001 ТП Система збору метеоданих Відомість проєкту	
Розроб.		Загоруйко О.В.				
Керівн.		Новацький А.О.				
Затв.					Літ. Т Аркуш 1 Аркушів 1 КПІ ім. Ігоря Сікорського Група ІА-91	

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Система збору метеоданих»**

Київ – 2023 року

ЗМІСТ

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ	6
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	7
3 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ	8
3.1 Спостереження за метеорологічними показниками.....	8
3.2 Метеорологічні мережі.....	9
3.3 Тенденція розвитку метеорологічних мереж	9
3.4 Всесвітня метеорологічна організація	10
3.5 Умови мережевих метеорологічних спостережень	12
3.6 Метеостанція Davis Vantage Pro2 Plus	12
3.7 Метеостанція Ambient Weather WS-2902A.....	15
4 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ.....	18
4.1 Вибір контролера.....	18
4.2 Вибір датчиків	20
4.2.1 Датчик температури.....	20
4.2.2 Датчик вологості	22
4.2.3 Датчик атмосферного тиску.....	23
4.2.4 Датчик швидкості вітру	24
4.2.5 Датчик опадів.....	25
4.2.6 Датчик ультрафіолетового випромінювання	27
4.2.7 Датчик вологості ґрунту	28
4.2.8 Датчик напрямку вітру	29
4.3 Вибір GPRS/GSM модуля для зв'язку.....	30
4.4 Вибір зовнішньої флеш-пам'яті.....	31
4.5 1-WIRE інтерфейс	32
4.5.1 Опис інтерфейсу.....	32

					ІА91.110БАК.004 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис					
Розробив	Загоруйко О.В.				Система збору метеоданих. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Новацький А.О.					Т	2	65
						КПІ ім. Ігоря Сікорського Група ІА-91		
Затв.								

4.5.2	Фізична реалізація інтерфейсу	33
4.5.3	Структура мережевого інтерфейсу 1-WIRE	35
4.5.5	Організація пам'яті датчиків.....	38
4.5.6	Регістр датчика температури	39
4.5.7	Встановлення стану «Аварія»	39
4.5.8	Циклічний надлишковий код	40
4.6	Інтерфейс I ² C	41
4.6.1	Особливості інтерфейсу	41
4.6.2	Формат пакету даних I ² C.....	47
4.6.3	Загальна характеристика модуля I ² C.....	48
4.6.4	Режим роботи модуля I ² C.....	50
5	РОЗРОБКА І ОПИС СТРУКТУРНИХ СХЕМ	51
5.1	Опис структурної схеми системи збору метеоданих.....	51
5.2	Опис структурної електричної схеми метеостанції.....	51
6	РОЗРОБКА І ОПИС ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ.....	53
6.1	Схема підключення датчика температури.....	53
6.2	Схема підключення датчика вологості повітря	54
6.3	Схема підключення датчика швидкості вітру	55
6.4	Схема підключення датчика атмосферного тиску.....	55
6.5	Схема підключення датчика ультрафіолетового випромінювання ..	56
6.6	Схема підключення датчика вологості ґрунту.....	57
6.7	Схема підключення датчика опадів	58
6.8	Схема підключення датчика напрямку вітру	59
6.9	Схема підключення GSM модуля.....	59
6.10	Схема підключення модуля зовнішньої флеш-пам'яті	60
6.11	Загальна електрична функціональна схема	61
7	РОЗРОБКА І ОПИС АЛГОРИТМУ РОБОТИ	62
	ВИСНОВКИ.....	63
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64
	ДОДАТОК А.....	66

ВСТУП

Збір метеорологічних даних є надзвичайно важним аспектом в сучасному світі. Усі галузі людської діяльності потребують достовірної інформації про погодні умови та навколишнє середовище. Великі промислові підприємства, транспортні системи, сільське господарство, будівельний сектор, енергетика та багато інших галузей потребують точних даних для планування та прийняття рішень.

Автоматизовані системи збору метеорологічних даних, які використовують сучасні мікроконтролери та мікроконтролерні мережі, стали невід'ємною частиною цього процесу. Завдяки різних датчиків, таких як датчики температури, вологості, тиску, вітру та опадів, ці системи можуть зібрати широкий спектр даних про стан атмосферних явищ.

Для забезпечення комунікації між датчиками та центральною системою збору даних використовуються різні інтерфейси, такі як 1-WIRE та I2C. Інтерфейс 1-WIRE дозволяє підключати датчики до системи за допомогою одного проводу, що спрощує процес підключення та зменшує витрати на проводи. Інтерфейс I2C забезпечує зручну комунікацію між мікроконтролерами та датчиками, дозволяючи підключати до кількох десятків пристроїв до однієї шини.

Комбінація цих інтерфейсів дозволяє створювати потужні та гнучкі системи збору метеорологічних даних, які забезпечують точність, надійність та ефективність. Ці системи здатні не тільки зібрати дані про погоду, але й аналізувати їх, прогнозувати зміни у погодних умовах та надавати корисну інформацію для різних сфер людської діяльності.

Завдяки постійному розвитку технологій та удосконаленню метеорологічних систем, збір метеорологічних даних стає все більш точним, швидким та доступним.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Це дозволяє забезпечувати безпеку, ефективність та стійкість в різних галузях діяльності, а також допомагає у вирішенні глобальних екологічних проблем.

Отже, збір метеорологічних даних та їх подальший аналіз є невід'ємною частиною сучасного світу. Це допомагає в різних сферах діяльності і сприяє досягненню стабільності, ефективності та безпеки у нашому оточенні.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

Система збору метеорологічних даних призначена для нагляду та контролю змін у параметрах навколишнього середовища і забезпечення прогнозу погодних умов.

У сучасному світі існує значна потреба у системах вимірювання метеорологічних параметрів. Вони широко використовуються для прогнозування погоди, дослідження глобальних змін клімату та визначення змін в екологічному стані атмосфери.

Моніторинг довкілля, також відомий як екологічний моніторинг, є комплексною системою спостережень, оцінки та прогнозування змін у стані навколишнього середовища, що відбуваються під впливом природних та антропогенних факторів.

На сьогоднішній день, такі системи є актуальними в різних галузях, включаючи промисловість, транспорт, сільське господарство і екологічне спостереження.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Система збору метеоданих спроектована на основі окремих метеостанцій, які використовують контролери. Кожна метеостанція використовує датчики з різним підключенням, таким як інтерфейс 1-WIRE та I²C для збору таких метеоданих:

1. Температура повітря: від -55 °C до +125 °C.
2. Вологість повітря: від 0% до 100% з точністю приблизно $\pm 2-5\%$.
3. Атмосферний тиск: від 30 кПа до 110 кПа.
4. Швидкість вітру: від 0 м/с до 70 м/с.
5. Рівень опадів: від 0 мм до 20 мм.
6. Напрямок вітру: від 0° до 360°.
7. Ультрафіолетове випромінювання: від 280 нм до 400 нм.
8. Вологість ґрунту: від 200(сухо) до 2000 (волого).

Метеостанція базується на мікроконтролері ATmega328, що використовується в Arduino Uno. Цей мікроконтролер відповідає за керування процесом збору інформації, використовуючи два протоколи передачі даних: I²C та 1-WIRE. Отримані дані зберігаються в пам'яті мікроконтролера та передаються до центрального пункту збору метеорологічних даних.

Для передачі даних через радіоканал використовується спеціальний модуль, який називається універсальним асинхронним приймачем/передавачем. Цей модуль відповідає за керування GSM-радіомодемом, що дозволяє здійснювати передачу даних за допомогою мобільного зв'язку.

Завдяки цій конфігурації, метеостанція може зібрати потрібні метеорологічні дані та передати їх до центрального пункту збору для подальшого аналізу та використання.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

3.1 Спостереження за метеорологічними показниками

Спостереження метеорологічних явищ є невід'ємною складовою для вимірювання та оцінки різноманітних метеорологічних параметрів. Одними з головних вважаються: атмосферний тиск, температура, напрямок вітру, опади, вологість повітря, хмарність, тумани, хуртовини та грози. Крім цього, також враховуються інші величини, які, хоч і не прямо відображають властивості атмосфери, але тісно пов'язані, наприклад тривалість сонячного сьайва, температура ґрунту, випаровування поверхневого шару води.

Метеорологічні спостереження проводяться на різних висотах, включаючи атмосферні шари від земної поверхні до близько 40 кілометрів. Такі спостереження відомі як аерологічні спостереження і використовуються для вивчення верхніх шарів атмосфери. Крім цього, існує методика спостереження, відома як аерономічне спостереження, яка охоплює стан верхніх шарів атмосфери.

Найбільш повні та точні спостереження проводяться в метеорологічних та аерологічних обсерваторіях, що розташовані в різних країнах світу. Хоча їх кількість обмежена, вони відіграють важливу роль. Проте, навіть детальні спостереження в окремих обсерваторіях не можуть повністю охопити всі аспекти атмосферних процесів, оскільки вони залежать від географічних умов. Тому, крім метеорологічних обсерваторій, спостереження проводяться на тисячах метеорологічних станцій та сотнях аерологічних станцій по всій планеті.

У сучасний час системи вимірювання метеорологічних параметрів мають велике значення. Ці параметри використовуються для прогнозування погоди, вивчення глобальних змін клімату та визначення змін екологічного стану атмосфери.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Метеорологічні мережі

Метеорологічні мережі це системи, які зв'язують метеорологічні станції та обсерваторії з метою збору та обробки метеорологічних даних. Їх головна мета полягає у тому, щоб забезпечити точність та широке охоплення метеорологічних спостережень для розуміння та прогнозування погоди, кліматичних змін та інших атмосферних явищ.

Метеорологічні мережі можуть включати національні та міжнародні станції, розташовані на суходолах, у водах та в повітрі. Вони можуть бути розподілені по всьому світу та співпрацювати для обміну даними та спостереженнями.

Ці мережі забезпечують постійний моніторинг погодних умов, збирають дані про температуру, вологість, атмосферний тиск, вітер, опади та інші метеорологічні параметри. Зібрані дані використовуються для підготовки прогнозів погоди, вивчення клімату, проведення наукових досліджень та інших метеорологічних додатків.

Метеорологічні мережі можуть бути національними, керованими державними метеорологічними службами, або міжнародними, де країни співпрацюють для обміну даними та спільного вивчення атмосферних явищ.

Завдяки метеорологічним мережам, ми маємо доступ до широкої мережі метеорологічних даних, які допомагають нам зрозуміти та прогнозувати погоду, вплив клімату на навколишнє середовище та різні галузі людської діяльності.

3.3 Тенденція розвитку метеорологічних мереж

Однією з ключових тенденцій розвитку метеорологічних мереж є збільшення кількості датчиків і станцій спостережень. Завдяки використанню новітніх технологій, таких як бездротові сенсорні мережі і Інтернет речей

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

(IoT), можливо розмістити багато датчиків по великій території. Це дозволяє отримувати просторово розподілені дані про погодні умови, що важливо для точного прогнозу та моніторингу.

Ще одним напрямком розвитку є покращення методів передачі та обробки даних. Швидкість передачі даних зросла завдяки розвитку бездротових комунікаційних технологій, таких як мобільний зв'язок, супутникові мережі та бездротові локальні мережі. Крім того, розвиток хмарних обчислень та аналітичних платформ дозволяє ефективно обробляти великі обсяги метеорологічних даних, виконувати складні моделювання та прогнозування.

Додатково, розвиток метеорологічних мереж сприяє створенню глобальних систем моніторингу погоди та клімату. Міжнародні організації, такі як Всесвітня метеорологічна організація (ВМО), координують спільні зусилля зі збору та обробки метеорологічних даних з усього світу. Це дозволяє зробити точні прогнози погоди, відслідковувати зміни клімату та вчасно реагувати на надзвичайні ситуації, пов'язані з погодними умовами.

Загалом, розвиток метеорологічних мереж сприяє покращенню нашого розуміння погодних явищ, кліматичних змін та їх впливу на життя людей і навколишнє середовище. Він надає важливі дані для прийняття рішень у сферах сільського господарства, транспорту, будівництва, екології та багатьох інших. Передові технології та інновації у цій галузі відкривають нові можливості для точного прогнозування та управління погодними явищами, що сприяє безпеці, зручності та сталому розвитку суспільства.

3.4 Всесвітня метеорологічна організація

ВМО (Всесвітня метеорологічна організація) є спеціалізованою агенцією Організації Об'єднаних Націй (ООН), яка займається координацією та підтримкою діяльності в галузі метеорології, кліматології та пов'язаних з

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ними наукових досліджень. ВМО була заснована у 1950 році і має своє головне секретаріат у Женеві, Швейцарія.

Метою ВМО є сприяння співробітництву між країнами у сфері метеорології, забезпечення обміну метеорологічною інформацією та дослідженнями, а також розвиток стандартів та нормативів для метеорологічних спостережень і передачі даних. Організація також сприяє розвитку національних метеорологічних служб і надає їм підтримку та технічну допомогу.

Однією з ключових функцій ВМО є збір, обробка та аналіз метеорологічних даних з усього світу. Ця інформація використовується для складання прогнозів погоди, вивчення клімату, виявлення змін клімату і прогнозування небезпечних погодних явищ, таких як урагани, повені, посухи тощо. ВМО співпрацює з національними метеорологічними службами та використовує супутникові системи та мережі спостережень для отримання найактуальніших даних про погоду та клімат.

Організація також займається науковим дослідженням у галузі метеорології та кліматології. ВМО організовує міжнародні програми досліджень, спрямовані на вивчення глобальних змін клімату, взаємозв'язку між атмосферою, океанами та льодовиками, впливу людської діяльності на клімат і багато іншого. Ці дослідження мають велике значення для розуміння природних процесів, передбачення змін клімату та розробки стратегій адаптації до них.

ВМО також грає важливу роль у попередженні та управлінні надзвичайними ситуаціями, пов'язаними з погодою. Організація співпрацює з різними міжнародними організаціями, такими як Всесвітня організація здоров'я (ВОЗ) та Міжнародний комітет Червоного Хреста (МКЧХ), для попередження стихійних лих та надання допомоги постраждалим.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

В цілому ВМО має за мету забезпечити належний моніторинг погоди, клімату та пов'язаних з ними явищ, а також підтримувати наукові дослідження і застосовувати метеорологічні знання для досягнення сталого розвитку та благополуччя нашої планети.

3.5 Умови мережевих метеорологічних спостережень

Для мережевих метеорологічних спостережень, окрім синхронності, важливими є тривалість і безперервність спостережень. Режим атмосферних процесів може значно відрізнятися між окремими роками.

Саме це вказує на необхідність мати тривалі ряди систематичних спостережень для вивчення клімату. Для аналізу змін клімату метеорологічні спостереження мають проводитися протягом необмеженого тривалого періоду. Також важливо, щоб метеорологічні станції залишалися на одному місці якомога довше, оскільки переміщення станцій може порушити безперервність та однорідність тривалих спостережень. Будівництво в місцевості також може негативно впливати на однорідність рядів спостережень. Для прогнозу погоди також важливо проводити постійні та безперервні метеорологічні спостереження, оскільки кожен день в атмосфері виникають нові та різноманітні умови, і прогнози базуються на фактичних умовах в сьогоденні та минулому.

Розглянемо декілька прикладів різноманітних систем збору метеоданих, що використовуються для різних цілей.

3.6 Метеостанція Davis Vantage Pro2 Plus

Один з прикладів існуючих метеостанцій зображено на рисунку 3.1 - Davis Vantage Pro2 Plus. Ця метеостанція є дуже популярною серед приватних користувачів та професійних метеорологів, завдяки своїй надійності та

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

високій якості вимірювань. Вона широко застосовується у сільському господарстві, оскільки забезпечує точні показники температури, вологості, опадів і вітру. Це надає велику допомогу фермерам у плануванні їхніх сільськогосподарських робіт та прогнозуванні урожайності. Метеостанція має широкі можливості та здатність збирати даних протягом тривалого часу, що дозволяє проводити детальний аналіз кліматичних умов і зробити висновки для покращення сільськогосподарської діяльності.



Рисунок 3.1 – Метеостанція Davis Vantage Pro2 Plus

Нище наведено таблицю 3.1 з характеристиками метеостанції.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Характеристики Davis Vantage Pro2 Plus:

Тип вимірювання	Одиниця вимірювання
Швидкість вітру	3.2 – 241.4 км/год
Зовнішня температура	Від -40 до +65 °C
Внутрішня температура	Від 0 до +60 °C
Діапазон вологості	0 – 100%
Діапазон сонячної радіації	Від 0 до 1800 Вт/м2
Діапазон УФ випромінювання	Індекс УФ 0 - 16
Напрямок вітру	Від 0° до 360°

Переваги даної станції:

- Висока точність вимірювань температури, вітру, опадів та інших параметрів;
- Можливість бездротового зв'язку між метеостанцією та отриманням даних на комп'ютері або мобільному пристрої;
- Легка установка та налаштування;
- Можливість підключення до додаткових датчиків (наприклад, для вимірювання рівня сонячної радіації);
- Довговічність та надійність.

Недоліки Davis Vantage Pro2 Plus:

- Висока ціна в порівнянні з іншими метеостанціями на ринку;
- Можливі проблеми з точністю вимірювань у разі неправильного розміщення датчиків.

3.7 Метеостанція Ambient Weather WS-2902A

Метеостанція Ambient Weather WS-2902A (рисунок 3.2) має бездротовий зв'язок із віддаленим дисплеєм та може надавати в режимі реального часу інформацію про температуру, вологість, швидкість вітру, напрям вітру, атмосферний тиск, кількість опадів та інші метеорологічні параметри. Дані можна збирати у вигляді графіків та гістограм, а також надсилати на смартфони або комп'ютери через Wi-Fi зв'язок. Ця метеостанція може бути використана для домашнього використання, а також для наукових досліджень та інших цілей, де потрібно збирати точні метеорологічні дані в режимі реального часу.



Рисунок 3.2 – Метеостанція Ambient Weather WS-2902A

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні характеристики вимірювання можна переглянути у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Характеристики Ambient Weather WS-2902A:

Тип вимірювання	Одиниця вимірювання
Підключення	Wi-Fi
Виміри	Температура, тиск, вологість, швидкість та напрямок вітру, кількість опадів.
Швидкість вітру	0 – 100 км/год
Внутрішня температура	Від -10 до + 60 °C
Зовнішня температура	Від -40 до +65 °C
Діапазон вологості	0 – 100%
Напрямок вітру	Від 0° до 360°

Переваги Ambient Weather WS-2902A Smart Weather Station:

- Легке налаштування: Установка цієї метеостанції дуже просте, інструкція зрозуміла і легко виконується.
- Бездротовий доступ: Дана метеостанція підключається до WiFi, що дозволяє дистанційно отримувати дані про погоду в режимі реального часу на мобільний додаток або комп'ютер.
- Пристосованість до різних погодних умов: Ambient Weather WS-2902A Smart Weather Station може працювати при широкому діапазоні температур та вологості, що дозволяє отримувати точні дані в будь-який час.
- Широкий діапазон функцій: Метеостанція може вимірювати температуру, вологість, тиск, швидкість та напрямок вітру, а також кількість опадів.
- Додаткові функції: WS-2902 також може розраховувати точку роси,

охлаждающий эффект вітру та температурний індекс. Це дозволяє вам отримувати більш повну картину погодних умов і зрозуміти їх вплив на комфорт та безпеку.

– Доступ до платформи AmbientWeather.net: Використовуючи цю платформу, ви зможете зберігати свої дані, аналізувати їх та переглядати графіки і діаграми. AmbientWeather.net надає зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для моніторингу та аналізу погодних умов.

Недоліки даної станції:

– Висока вартість: В порівнянні з деякими іншими метеостанціями ціна на Ambient Weather WS-2902A є досить високою, що може відлякувати користувачів.

– Залежність від WiFi: Щоб користуватися додатком, потрібне постійне підключення до WiFi, що може бути проблемою у віддалених або недоступних місцях.

– Обмежена вибірковість встановлення: Метеостанція може бути встановлена тільки на плоскому поверхні, що обмежує можливості розташування у природному середовищі, такому як у лісі або на гірському схилі.

– Відсутність деяких функцій: Хоча ця метеостанція має широкий діапазон функцій, вона не містить деяких інших, які присутні в інших моделях, наприклад, можливість вимірювання радіації

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ

4.1 Вибір контролера

Перш за все було проведено аналіз плат Arduino які найчастіше використовуються, серед них Nano, Uno, Mega 2560. В таблиці 4.1 наведено характеристики цих плат.

Таблиця 4.1 – Характеристики Arduino модулів

	Arduino Nano	Arduino Uno	Arduino Mega 2560
Робоча напруга	5В	5В	5В
Цифрові входи/виходи	14	14	54
Аналогові входи/виходи	8	6	16
Флеш-пам'ять	32 КБ	32 КБ	256 КБ
ОЗП	2 КБ	2 КБ	8 КБ

Після аналізу таблиці 4.1, було вирішено обрати плату Arduino Uno з-поміж доступних варіантів. Ця плата має достатню кількість цифрових та аналогових входів, необхідних для підключення всіх компонентів системи. Щодо пам'яті, флеш-пам'ять та оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП) Arduino Uno мають достатньої ємності для запису програмного коду. Arduino Nano, натомість, має обмежену пам'ять, тоді як у Arduino Mega 2560 залишається багато вільного простору. Таким чином, Arduino Uno найбільш підходить за своїми характеристиками і вартістю.

Arduino Uno є мікроконтролером, який базується на ATmega328. Зовнішній вигляд плати Arduino Uno можна побачити на рисунку 4.1. Ця платформа має ряд характеристик, зокрема 14 цифрових входних-вихідних пінів (6 з них можуть використовуватися як піни для вихідного сигналу з шириною імпульсу ШІМ), 6 аналогових пінів, генератор змінної напруги(кварцовий) з частотою 16 МГц, USB-роз'єм, роз'єм живлення, вхід

ICSP та кнопку RESET(скидання). Для роботи платформи необхідно підключити її до комп'ютера за допомогою USB-кабелю або ж живлення через адаптер AC/DC або батарею.

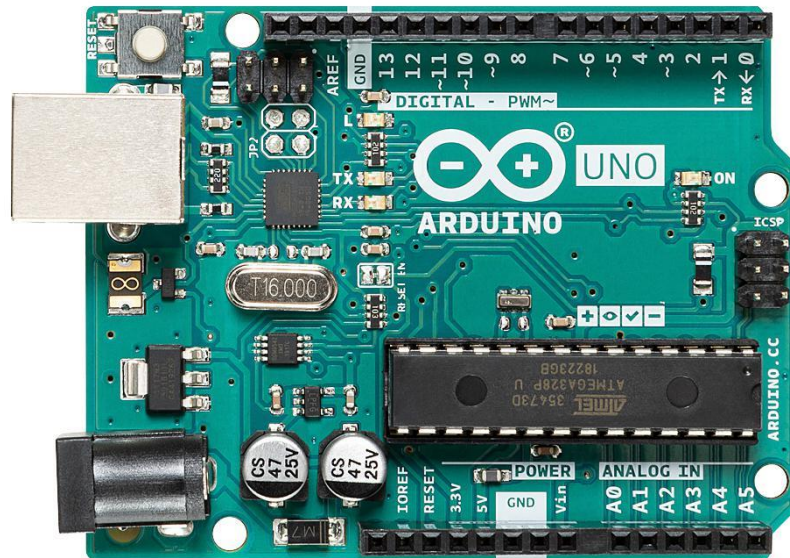


Рисунок 4.1 – Контролер Arduino Uno

Arduino Uno може використовувати живлення як через USB так і через зовнішнє джерело живлення. Якщо використовувати зовнішнє джерело живлення, то Arduino Uno автоматично в якості пріоритету вибирає його. Зовнішнє живлення може бути подано за допомогою перетворювача напруги AC/DC (блока живлення) або акумуляторної батареї.

Для підключення перетворювача напруги до плати Arduino Uno необхідно використовувати роз'єм з діаметром 2,1 мм і центральним позитивним полюсом. У цьому випадку, позитивний полюс перетворювача напруги повинен бути підключений до центрального контакту роз'єму, щоб забезпечити правильне живлення плати.

Якщо використовується акумуляторна батарея, провід від батареї підключається до виводів GND і VIN роз'єму живлення на платі Arduino Uno.

Плата Arduino Uno може працювати з зовнішнім живленням в діапазоні від 6 до 20 В. Проте, важливо враховувати наступні відомості: при напрузі живлення нижче 7 В, вихідний сигнал 5 В може бути меншим за 5 В, що може призвести до нестабільної роботи плати. Також використання напруги живлення вище 12 В може призвести до перегріву регулятора напруги та пошкодження плати. Рекомендований діапазон живлення для стабільної роботи - від 7 до 12 В.

Роз'єми живлення на платі Arduino Uno включають:

- VIN: Вхід для живлення від роз'єму USB або іншого джерела живлення.
- 5V: Кероване джерело напруги, яке живить мікроконтролер та компоненти на платі. Живлення може надаватися як, через вивід VIN за допомогою регулятора напруги так і від USB або іншого керованого джерела з напругою 5 В.
- 3V3: Вивід, що генерує напругу 3,3 В за допомогою вбудованого регулятора на платі. Максимальний струм споживання - 50 мА.
- GND: Вивід заземлення, використовується для створення спільного заземлення з іншими компонентами системи.

Ці роз'єми дозволяють забезпечити правильне живлення плати Arduino Uno залежно від ваших потреб та джерела живлення.

4.2 Вибір датчиків

4.2.1 Датчик температури

Для вимірювання температури повітря можна використати один з найпопулярніших датчиків температури DS18B20 (рисунок 4.2). Датчик можна використовувати у термометрах, акваріумах, теплицях, промислових системах, домашніх проектах тощо.

Особливостями цього датчика є можливість надання екстреного сигналу та унікальний серійний номер, що дозволяє підключати багато датчиків до

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

однієї лінії зв'язку. Датчик дозволяє встановлювати роздільну здатність від 9 до 12 біт. Діапазон вимірювання температури становить від -55 до +125 °С. Похибка вимірювання температури в діапазоні від -10 до +85 °С не перевищує 0,5 °С.

Сенсор має пам'ять, яка складається з SRAM і EEPROM. SRAM є оперативною пам'яттю, а EEPROM - енергозалежною пам'яттю, яка зберігає регістри TH і TL. За допомогою цих регістрів можна встановити порогові значення температури оточуючого середовища.

Інформація про температуру навколишнього середовища передається за допомогою протоколу 1-Wire.

На шині даних DS18B20 завжди є пристроєм-сполучником. Передача даних розпочинається з ініціалізації, яка супроводжується імпульсом присутності. Цей імпульс повідомляє головному пристрою (мастеру) про наявність датчика і його готовність до роботи.

DS18B20, як датчик температури, може працювати в режимі "паразитного живлення". При використанні цього режиму не потрібно використовувати зовнішнє джерело живлення. Щоб активувати цей режим, необхідно підключити PIN живлення VDD до "землі" (GND). Діапазон напруги живлення датчика становить від 3 до 5,5 В.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

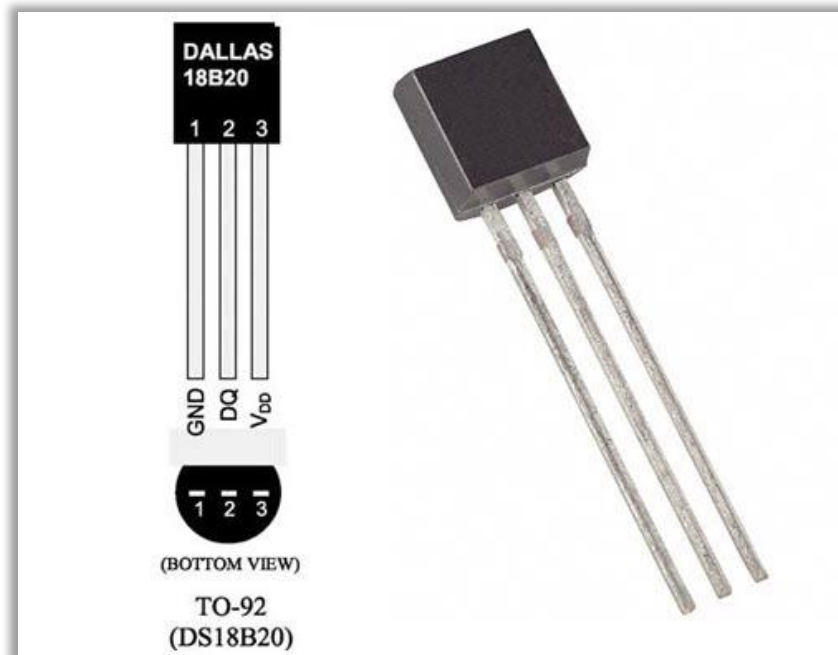


Рисунок 4.2 – Датчик температури DS18B20

4.2.2 Датчик вологості

Датчик DHT22 (також відомий як AM2302) - це цифровий датчик вологості, який забезпечує точні вимірювання у реальному часі. Він є одним з найпопулярніших датчиків для проектів Arduino та інших мікроконтролерних систем.

DHT22 (рисунок 4.3) оснащений ємнісним вологоміром для вимірювання вологості. Датчик використовує простий протокол передачі даних однопровідним інтерфейсом, що робить його легким у використанні та підключенні до різних платформ.

Основні характеристики датчика DHT22:

- Вимірювання вологості: Діапазон вимірювання вологості становить від 0% до 100% з точністю приблизно $\pm 2-5\%$, залежно від умов навколишнього середовища.
- Напруга живлення: Датчик працює з напругою живлення 3,5 – 5,5 В, що робить його сумісним з більшістю мікроконтролерів.

- Протокол передачі даних: Датчик передає дані у цифровому форматі за допомогою однопровідного інтерфейсу. Кожне вимірювання (температура і вологість) займає 16 біт, які передаються послідовно.
- Корпус і розміри: DHT22 має компактний корпус з трьома виводами для живлення (VCC), заземлення (GND)

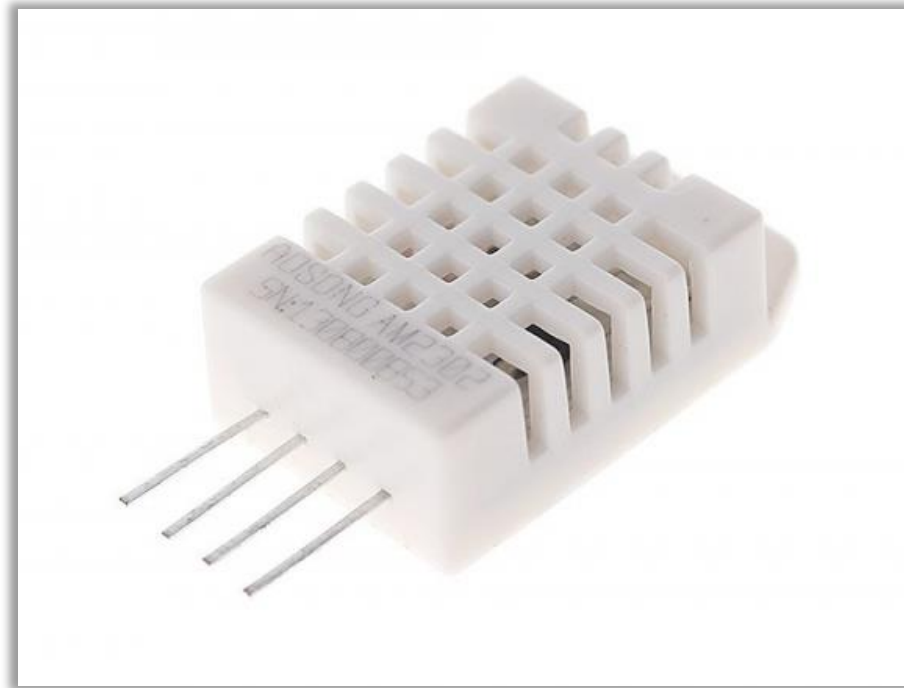


Рисунок 4.3 – Датчик вологості DHT22

4.2.3 Датчик атмосферного тиску

BMP280 - це високоточний датчик атмосферного тиску і температури, розроблений компанією Bosch Sensortec. Цей цифровий датчик забезпечує надійні вимірювання тиску і температури і широко застосовується в різних пристроях, включаючи метеостанції, трекери висоти і системи внутрішньої навігації.

ВМР280 (рисунок 4.4) здатний вимірювати атмосферний тиск у діапазоні від 300 до 1100 гПа (гектопаскалів) з високою точністю і роздільною здатністю. Це дозволяє використовувати датчик для визначення висоти над рівнем моря або прогнозування погоди.

Датчик розроблений з низьким споживанням енергії, що дозволяє використовувати його в пристроях з батарейним живленням з тривалим терміном служби.



Рисунок 4.4 – Датчик атмосферного тиску ВРМ280

4.2.4 Датчик швидкості вітру

У якості датчика швидкості вітру було розглянуто Wind Speed Sensor від компанії Adafruit (рисунок 4.5). Цей сенсор має інтерфейс 1-Wire і наступні технічні характеристики:

- Точність: ± 1 м/с;

- Напруга живлення: 4,0-5,5 В;
- Сила струму живлення: 200 мікроампер;
- Вихідна напруга: від 0,4 до 2 В;
- Діапазон вимірювання: від 0,5 до 50 м/с;
- Максимальна швидкість вітру: 80 м/с.



Рисунок 4.5 – Adafruit датчик швидкості вітру (анемометр)

4.2.5 Датчик опадів

Датчик витоку та дощу в проектах Arduino дозволяє виявити появу крапель вологості і вчасно на це відреагувати, наприклад, включивши сповіщення. Такі системи широко використовуються в сільському господарстві, автомобілебудуванні та інших повсякденних сферах нашого життя. У цій статті ми розглянемо роботу з готовим модулем (рисунок 4.6), який легко можна придбати в будь-якому спеціалізованому інтернет-магазині.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

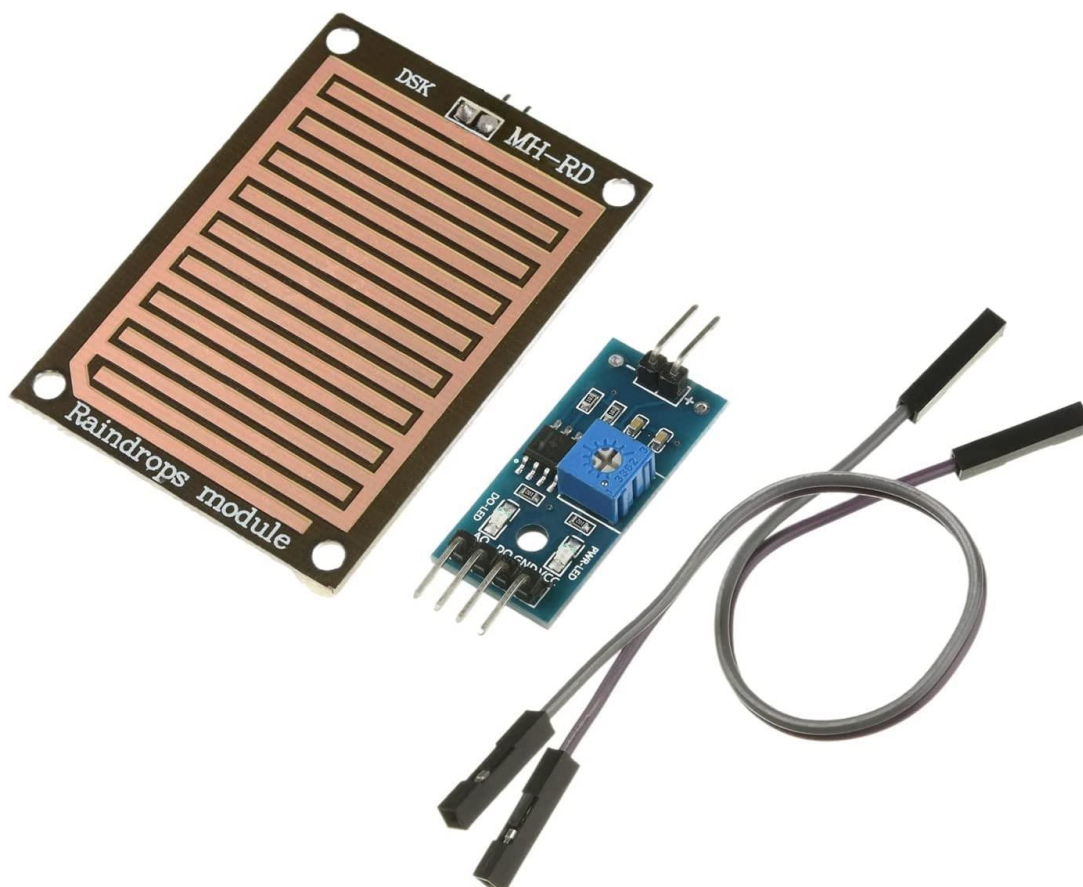


Рисунок 4.6 – Датчик опадів

Модуль датчика складається з двох частин:

1. Перша частина - "сенсорна" дошка для виявлення крапель. Вона відстежує кількість вологості, яка потрапляє на неї. По суті, сенсор представляє собою простий змінний резистор, який замикатиметься водою в різних місцях, що призводить до зміни опору.

2. Друга частина датчика - подвійний компаратор (зазвичай, LM393, але можуть бути варіанти LM293 і LM193). Його основна задача – перетворення значення з сенсора на аналоговий сигнал від 0 до 5 вольт

Датчик живиться напругою 5 В, яку легко можна забезпечити з будь-якої плати Arduino. Зазвичай модуль датчика має два вихідні сигнали:

Аналоговий вихід: Значення, яке отримує контролер, буде варіюватися від 0 до 1023. В Arduino значення діапазону від 0 до 1023 широко

використовується для представлення аналогових вимірювань. Arduino UNO та інші плати з мікроконтролерами ATmega мають 10-бітний аналого-цифровий перетворювач (АЦП), що дозволяє конвертувати аналогові сигнали в цифровий формат. Коли аналоговий сигнал конвертується в цифрове значення, він масштабується від 0 до 1023. Значення 0 відповідає найнижчому аналоговому напрузі (зазвичай 0 вольт), а 1023 - найвищому аналоговому напрузі (зазвичай напруга живлення, яка на Arduino UNO рівна 5 вольтам). В даному випадку 0 означає повністю затоплену або сильний дощ, що вказує на дуже вологий датчик, а 1023 вказує на суху погоду з сухим датчиком. В деяких датчиках значення можуть бути оберненими, де 1023 відповідає максимальній вологості, а 0 - максимальній сухості.

Цифровий вихід: Він видає високий (5 В) або низький рівень напруги, якщо досягнуто певного порогу. Рівень порогу можна налаштувати за допомогою потенціометра.

4.2.6 Датчик ультрафіолетового випромінювання

Датчик ультрафіолетового інтерфейсом I²C, який містить у собі LTR390-UV-01 (рисунок 4.7). Він призначений для вимірювання ультрафіолетового та видимого світла, а також надає значення інтенсивності світла.

Основні характеристики:

- Включає LTR390-UV-01 для вимірювання ультрафіолетового та видимого світла.
- Вбудований АЦП, який надає значення інтенсивності світла через шину I²C з меншим впливом шуму.
- Підтримує вихід переривань, програмовані верхня/нижня межа порогу.
- Вбудований перекладач напруги, сумісний з робочими напругами 3,3 В/5 В.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

– Постачається з ресурсами для розробки та посібником (приклади для Raspberry Pi/Arduino/STM32).

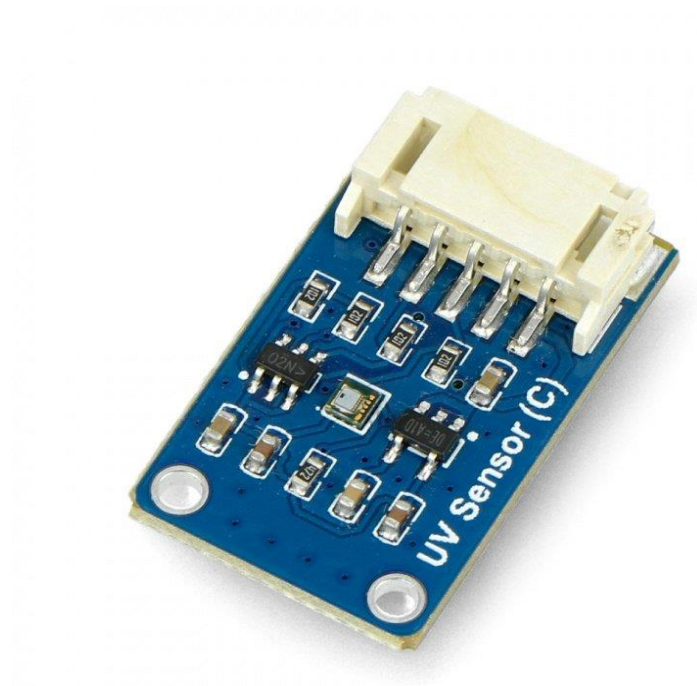


Рисунок 4.7 – Датчик ультрафіолетового випромінювання LTR390-UV

4.2.7 Датчик вологості ґрунту

Більшість недорогих датчиків ґрунту мають опірну конструкцію, де є дві кінцівки, і датчик вимірює провідність між ними. По-початку вони працюють добре, але з часом починають окислюватися через відкрите металеве з'єднання. Навіть якщо вони покриті золотом. Значення опору постійно зростає, тому вам постійно потрібно перекалібрувати свій код. Крім того, опірні виміри не завжди працюють на розрідженому ґрунті. В цьому випадку компанія Adafruit пропонує своє рішення у вигляді датчику Adafruit STEMMA Soil Sensor (рисунок 4.8)



Рисунок 4.8 – Датчик вологості ґрунту Adafruit

4.2.8 Датчик напрямку вітру

Можна побудувати датчик напрямку вітру, використовуючи вбудований аналого-цифровий перетворювач в плату Arduino.

Для створення нашого датчику будемо використовувати котушку з вісьма закріпленими герконами, розташованими на колі з кроком 22 до 30 дюймів. У центрі котушки розташований флюгер з магнітом. Магніт розміщений таким чином, щоб надійно активувати два суміжні геркона при розташуванні між ними у центрі. Таким чином, за допомогою восьми герконів ми можемо забезпечити точність вимірювання напрямку вітру в межах $\pm 11^{\circ}15'$. Залежно від положення флюгера, на входах АЦП отримуємо унікальні чотирибітові сигнали.

Головною перевагою цієї схеми є відсутність необхідності калібрування. Достатньо вибрати геркон, назвати його номером 1 і прив'язати його до географічного північного напрямку.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Вибір GPRS/GSM модуля для зв'язку

Проаналізувавши наявні зв'язку модулі, остаточний вибір це - SIM900, модуль GSM/GPRS (рисунок 4.9) з підтримкою чотирьох діапазонів (850/900/1800/1900 МГц), що надає можливості для передачі голосу, SMS, даних і фіксування в мережах GSM. Цей модуль має компактні розміри (24 мм х 24 мм х 3 мм) і низьке споживання енергії, що робить його ідеальним для вбудованої установки в різноманітні пристрої і застосунки.

SIM900 підтримує стандартні GSM-функції, такі як виклики, SMS-повідомлення і передача даних через GPRS. Він також підтримує факс-функцію для відправки і отримання факсів. Завдяки своєму індустріальному стандартному інтерфейсу, SIM900 може бути легко інтегрований з різними пристроями і мікроконтролерами, включаючи Arduino.



Рисунок 4.9 – GPRS/GSM модуль SIM900

SIM900 є ефективним рішенням для бездротового зв'язку, яке може бути використане в різних галузях, таких як системи моніторингу, автоматизація, телематика, безпека, промислові контролери та багато інших. Він надає

можливість передавати дані в реальному часі, контролювати пристрої дистанційно і отримувати повідомлення про події.

Завдяки своїм компактним розмірам і низькому споживанню енергії, SIM900 є вигідним рішенням для проектів з обмеженими ресурсами. Він пропонує надійну та зручну можливість комунікації через мережу GSM/GPRS, що розширює можливості пристрою або застосунку.

4.4 Вибір зовнішньої флеш-пам'яті

Для того щоб записувати інформацію з датчиків необхідно підключити модуль з зовнішньою флеш-пам'яттю (SD).

Зробивши аналіз існуючих рішень, остаточний вибір пав на модуль Adafruit microSD Card Breakout Board (рисунок 4.10)

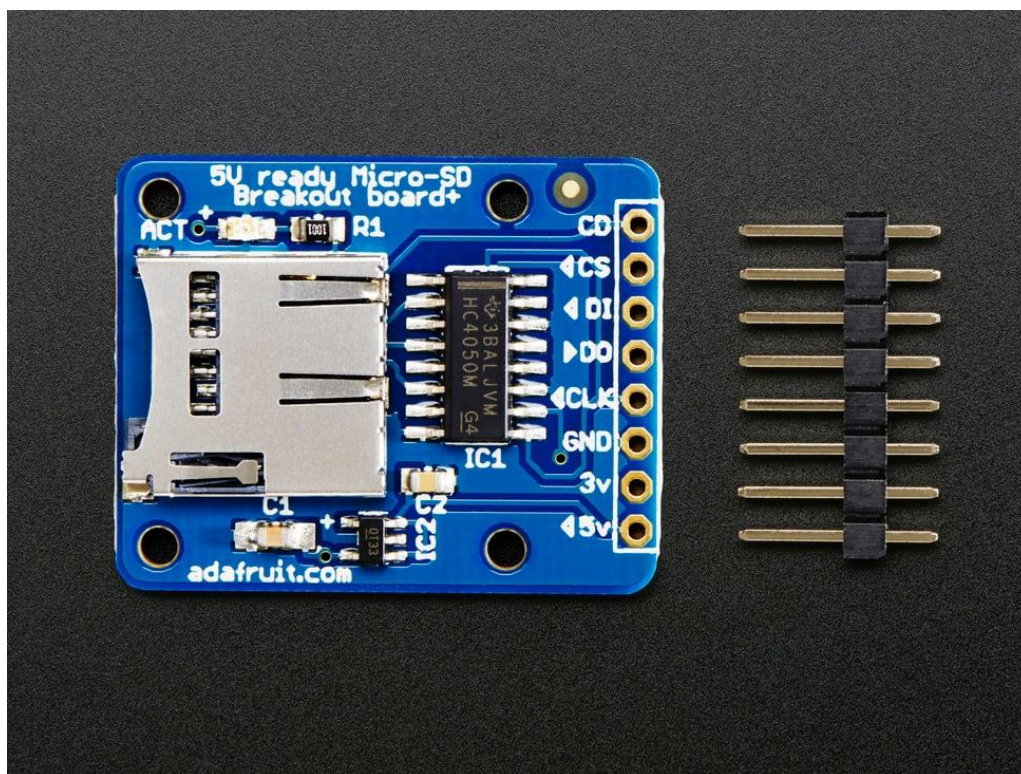


Рисунок 4.10 – Модуль Adafruit microSD Card Breakout Board

Цей модуль є чудовим рішенням для роботи з картами пам'яті SD. Він має інтерфейс SPI (Serial Peripheral Interface), що дозволяє передавати дані між Arduino або іншим мікроконтролером та карткою пам'яті SD.

Фізичний роз'єм модуля відповідає стандартним картам пам'яті microSD. Це означає, що ви можете використовувати картки microSD різного розміру для зберігання вашої інформації.

Одна з особливостей цього модуля - це вбудований логічний рівневий перетворювач (logic-level shifter). Це дозволяє модулю працювати як з 3.3V, так і з 5V мікроконтролерами. Така сумісність рівнів напруги забезпечує зручну інтеграцію з різними версіями Arduino та іншими пристроями.

Підключення модуля до Arduino або іншого мікроконтролера відбувається за допомогою проводів та роз'ємів, що робить його легким у використанні. Ви можете зручно підключити модуль до вибраного мікроконтролера.

Додатково, модуль має вбудовані LED-індикатори, які надають візуальний зворотний зв'язок про стан доступу до картки пам'яті. Це може включати різні кольори LED для позначення режиму запису або вказувати на можливі помилки, спрощуючи використання картки пам'яті SD.

4.5 1-WIRE інтерфейс

4.5.1 Опис інтерфейсу

Мережа 1-WIRE є централізованою мережею з шинною топологією. Для забезпечення зв'язку використовується одна лінія передачі даних (DATA) та один зворотний провід. Це означає, що дані передаються по одній лінії, і всі пристрої підключені до цієї лінії взаємодіють з нею.

Для побудови мережі 1-WIRE можуть використовуватись доступні кабелі, які мають неекрановану виту пару будь-якої категорії, або навіть звичайний телефонний провід. Важливою перевагою цього інтерфейсу є те, що

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

для прокладання таких кабелів не потрібне спеціальне обладнання. Розробники встановили максимальну рекомендовану довжину однієї лінії на рівні 300 метрів. Це означає, що при плануванні мережі 1-WIRE варто враховувати це обмеження і використовувати підсилювачі сигналу або розгалужувачі, якщо потрібно перевищити дану довжину.

Архітектура мережі 1-WIRE базується на топології спільної шини, де кожен пристрій підключений безпосередньо до єдиної магістралі, без каскадних з'єднань або розгалужень. Така структура мережі використовується як базова і складається з одного ведучого пристрою та багатьох ведених пристроїв. Ведучий пристрій, як правило, виконує роль контролера або головного пристрою в мережі. Він ініціює комунікацію та передає команди іншим пристроям. Ведені пристрої, у свою чергу, представляють собою пристрої периферії, які здійснюють вимірювання, зчитування даних або виконують інші функції. Оскільки кожен пристрій підключений до спільної шини, вони спільно використовують лінію передачі даних. При передачі даних кожен пристрій визначає свою адресу і відповідає тільки на команди, адресовані йому. Це дозволяє взаємодіяти з багатьма пристроями на одній мережі, використовуючи спільну шину.

Така архітектура мережі 1-WIRE забезпечує простоту підключення пристроїв і зручну комунікацію між ними без складних розгалужень або каскадних з'єднань. Вона є ефективним рішенням для багатьох застосувань, де потрібно забезпечити комунікацію з багатьма пристроями на основі спільної шини.

4.5.2 Фізична реалізація інтерфейсу

Фізично реалізувати інтерфейс 1-Wire досить просто. На рисунку 4.11 зображено спрощену схему, яка відображає апаратну реалізацію інтерфейсу

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.11 – Схема апаратної реалізації інтерфейсу 1-Wire

Вхід DQ (Data Line) - пристрою забезпечується КМОН-логічним елементом і може бути закорочений через польовий транзистор. Польовий транзистор має опір каналу у відкритому стані приблизно 100 Ом. Коли транзистор знаходиться у закритому стані, то на спільному кабелі з'являється струм витоку, який становить приблизно 5 мкА.

Для правильної роботи шини 1-WIRE, необхідно підтягнути її окремим резистором до напруги живлення саме пристроїв. Зазвичай, значення опору цього резистора становить 4,7 кОм, але це значення рекомендоване лише для коротких ліній. Якщо використовувати 1-WIRE для підключення віддалених пристроїв на великій відстані, то опір резистора необхідно зменшити. Мінімально значення, яке допускається це 300 Ом, а максимальне зазвичай коливається в межах 20-30 кОм. Остаточне значення опору резистора повинно бути визначене з урахуванням конкретних характеристик пристрою 1-WIRE, що використовується.

Підключення шини 1-WIRE до мікроконтролера на рисунку 8.68 показано умовно в двох варіантах: за допомогою двох окремих виводів мікроконтролера (один в якості входу, інший - виходу) або за допомогою одного виводу, який працює як на вхід, так і на вихід. Розділення цих способів показано пунктирною лінією, яка відображає межу корпусу мікроконтролера. Можна уявити логічну структуру шини 1-WIRE як з'єднання виводів мікросхем з відкритим стоком за схемою "монтажне АБО" для низькорівневих логічних сигналів.

Передача інформації відбувається за допомогою циклічних тайм-слотів. Кожен тайм-слот використовується для передачі одного біта інформації, починаючи з молодшого біту. Дані передаються побайтно, біт за бітом.

Для забезпечення достовірності переданих і отриманих даних (перевірки наявності спотворень) використовується циклічна контрольна сума.

1-WIRE-мережі знаходять своє застосування в системах автоматизації. Однак, їх не рекомендується використовувати для передачі великих обсягів інформації або в системах, що вимагають швидкого обміну даними, наприклад, в системах відеоспостереження або для обслуговування швидких процесів.

4.5.3 Структура мережевого інтерфейсу 1-WIRE

У якості прикладу розглянемо структурну схему вимірювання температури (рисунок 4.12) .

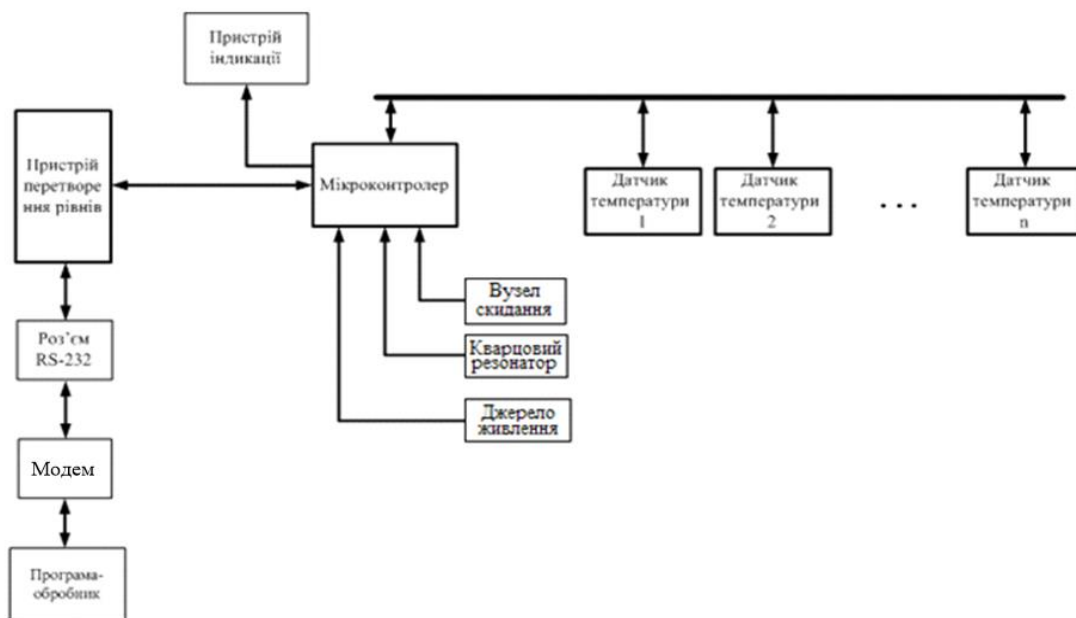


Рисунок 4.12 – Структурна схема вимірювання температури

Ця система призначена для моніторингу температури у приміщенні, де вимірювання температури відбувається в різних місцях.

Система відображає температуру у приміщенні (на LCD-дисплеї) і передає дані через модем до віддаленого пункту обробки інформації та управління.

У вказаній системі в ролі ведучого на шині 1-WIRE використовується мікроконтролер ATmega8535, який є 8-розрядним КМОНом і базується на розширеній AVR-RISC-архітектурі.

Через те що, більшість інструкцій виконується за один машинний цикл, робота ATmega8535 може досягає 1 мільйона операцій за секунду. В результаті для проектувальників систем, з'являється можливість оптимізувати енергоспоживання та швидкодію .

4.5.4 Загальна характеристика датчиків 1-Wire

В якості прикладу датчика з інтерфейсом 1-Wire розглянемо датчик температури DS18B20. На датчику є програмоване значення розрядності вихідного коду, яке може бути встановлене від 9 до 12 біт. Значення розрядності може бути збережено у EEPROM-пам'яті пристрою. DS18B20 обмінюється даними по 1-WIRE-шині і може працювати як єдиний пристрій на лінії або у групі. Керування всіма процесами на шині здійснюється центральним мікроконтролером.

Кожен датчик DS18B20 володіє унікальним 64-бітовим послідовним двійковим кодом адреси, що дозволяє взаємодіяти з багатьма датчиками DS18B20, розташованими на одній шині. Цей принцип дозволяє використовувати один мікроконтролер для керування декількома датчиками , розташованими на певній відстані один від одного.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Програми, які використовують цю особливість, можуть бути застосовані у системах контролю температури в будівлях, обладнанні або машинах, де необхідно моніторити температуру в різних точках.

На рисунку 4.13 наведено структурну схему датчика температури DS18B20

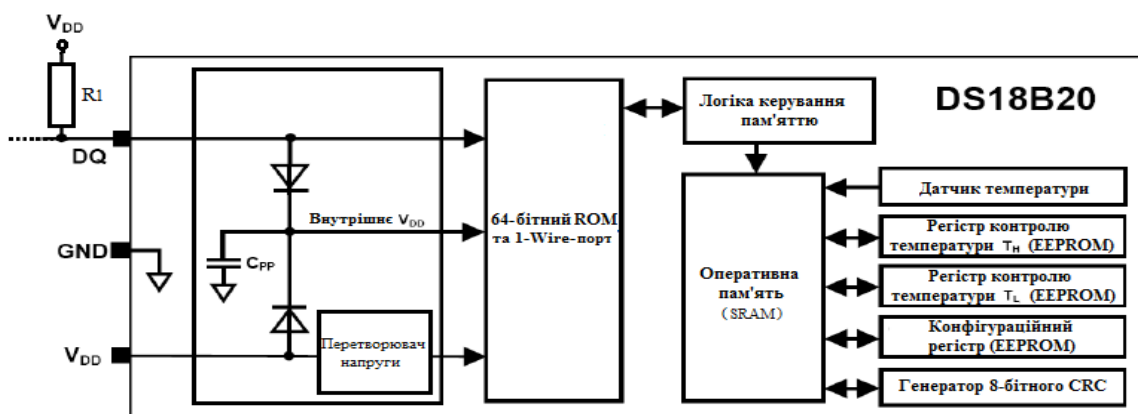


Рисунок 4.13 – Структурна схема DS18B20

У постійно запам'ятовуючому пристрої (ROM) збережено 64-бітовий оригінальний двійковий код датчика. Оперативна пам'ять включає у собі 2-байтовий регістр температури, який зберігає значення температури після завершення процесу вимірювання. В пам'яті EEPROM знаходиться регістр конфігурації і два регістри контролю температури (TH і TL), які можуть зберігати по одному байту. За допомогою першого регістру можна встановити розрядність перетворювача температури: 9, 10, 11 або 12 біт. Такі зміни безпосередньо впливають на час вимірювання температури. Дані можуть зберігатися навіть коли прилад вимкнено.

Шина підключається до джерела живлення через підтягуючий резистор. Саме через резистор, датчик може працювати у режимі «паразитного живлення». Коли на шину надходить високий сигнал, паралельно заряджається внутрішній конденсатор. Режим «паразитного живлення» живить прилад, коли на шині низький рівень.

Всі пристрої, що пов'язані з шиною, використовують Z-стан або відкритий стік для зв'язку. Мікроконтролер використовує 64-бітовий код приладу для ідентифікації та звернення до датчиків температури. Кожен датчик має унікальний код, що дозволяє адресувати його на шині. Кількість пристроїв, з якими можна звертатися на одній шині, є необмеженою.

4.5.5 Організація пам'яті датчиків

У якості прикладу також взято датчик температури DS18B20. На рисунку 4.14 можна побачити організацію пам'яті датчика DS18B20.

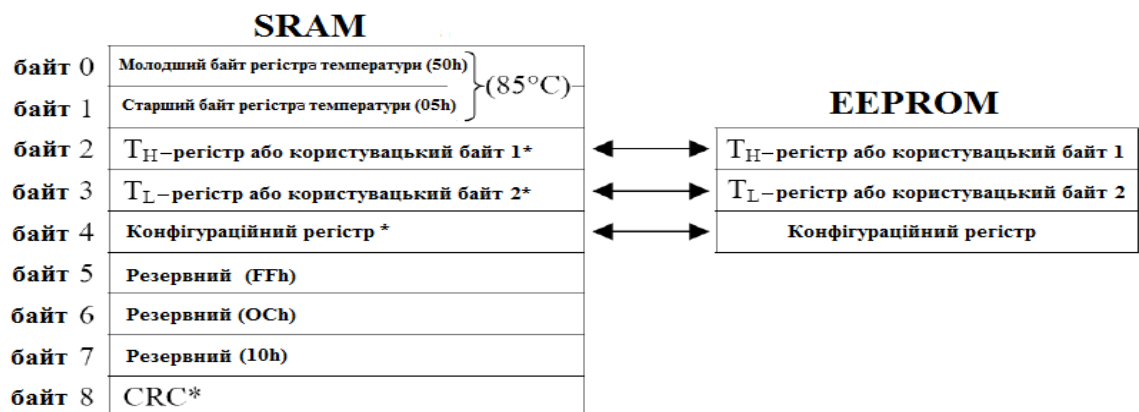


Рисунок 4.14 – Організація пам'яті датчика температури

Як можа побачити, пам'ять складається з двох типів: оперативна пам'ять SRAM, яка потребує постійного живлення, і енергонезалежна пам'ять EEPROM. Перші два байти пам'яті SRAM використовуються як регістр температури. Наступні байти використовуються для регістрів стану "Аварія", які вказують верхню і нижню межі вимірювання (T_H і T_L), а також для регістра конфігурації. Якщо функція "Аварія" не використовується, регістри T_H і T_L можуть бути використані як комірки оперативної пам'яті SRAM.

4.5.6 Регістр датчика температури

У регістрі температури, молодший і старший байти зберігають поточне значення вимірної температури. При подачі живлення, початкове значення температури становить +85 °С . Формат регістра можна знайти на рисунку 4.15. У цьому форматі, біт "S" відповідає за знак температури, де 0 позначає додатну температуру, а 1 - від'ємну.

Біти починаючи з 11-го до 4-го включно відображають цілу частину значення температури, тоді як біти від 3-го до 0-го представляють дробову частину.

	біт 7	біт 6	біт 5	біт 4	біт 3	біт 2	біт 1	біт 0
Молодший байт	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	біт 15	біт 14	біт 13	біт 12	біт 11	біт 10	біт 9	біт 8
Старший байт	S	S	S	S	2^7	2^6	2^5	2^4

Рисунок 4.15 – Регістр температури

4.5.7 Встановлення стану «Аварія»

Після того як відбувається температурне перетворення, починається порівняння поточного температурного значення зі значеннями які записано у регістрах ТН та ТL.

У процесі порівняння температурного значення в датчику DS18B20 зі значеннями, записаними в регістрах ТL і ТН, використовуються лише біти 4 до 10 регістра температури, що відповідають за цілу частину значення температури.

Якщо вимірювана температура менша або дорівнює значенню ТL або більша або дорівнює значенню ТН, тоді встановлюється стан "Аварія". Також в результаті встановлюється прапорець, який після кожного наступного

температурного перетворення буде оновлюватись. Якщо наступне вимірювання пройде успішно то прапорець "Аварія" буде скинуто.

Цей механізм дозволяє виявляти небезпечні стани, коли температура виходить за певний діапазон, встановлений значеннями TL і TH. Стан "Аварія" може використовуватися для сповіщення про такі небезпечні ситуації і прийняття відповідних заходів для їх усунення.

4.5.8 Циклічний надлишковий код

Циклічний зайвий код (CRC) є методом контролю цілісності даних, який застосовується в протоколі 1-Wire для перевірки правильності передачі даних між давачами і контролером. CRC допомагає виявити можливі помилки в переданих даних і забезпечує більшу надійність комунікації.

В протоколі 1-Wire використовується 16-бітний CRC, який обчислюється на основі полінома зворотного множення (Reverse Polynomial). Давачі 1-Wire використовують цей CRC для генерації контрольної суми, яка додається до переданих даних перед їх відправкою.

Процес обчислення CRC полягає в діленні переданих даних на поліном зворотнього множення. Це включає додавання псевдо-нулів до переданих даних і поетапне виконання операції XOR (виключне АБО) над бітами даних і поліномом. Цей процес виконується для кожного байта даних, починаючи з молодшого біту.

Отримане значення CRC порівнюється з контрольною сумою, отриманою від давача. Якщо значення збігаються, це свідчить про те, що дані були передані без помилок. У разі виявлення розбіжностей контролер може повторити передачу або вжити інші заходи для виправлення помилок.

Циклічний надлишковий код є важливою складовою для забезпечення надійності передачі даних. Вона дозволяє виявити і скоригувати помилки, що можуть виникнути в результаті шумів, перешкод або неправильного з'єднання в лінії передачі даних. Додаткову інформацію можна переглянути у [16].

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6 Інтерфейс I²C

4.6.1 Особливості інтерфейсу

I²C - це двопровідний послідовний синхронний інтерфейс, розроблений компанією "Philips Corporation". Цей інтерфейс призначений для того, щоб встановити зв'язок між модулями або інтегральними схемами. Існує ціла група пристроїв, сумісних з I²C, для різних застосувань: ЦАП і АЦП, пам'яті, датчики, МК з вбудованим модулем I²C і т. д. . Інтерфейс I²C має ще одну назву, у мікроконтролерах AVR ця назва - TWI (Two Wire Interface).

Шина в інтерфейсі I²C складається з двох основних ліній:

1. Лінія даних (SDA) - це двонаправлена лінія, яка використовується для передачі даних між пристроями на шині I²C. Кожен пристрій на шині може відправляти або отримувати дані через цю лінію.

2. Лінія тактових сигналів (SCL) - це лінія, яка використовується для синхронізації передачі даних між пристроями на шині I²C. Цей сигнал визначає тактовий режим передачі даних і забезпечує синхронізацію між передавачем і приймачем.

Обидві лінії (SDA і SCL) використовуються для забезпечення комунікації між пристроями на шині I²C і вимагають підтримки відповідних логічних рівнів (наприклад, 0 і 1) для передачі даних і тактового сигналу.

На рисунку 4.16 зображено структурну схему мікроконтролерної мережі, яка використовує інтерфейс I²C для обміну даними.

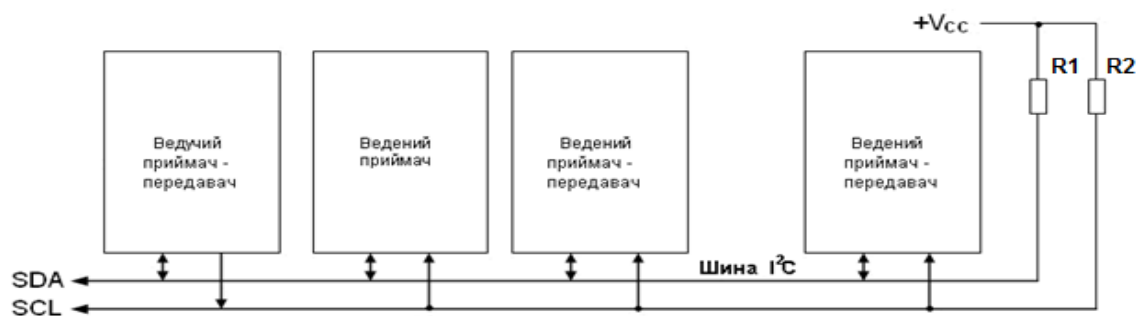


Рисунок 4.16 – Структурна схема мікроконтролерної мережі з шиною I²C

Підключення ліній SDA і SCL відбувається через підтягуючі резистори R1 та R2, які підключаються до додатного полюсу напруги живлення (+V_{cc}).

Передавач генерує і надсилає повідомлення до приймача.

У обміні приймають участь два пристрої: ведучий (Master) і ведений (Slave).

Ведучий також формує тактові сигнали (синхросигнали) SCL і контролює роботу шини. Кожен пристрій, що використовує інтерфейс I²C, має власний адрес. Якщо ведучий пристрій розпочинає обмін даними, перше за все він повинен передати адресу пристрою, з яким буде виконувати обмін, на лінію SDA.

Всі ведені пристрої перевіряють адрес, який передається, і порівнюють її зі своїм мережевим адресом. Наступним кроком ведучий передає біт напрямку, який вказує, чи будуть зчитуватись дані від веденого або ж передавати дані веденому пристрою. Якщо ведений приймач, успішно отримує адресу або дані, далі відправляє біт підтвердження на лінію SDA.

Шина I²C може використовувати дві адреси:

- 7-бітну адресу;
- 10-бітну адресу.

В мікроконтролерах AVR використовують 7-бітну адресу (рисунок 4.17).

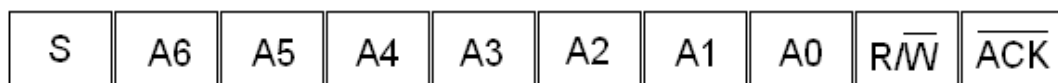


Рисунок 4.17 – 7-бітна адреса

На рисунках 4.18 та 4.19 зображено діаграми часу, на яких видно стани на шині і обґрунтоване формування сигналу підтвердження. Ці діаграми відображають коректні стани сигналів на шині під час обміну даними:

- Шина не використовується: обидва сигнали на лініях SDA і SCL мають значення "1" ($SDA = SCL = 1$).
- Старт обміну даних (умова "СТАРТ" - S): сигнал на лінії даних (SDA) змінюється з "1" на "0", при цьому сигнал на лінії синхронізації (SCL) залишається "1".
- Припинення обміну (умова "СТОП" - P): сигнал змінюється з "0" на "1" на лінії даних, при цьому сигнал на лінії синхронізації залишається "1".
- Коректність даних: для уникнення неправильної умови старту або припинення, якщо наявний сигнал "1" на лінії синхронізації то, стан сигналу на лінії даних не повинен змінюватися. Дані дозволено змінювати у випадку, якщо наявний сигнал "0" на лінії синхронізації. Для кожного біта інформації, який знаходиться на лінії SDA надається один тактовий імпульс на лінії SCL. Будь-який цикл для обміну даних повинен розпочинатися умовою "СТАРТ" і завершатись умовою "СТОП". Немає різниці яка кількості інформаційних бітів даних була передана між цими двома станами.

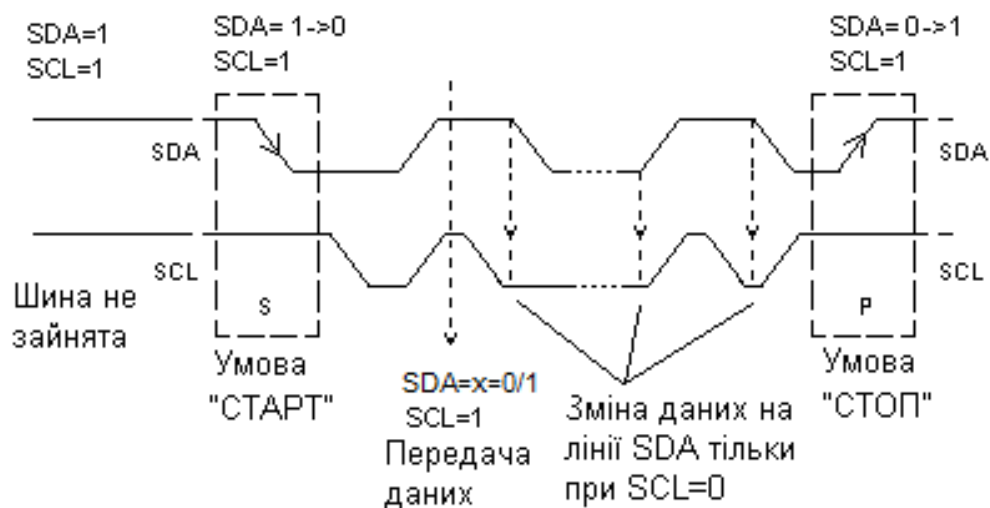


Рисунок 4.18 – Часова діаграма передачі даних

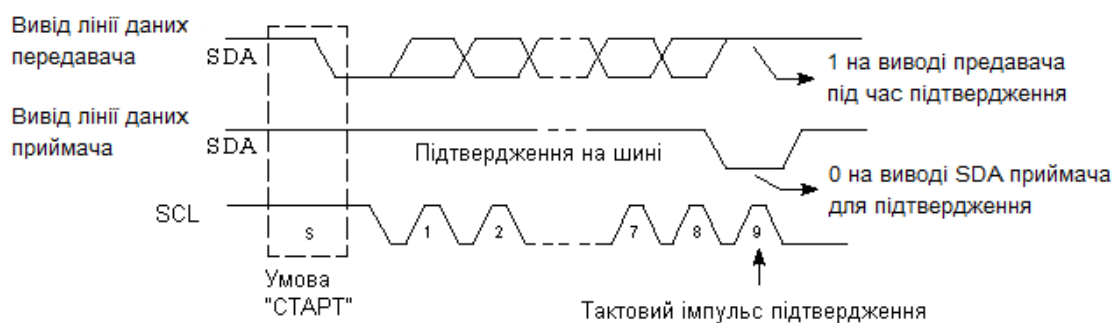


Рисунок 4.19 – Часова діаграма з формуванням сигналу підтвердження

Дані передаються по одному байту. Після отримання кожного байта даних або адреси, приймач підтверджує його отримання, відправляючи біт підтвердження (логічний нуль). Активний передавач, будь то ведений або ведучий пристрій, після передачі кожного байта встановлює сигнал високого рівня на лінії SDA. Ведучий пристрій, який керує тактовим сигналом на лінії SCL, генерує тактовий імпульс, а приймач (будь то ведений або ведучий) видає сигнал підтвердження низького рівня на лінії SDA. Приймач, який генерує біт підтвердження, знижує рівень сигналу на лінії SDA до низького рівня та утримує його в цьому стані до тих пір, поки тактовий імпульс на лінії SCL змінюється на низький рівень.

Для завершення обміну приймач залишає останній отриманий байт без підтверджень, в результаті автоматично формується активним передавачем умова "СТОП".

Інтерфейс I²C має чотири режими (типи) обміну даних, для використання:

- Ведучий передавач: Ведучий передавач виводить дані на лінію SDA та синхроімпульси на лінію SCL. Перший байт який передається, містить у собі адресу веденого приймача (7 біт) і біт з напрямком обміну даних, який вказує на передачу. Передача даних відбувається по 8 біт. Після успішної передачі кожного байта, ведучий передавач повинен отримати біт підтвердження від веденого приймача. Умови "СТАРТ" і "СТОП" використовуються для позначення початку і кінця обміну даними.

- Ведучий приймач: На старті обміну даних ведучий приймач надає адресу веденого передавача (7 біт) і біт напрямку, який вказує, що ведучий повинен здійснити прийом. На лінії синхронізації, ведучий встановлює імпульси синхронізації. Після отриманої адреси, ведений передавач відправляє підтвердження на лінію SDA, після цього передає дані. Отримані дані передаються по 8 біт на лінію SDA. Після того як кожен байт було отримано, ведучий приймач повторно відправляє біт підтвердження на лінію SDA. Умови "СТАРТ" і "СТОП" створює ведучий пристрій для розуміння початку і кінця обміну даними.

- Ведений приймач: Ведучий передавач передає адресу веденого приймача та біт напрямку на лінію SDA, позначаючи передачу. На лінії SCL виводяться синхроімпульси від ведучого передавача. Коли адрес отримано, ведений приймач надсилає підтвердження у вигляді біта, після чого вже ведучий передавач починає послідовно передавати дані на лінію SDA. Ведений приймач відправляє біт підтвердження, який доходить до ведучого передавача по лінії SDA після отримання кожного байту даних. Умови "СТАРТ" і "СТОП" формуються ведучим передавачем.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

– Ведений передавач: У режимі веденого передавача ,на лінії SDA приймається і обробляється адреса через ведений передавач, так само як у режимі веденого приймача. При цьому біт який вказує напрямок, також вказує, що ведучий буде здійснювати прийом. Передача даних відбувається послідовно по лінії SDA від веденого передавача, паралельно відбувається передача синхроімпульсів по лінії SCL від ведучого приймача. Коли передача кожного байту завершена, ведений передавач перевіряє чи наявний біта підтвердження на лінії SDA, який безпосередньо надсилає ведучий приймач. Умови "СТАРТ" і "СТОП" формує ведучий приймач.

Якщо встановлено ведений режим, апаратні засоби шини I²C шукають свою власну підпорядковану адресу або загальну адресу. Якщо з'являється одна з цих адрес, то відбувається запит на переривання. У випадку, коли модуль I²C бажає стати ведучим і захопити шину, він чекає, доки звільниться шина . У цій ситуації можливе функціонування в режимі веденого без переривання.

Якщо два або більше пристрої спробують зайняти роль ведучого і одночасно згенерувати умову початку роботи, то відбувається арбітраж шини. Якщо якийсь ведучий генерує на лінію низький рівень, а інший - високий, то останній автоматично відключається від лінії, так як низький стан шини SDA не співпадає з високим станом внутрішньої шини даних пристрою, який бажає бути у ролі ведучого.

У випадку коли арбітраж шини було втрачено в режимі ведучого, відбувається переключення пристрою I²C в підпорядкований режим і він може розпізнавати власну підпорядковану йому адресу. На рисунку 4.20 зображено часові діаграми, на яких зображено обмін даних шиною I²C.

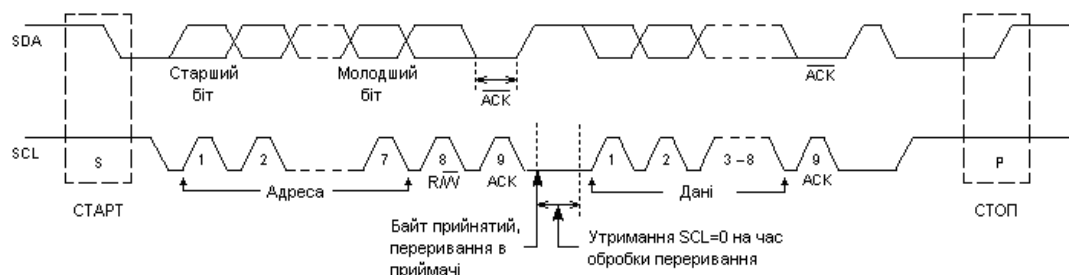


Рисунок 4.20 – Часова діаграма обміну даних через шину I²C

4.6.2 Формат пакету даних I²C

Усі пакети даних, що передаються через шину I²C, мають розмір 9 біт (зображено на рисунку 4.21). Пакет містить 7-розряду адресу, (у якій спочатку передається старший розряд) та біт підтвердження.

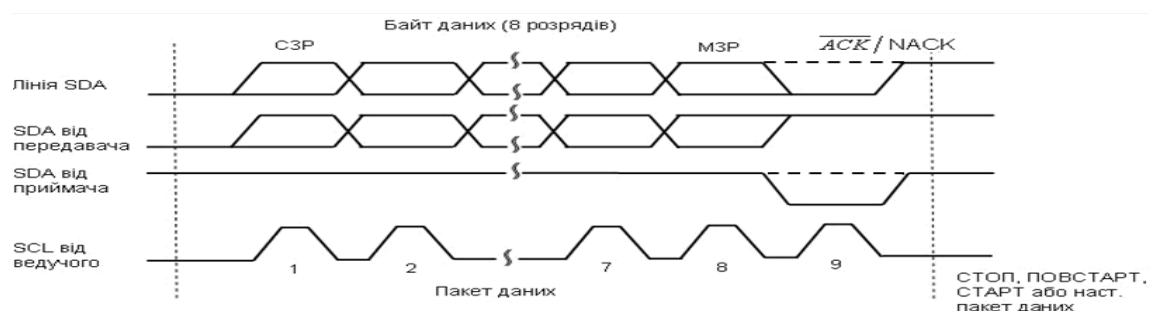


Рисунок 4.21 – Формат пакету даних I²C

В реальних умовах, будь-який цикл обміну через шину I²C складається з даних етапів (зображено на рисунку 4.21):

1. Формування стану початку "СТАРТ".
2. Передача адресного пакета.
3. Передача одного або декількох пакетів даних.
4. Формування стану призупинення "СТОП".

Швидкість обміну даними по шині I²C визначає ведучий, так як він створює тактові імпульси. У випадку, якщо ведений не може приймати дані з встановленою швидкістю або потребує часу на обробку даних між отриманням

пакетів, то він може зробити довшу паузу між тактовими імпульсами, методом низькому рівні сигналу SCL. Такий метод не впливає на тривалість тактових імпульсів.

4.6.3 Загальна характеристика модуля I²C

Загальну структурну схему зображено на рисунку 4.22.

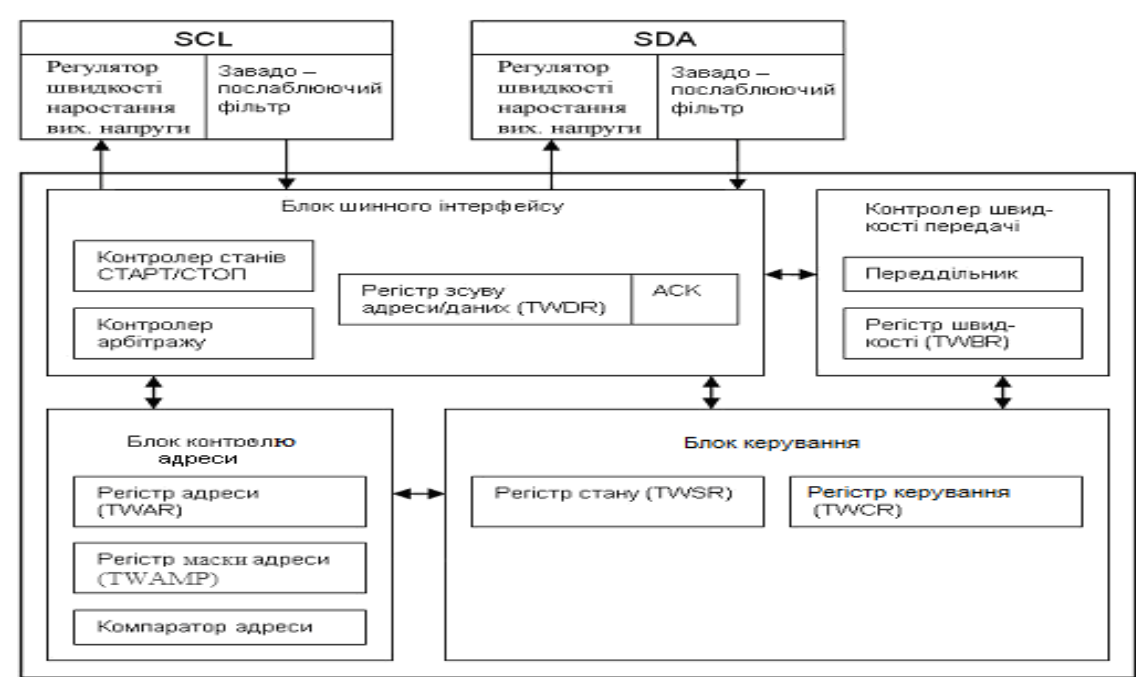


Рисунок 4.22 – Загальна структурна схема модуля I²C

Для управління модулем використовується певна кількість регістрів введення/виведення, залежно від моделі. У більшості моделей сімейства Mega ця кількість складає п'ять, але у новіших моделях може бути шість таких регістрів. В таблиці 4.2 наведено назви цих регістрів, їхнє призначення та місцезнаходження в адресному просторі регістрів введення/виведення.

Таблиця 4.2 – Регістри управління модулем TWI

Призначення	Регістр	ATmega8535x	ATmega8x/16x/32x	ATmega64x/128x	ATmega48x/88x/168x	ATmega164x/324x/644x	ATmega640x ATmega1280x/1281x ATmega2560x/2561x
Регістр швидкості передачі	TWBR	\$00 (\$20)	\$00 (\$20)	(\$70)	(\$B8)	(\$B8)	(\$B8)
Регістр стану	TWSR	\$01 (\$21)	\$01 (\$21)	(\$71)	(\$B9)	(\$B9)	(\$B9)
Регістр адреси	TWAR	\$02 (\$22)	\$02 (\$22)	(\$72)	(\$BA)	(\$BA)	(\$BA)
Регістр даних	TWDR	\$03 (\$23)	\$03 (\$23)	(\$73)	(\$BB)	(\$BB)	(\$BB)
Регістр керування	TWCR	\$36 (\$56)	\$36 (\$56)	(\$74)	(\$BC)	(\$BC)	(\$BC)
Регістр маски адреси	TWAMR	—	—	—	(\$BD)	(\$BD)	(\$BD)

При підключенні модуля до шини використовуються виводи SCL і SDA, які є лініями портів введення/виведення мікроконтролера. Ці виводи відповідають за передачу сигналів збереження і передачі даних.

При використанні виводів SCL і SDA для модуля TWI можна підключити внутрішні підтягуючі резистори. Це дає змогу у багатьох випадках уникнути використання зовнішніх підтягуючих резисторів, які застосовуються згідно з вимогами інтерфейсу TWI.

Застосування внутрішніх підтягуючих резисторів разом з виводами SCL і SDA для модуля TWI спрощує підключення модуля до мікроконтролера та дозволяє забезпечити стабільну та надійну передачу даних між ними.

4.6.4 Режим роботи модуля I²C

Модуль TWI (двоканальна шина передачі/прийому) може працювати в різних режимах, залежно від потреб програми і виконуваних дій. Нижче наведені конкретні режими роботи модуля TWI разом з можливими значеннями кодів статусу.

1. Ведучий передавач (Master Transmitter): Модуль TWI виступає як ведучий, який ініціює передачу даних до веденого пристрою. У цьому режимі використовуються прапорці TWSTA (STA), TWSTO (STO), TWINT і TWEA.

2. Ведучий приймач (Master Receiver): Модуль TWI виступає як ведучий, який ініціює прийом даних від веденого пристрою. У цьому режимі також використовуються прапорці TWSTA (STA), TWSTO (STO), TWINT і TWEA.

3. Ведений передавач (Slave Transmitter): Модуль TWI виступає як ведений пристрій, який передає дані відповідно до запиту ведучого пристрою. В цьому режимі використовується прапорець TWINT.

4. Ведений приймач (Slave Receiver): Модуль TWI виступає як ведений пристрій, який приймає дані від ведучого пристрою. У цьому режимі також використовується прапорець TWINT.

У випадку, коли на шині знаходиться кілька ведучих пристроїв, може виникнути ситуація, коли декілька ведучих одночасно починають процес обміну даними. Однак в специфікації TWI передбачений процес розподілу пріоритетів (арбітраж), що забезпечує, що на шині залишиться лише один активний ведучий пристрій.

При описі програми та обробці відповідних станів, зазвичай згадуються лише чотири з семи прапорців регістра TWCR: TWSTA (STA), TWSTO (STO), TWINT і TWEA. Інші три прапорці TWWC, TWEN і TWIE мають свої значення, які залежать від наявних помилок запису, поточного стану модуля TWI і дозволу переривань.

Крім того, існують два загальні коди стану (\$F8 і \$00), які не пов'язані з конкретним режимом роботи модуля TWI. Детальніша інформація у [15].

					IA91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РОЗРОБКА І ОПИС СТРУКТУРНИХ СХЕМ

5.1 Опис структурної схеми системи збору метеоданих

У проєкті була розроблена структурна схема системи для збору метеорологічних даних (ІА91.110БАК.004 Э1.1). Схема включає групу метеостанцій, кожна з яких проводить вимірювання метеорологічних параметрів у певному регіоні. Кожна метеостанція має датчики, що здійснюють вимірювання та перетворюють дані у сигнали. Сигнали з датчиків надходять до контролерів метеостанцій, які використовують сучасні мікроконтролери. Мікроконтролери керують мережею I2C, 1-WIRE, отримують контрольні параметри, обробляють їх, зберігають і передають через GSM-модем до центрального пункту збору інформації. Даний пункт відповідає за керування окремими метеостанціями та повноцінною системою. Керування мережею мікроконтролерів метеостанцій відбувається через головний мікроконтролер, який запитує окремі метеостанції та передає їм керуючі сигнали через відповідний мережевий протокол.

5.2 Опис структурної електричної схеми метеостанції

Під час виконання роботи було розроблено електричну структурну схему для метеостанції (ІА91.110БАК.004 Э1.2).

Метеостанція містить у собі :

- ДТП – датчик температури повітря
- ДВП – датчик вологості повітря
- ДШВ – датчик швидкості вітру
- ДАТ – датчик атмосферного тиску
- ДУВ – датчик ультрафіолетового випромінювання
- ДВГ - датчик вологості ґрунту
- ДО - датчик опадів

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- ДНВ - датчик напрямку вітру
- ДЖ - джерело живлення
- ППР- пристрій перетворення рівнів

Перші три датчики (ДТП, ДВП, ДШВ) мають вбудований модуль 1-Wire, їх виходи напрямку підключаються до спільної лінії шини 1-Wire.

Наступні три (ДАТ, ДУВ, ДВГ) містять модуль I²C, їхні виходи підключаються до шини інтерфейсу I²C. Потрібно зауважити, що шина I²C складається з двох ліній – двонаправленої лінії даних (SDA) та лінії тактових синхроімпульсів (SCL).

Інші датчики(ДО, ДНВ) передають дані через аналогові сигнали. При передачі інформації через аналоговий сигнал, дані кодуються у вигляді напруги, яка відповідає вимірюваному значенню датчика.

Мікроконтролер ATmega328 на платі Arduino Uno керує роботою метеостанції. Згідно розробленим алгоритмом, мікроконтролер опитує датчики, зберігає дані, відображає інформацію та через GSM модуль передає отримані дані. Також GSM модуль поєднує підключені метеостанції за допомогою радіоканалу з центральним пунктом збору інформації.

Для того щоб, уникнути розбіжностей цифрових рівнів сигналу інтерфейсу з цифровими рівнями модему, можемо використати пристрій для перетворення рівнів.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРОБКА І ОПИС ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ

Перш за все, перед початком створення загальної функціональної схеми підключення всіх модулів до основної плати було розглянуто підключення кожного модуля окремо (ІА91.110БАК.004 Э2).

6.1 Схема підключення датчика температури

Підключення датчика DS18B20 відбувається наступним чином (рисунок 6.1):

- Верхній контакт датчика (VDD) підключіть до контакту 5V на Arduino Uno для живлення.
- Середній контакт датчика (DQ - Data) підключіть до одного з цифрових пінів Arduino Uno (будь-який вільний цифровий пін). Ви підключите датчик до Arduino Uno через 4.7kОм резистор, для стабілізації лінії даних.
- Нижній контакт датчика (GND) підключіть до контакту GND на Arduino Uno для заземлення.

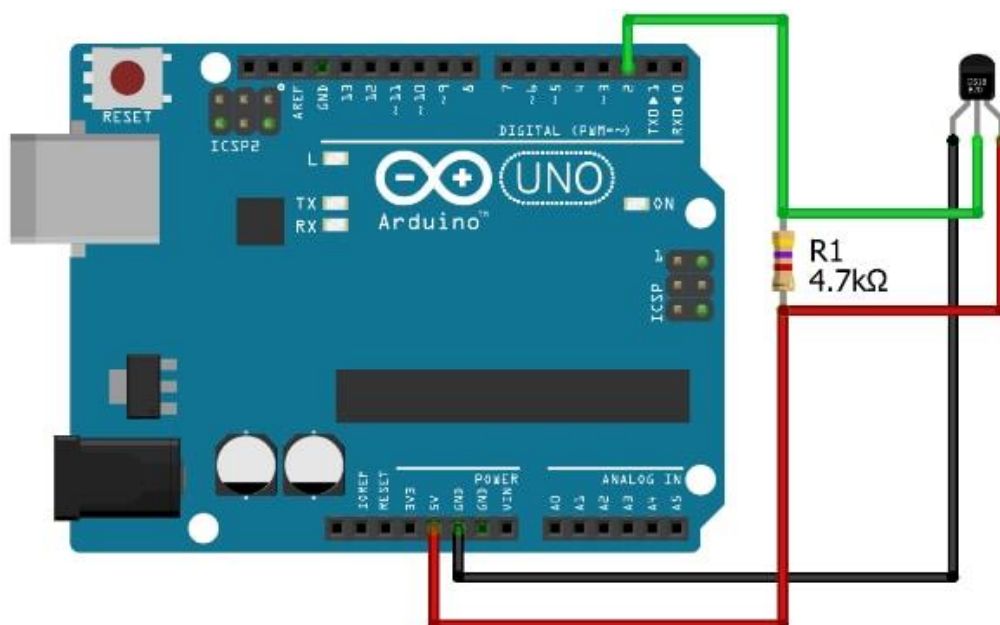


Рисунок 6.1 – Схема підключення датчика DS18B20

6.2 Схема підключення датчика вологості повітря

Підключення датчика DHT22 відбувається наступним чином (рисунок 6.2):

- Верхній контакт датчика (VCC) підключіть до контакту 5V на Arduino Uno для живлення.
- Середній контакт датчика (DATA) підключіть до одного з цифрових пінів Arduino Uno (будь-який вільний цифровий пін).
- Нижній контакт датчика (GND) підключіть до контакту GND на Arduino Uno для заземлення.

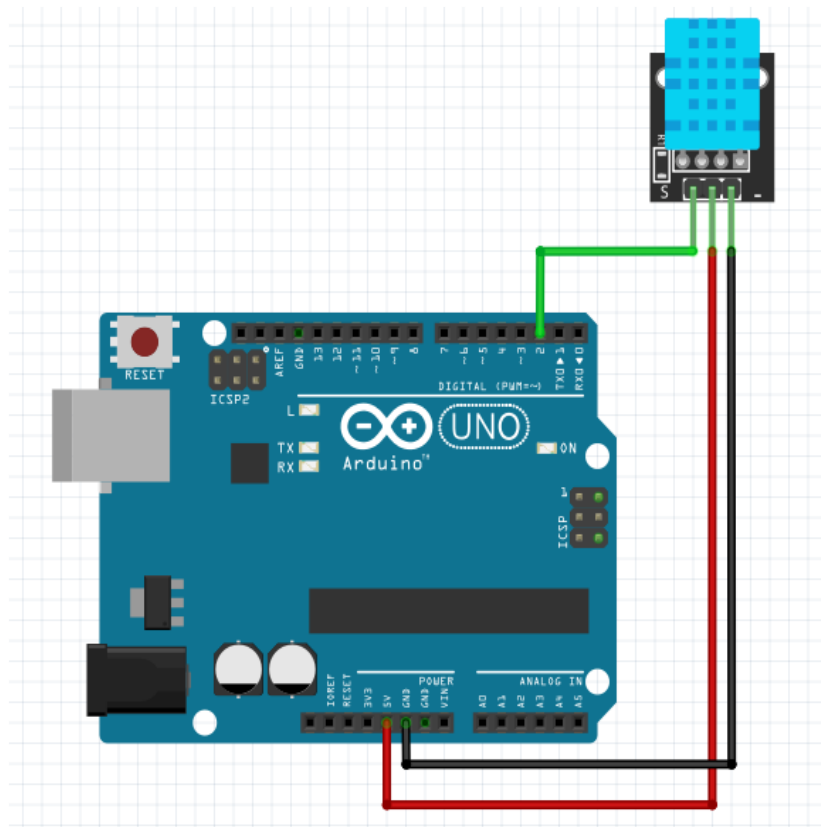


Рисунок 6.2 – Схема підключення датчика DHT22 до плати Arduino Uno

6.3 Схема підключення датчика швидкості вітру

Підключення датчика DS18B20 відбувається наступним чином :

- Підключіть контакт V+ (жовтий або червоний) датчика до контакту 5V на Arduino для живлення.
- Підключіть контакт GND (чорний або синій) датчика до контакту GND на Arduino для заземлення.
- Підключіть контакт DATA (зелений або синій) датчика до одного з цифрових пінів Arduino (наприклад, пін 2 або будь-який вільний цифровий пін).
- Для забезпечення стабільного рівня вхідного сигналу підключіть 10кОм резистор від піна DATA до контакту 5V на Arduino.

6.4 Схема підключення датчика атмосферного тиску

Підключення датчика BMP280 відбувається наступним чином (рисунок 6.3):

- Підключіть контакт VCC датчика до контакту 3.3V або 5V на Arduino для живлення (в залежності від робочого напруги датчика).
- Підключіть контакт GND датчика до контакту GND на Arduino для заземлення.
- Підключіть контакт SDA датчика до піна A4 (аналоговий пін 4) на Arduino для передачі даних по шині I²C.
- Підключіть контакт SCL датчика до піна A5 (аналоговий пін 5) на Arduino для передачі сигналу тактування по шині I²C.

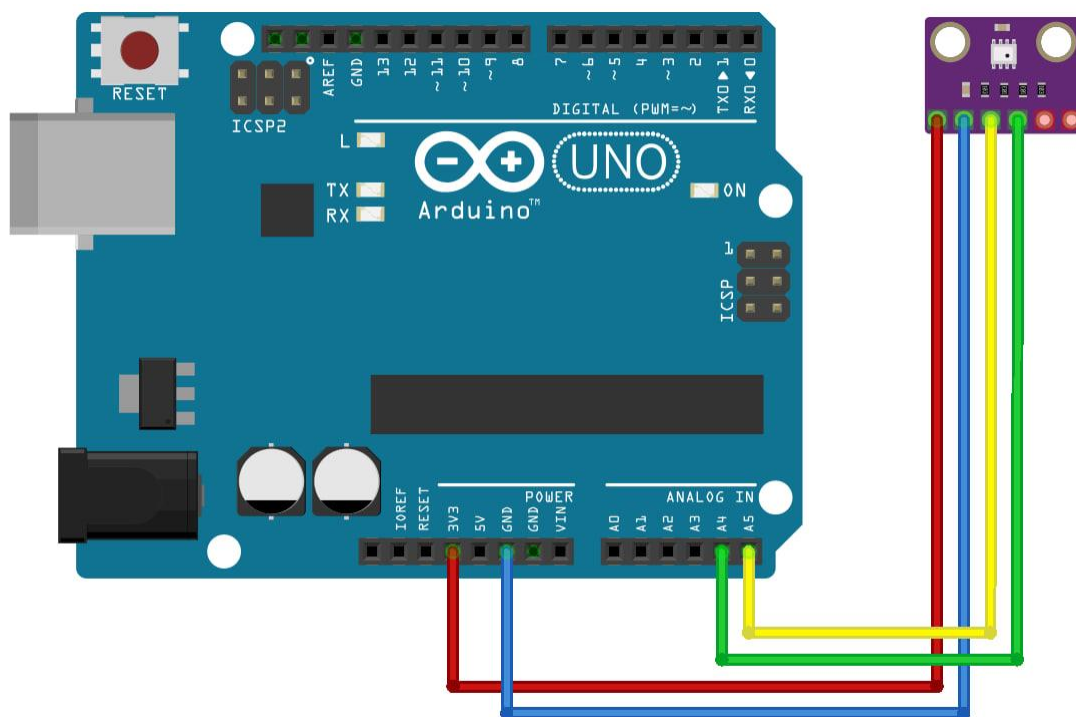


Рисунок 6.3 - Схема підключення датчика BMP280 до плати Arduino Uno

6.5 Схема підключення датчика ультрафіолетового випромінювання

Підключення датчика BMP280 відбувається наступним чином (рисунок 6.4):

- Підключіть контакт VCC датчика до контакту 3.3V або 5V на Arduino для живлення (в залежності від робочого напруги датчика).
- Підключіть контакт GND датчика до контакту GND на Arduino для заземлення.
- Підключіть контакт SDA датчика до піна A4 (аналоговий пін 4) на Arduino для передачі даних по шині I²C.
- Підключіть контакт SCL датчика до піна A5 (аналоговий пін 5) на Arduino для передачі сигналу тактування по шині I²C.

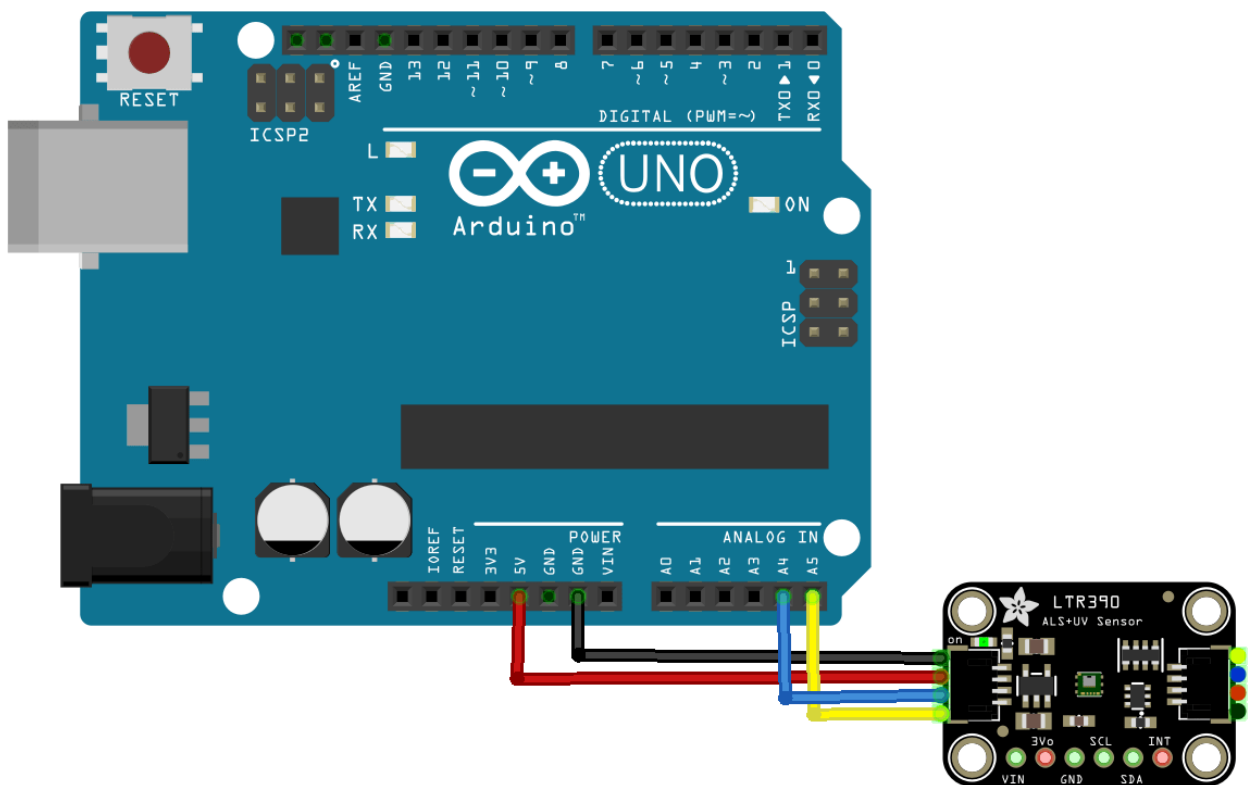


Рисунок 6.4 - Схема підключення датчика LTR390-UV до плати Arduino Uno

6.6 Схема підключення датчика вологості ґрунту

Підключення датчика Adafruit STEMMA Soil Sensor відбувається наступним чином (рисунок 6.5):

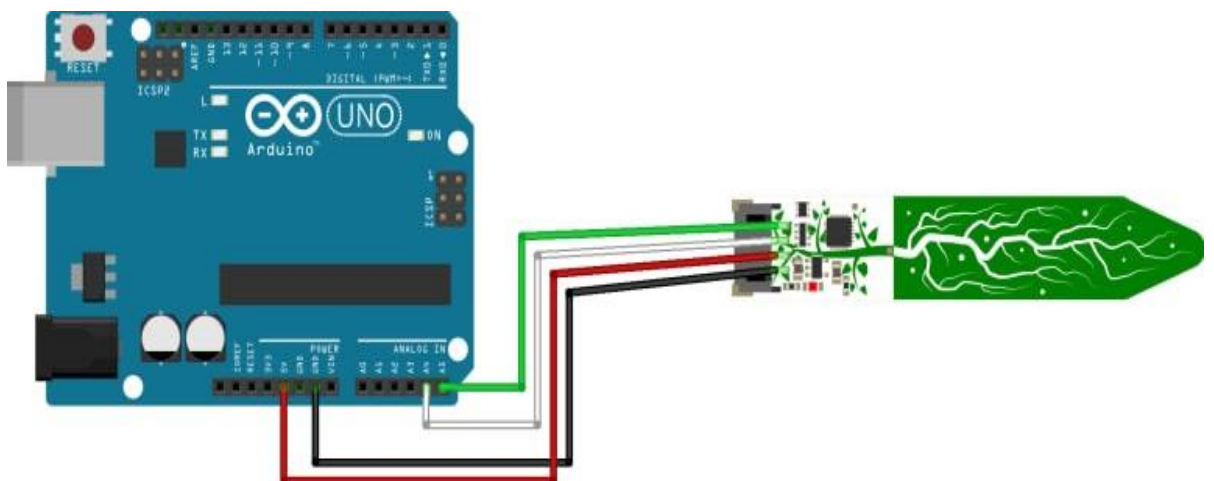


Рисунок 6.5 - Схема підключення датчика Adafruit STEMMA Soil Sensor до плати Arduino Uno

- Підключіть контакт VCC датчика до контакту 3.3V або 5V на Arduino для живлення (в залежності від робочого напруги датчика).
- Підключіть контакт GND датчика до контакту GND на Arduino для заземлення.
- Підключіть контакт SDA датчика до піна A4 (аналоговий пін 4) на Arduino для передачі даних по шині I²C.
- Підключіть контакт SCL датчика до піна A5 (аналоговий пін 5) на Arduino для передачі сигналу тактування по шині I²C.

6.7 Схема підключення датчика опадів

Підключення датчика Adafruit STEMMA Soil Sensor відбувається наступним чином (рисунок 6.6):

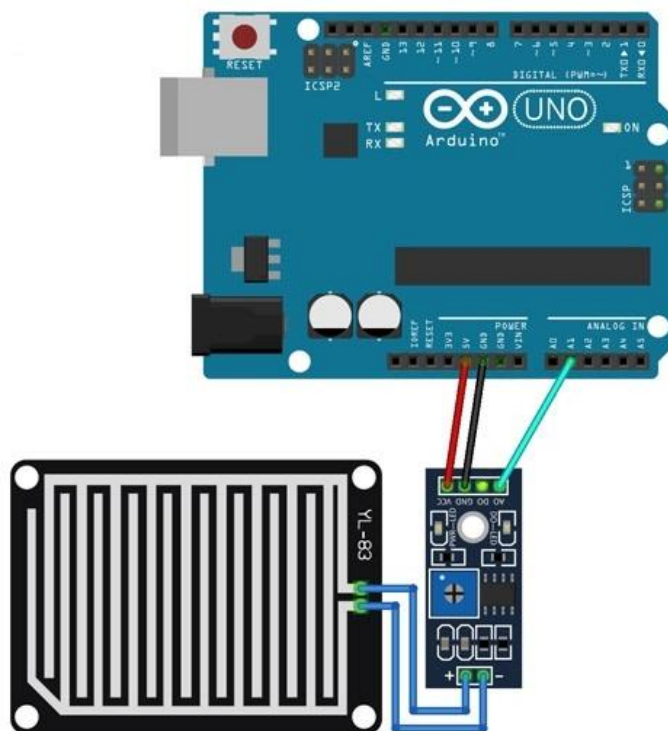


Рисунок 6.6 - Схема підключення датчика опадів до плати Arduino Uno

- Підключіть контакт VCC (живлення) датчика до контакту 5V на для живлення.
- Підключіть контакт GND (заземлення) датчика до контакту GND на для заземлення.
- Підключіть контакт АО (аналоговий вихід) датчика до аналогового піна A0 на.

6.8 Схема підключення датчика напрямку вітру

Підключення датчика напрямку вітру відбувається наступим чином :

- Кожен геркон повинен бути підключений на окремий аналоговий пін.
- Контакт GND (заземлення) котушки повинен бути підключений до контакту GND на для заземлення.
- Потрібно підключити зовнішній підтягуючий резистор (приблизно 10 кОм) між кожним піном геркона та контактом VCC (+5V).

6.9 Схема підключення GSM модуля

Підключення модуля GSM SIM900 відбувається наступим чином (рисунок 6.7):

- Підключіть антену до відповідного роз'єму антени на модулі SIM900
- З'єднайте модуль SIM900 з Arduino Uno за допомогою серійного з'єднання. Для цього підключіть TX (передачу) модуля SIM900 до RX (прийому) Arduino Uno, а RX модуля SIM900 - до TX Arduino Uno. З'єднайте також GND модуля SIM900 з GND Arduino Uno, а VCC модуля SIM900 - до живлення Arduino Uno 5V.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

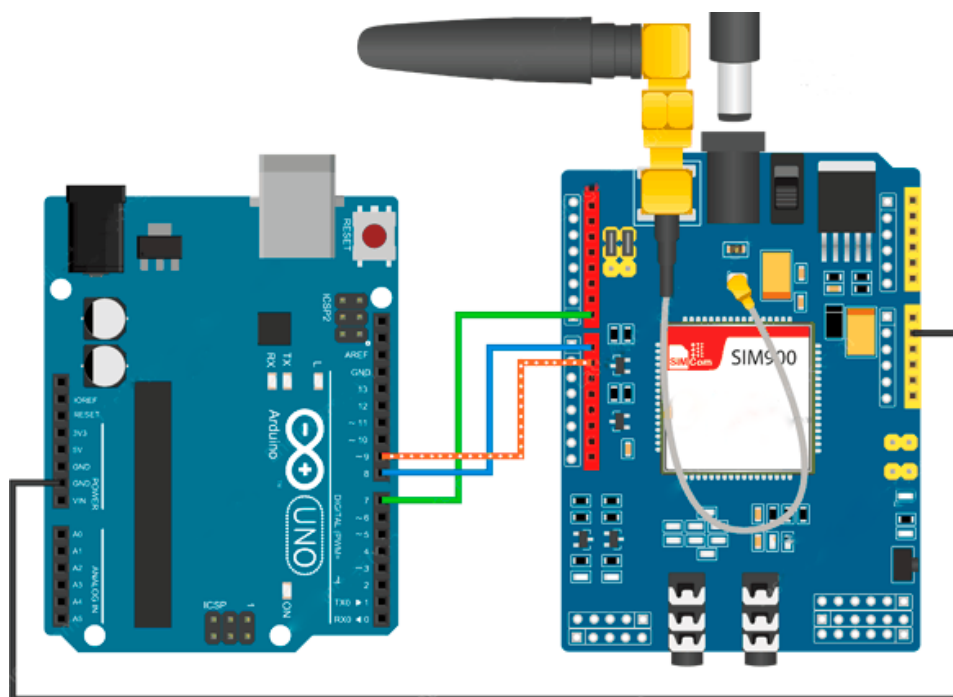


Рисунок 6.7 - Схема підключення модуля GSM SIM900 до плати Arduino Uno

6.10 Схема підключення модуля зовнішньої флеш-пам'яті

Для підключення модуля Adafruit microSD до Arduino Uno вам знадобиться проводковий з'єднувач та деякі додаткові компоненти (рисунок 6.8).

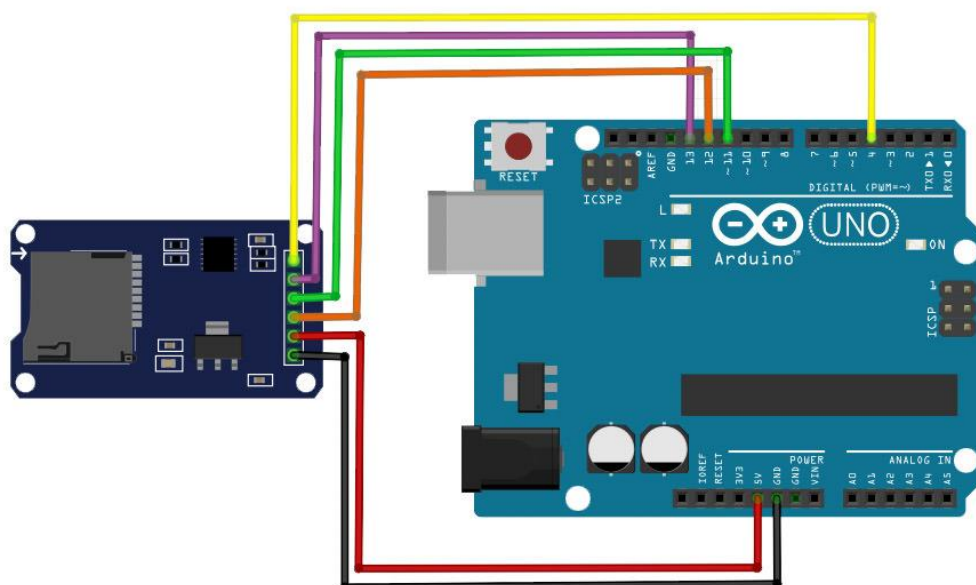


Рисунок 6.8 – Схема підключення модуля Adafruit microSD

Ось кроки, які потрібно виконати:

1. Підключіть модуль Adafruit microSD до Arduino Uno за допомогою провідного з'єднання:

- Підключіть VCC (живлення) модуля до 5V піну.
- Підключіть GND (землю) модуля до GND піну .
- Підключіть MOSI (Master Out Slave In) модуля до піну 11.
- Підключіть MISO (Master In Slave Out) модуля до піну 12.
- Підключіть SCK (Serial Clock) модуля до піну 13.
- Підключіть CS (Chip Select) модуля до будь-якого вільного піна на

2. Підключіть додатковий резистор.

Додайте підтягуючий резистор (10 кОм) між VCC (живлення) і MOSI (Master Out Slave In) на модулі microSD. Резистор служить для забезпечення стабільності сигналу на лінії MOSI. Він використовується для встановлення "підтягуючого" струму на лінії, що допомагає уникнути спотворень сигналу під час передачі даних.

3. Підключіть додатковий конденсатор.

Додайте конденсатор (0.1 мкФ) між VCC (живлення) і GND (землю) на модулі microSD. Конденсатор служить для забезпечення стабільного живлення модуля. Конденсатор вирівнює коливання напруги і сприяє фільтрації шумів та перешкод, що можуть виникати на живленні.

6.11 Загальна електрична функціональна схема

Базуючись на схемах підключення, описаних у підпунктах 6.1 – 6.10 було створено загальну схему електричну функціональну (ІА91.110БАК.004 Э2).

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

7 РОЗРОБКА І ОПИС АЛГОРИТМУ РОБОТИ

В роботі було розроблено алгоритм роботи окремої метеостанції (ІА91.110БАК.004 Д1).

Робота алгоритму розпочинається з початкової ініціалізації мікроконтролера(1 блок). Далі виконується перевірка появи команди віддаленого управління від центрального пункту збору інформації (2 блок).

У випадку, якщо така команда виявлена то викликається підпрограма яка оброблює цю команду(15 блок). Після цього відбувається пошук активних пристроїв підключених до аналогового входу (3 блок), якщо з'явилась помилка пошуку (4 блок), тоді повторюється знову.

Надалі відбувається аналогічних пошук, але вже пристроїв на шині 1-Wire та I²C (5 блок), також повторюється пошук помилки (6 блок).

Під час реалізації алгоритму програми необхідно враховувати обчислення контрольної суми байтів при передачі та прийомі. Цю контрольну суму обчислюємо за відповідним алгоритмом і порівнюємо її значення з прийнятим значенням CRC (7 блок). Якщо обидва значення збігаються, то дані вважаються достовірними для мікроконтролера або пристрою. У випадку, коли значення CRC не збігаються, обмін даними неможливий (8 блок).

Наступний крок це – отримання значень від датчиків з інтерфейсом 1-Wire за існуючим алгоритмом (блоки 9.0 – 9.11). Далі відбувається процес отримання значень від датчиків з інтерфейсом I²C, також за вже існуючим алгоритмом (блоки 10.0 – 10.10). І на остаток отримуємо значення від датчиків які підключені до аналогових входів(11 блок).

На завершальних етапах розробленого алгоритму, дані зберігаються на зовнішню флеш-пам'ять (12 блок) , далі ці дані передаються через GSM модуль (13 блок) до центрального пункту збору інформації.

В кінці алгоритму виконується перевірка сигналу завершення роботи (15 блок), у випадку відсутності сигналу робота програми продовжується.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Тема дипломного проекту присвячена актуальній задачі, яка полягає в розробці системи збору метеоданих на основі мікроконтролера з датчиками та модулями. Головною метою проекту є збір метеоданих за допомогою датчиків, їх обробка та передача на головний контролер з використанням модему. У якості мікроконтролера було обрано ATmega328, який вбудований в плату Arduino Uno.

Описано переваги вибору Arduino Uno, зокрема його сучасні технології збору інформації з датчиків. Це забезпечує надійний та точний збір інформації про метеорологічні умови.

У проекті були розроблені структурні та функціональні схеми, які допомагають визначити логіку та зв'язки між компонентами системи. Також була розроблена схема алгоритму роботи системи, що детально описує послідовність дій при зборі та передачі даних.

В процесі проектування були обрані та описані окремі вузли системи, такі як датчики, модем та головний контролер. Це дозволило створити комплексну систему збору та обробки метеорологічних даних.

Загальний висновок полягає в тому, що розроблена мікроконтролерна система на базі Arduino Uno забезпечує ефективний та надійний збір метеорологічних даних, їх обробку та передачу. Цей проект використовує сучасні технології і може бути використаний для моніторингу погодних умов у різних додатках, включаючи будівлі, устаткування та машини.

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний веб-сайт Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/>.
2. IoT Based Weather Monitoring System Using Arduino-UNO. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9357748>.
3. Збірник наукових праць ДНДІ ВС ОБТ, 2022, Вип. 4(14). URL: <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/download/240/231/>
4. Global Observing System. URL: <https://public.wmo.int/en/programmes/global-observing-system>
5. Weather Monitoring System using Arduino. URL: <https://techatronic.com/weather-monitoring-system-using-arduino-weather-station-using-nrf/>
6. Wireless Vantage Pro2 Plus with 24-Hr Fan Aspirated Radiation Shield and WeatherLink Console. URL: <https://www.davisinstruments.com/products/wireless-vantage-pro2-plus-with-24-hr-fan-aspirated-radiation-shield-and-weatherlink-console>
7. Ambient Weather WS-2902A. URL: <https://ambientweather.com/ws-2902-smart-weather-station>
8. 1-Wire Sensor Temperature Sensor DS18B20. URL: <https://www.stg-maximintegrated.com/en/products/sensors/DS18B20.html>
9. Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22. URL: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
10. Adafruit BMP280 I2C or SPI Barometric Pressure & Altitude Sensor - STEMMA QT. URL: <https://www.adafruit.com/product/2651>
11. Adafruit LTR390 UV Light Sensor - STEMMA QT / Qwiic. URL: <https://www.adafruit.com/product/4831>
12. Anemometer Wind Speed Sensor w/Analog Voltage Output. URL: <https://www.adafruit.com/product/1733>
13. Adafruit STEMMA Soil Sensor - I2C Capacitive Moisture Sensor - JST

					IA91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

PH 2mm. URL: <https://www.adafruit.com/product/4026>

14. MicroSD card breakout board+. URL: <https://www.adafruit.com/product/254>

15. Електроніка та мікропроцесорна техніка : підручник. У 2 ч. Ч. 2. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 20,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 489с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/55622>

16. Проектування мікропроцесорних систем: Проектування мікропроцесорних систем на базі AVR-мікроконтролерів: Периферійні модулі AVRмікроконтролерів: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри Автоматики та управління у технічних системах / Укл.: А.О. Новацький– К: НТУУ „КПІ”, 2012– 470с. URL: https://ist.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/05/AVR_posibnyk.pdf

					ІА91.110БАК.004 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

QR-код посилання на GitHub репозиторій який містить програмний код та бібліотеки для пристроїв (датчики, модулі).

