



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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Осхівська Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студентці Уйван Іванні Русланівній  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій

Керівник роботи Яцишин Василь Володимирович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» лютого 2021 року № 4.7-97

2. Термін подання студентом завершеної роботи 25.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Типова структура метеостанцій, апаратне забезпечення метеостанцій з використання Raspberry PI, принцип організації REST API

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

Вступ. 1. Визначення вимог та аналіз існуючих рішень щодо проектування метеостанцій.

2. Проектування апаратної складової комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій.

3. Програмне забезпечення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки

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

1. Апаратне забезпечення метеостанцій.

2. Схема організації метеостанції на основі Raspberry PI.

3. Загальний алгоритм роботи метеостанції.

4. Алгоритм пошуку найближчих метеостанцій;

5. Use-case діаграма взаємодії користувача з метеостанцією;

6. Архітектура програмного забезпечення метеостанції.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка і затвердження технічного завдання	10.02-16.02.2021	
2	Аналіз технічного завдання	17.02-02.03.2021	
3	Визначення вимог до апаратного та програмного забезпечення комп'ютерної системи	03.03-18.03.2021	
4	Проектування схеми метеостанції	19.03-04.04.2021	
5	Проектування та реалізація програмного забезпечення метеостанцій	04.04-02.05.2021	
6	Розробка інструкцій із встановлення та налаштування параметрів комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій	02.05-29.05.2021	
7	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	01.06-08.06.2021	
8	Оформлення кваліфікаційної роботи	09.06-18.06.2021	
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи	18.06-22.06.2021	
10	Захист кваліфікаційної роботи	22.06-28.06.2021	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

*Уйван Іванна Русланівна*  
\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

*Яцишин Василь Володимирович*  
\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій // Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр // Уйван Іванна Русланівна // ТНТУ, спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»// Тернопіль, 2021 // с.– 70 , рис. – 52 , табл. – 5, аркушів А1 – 6, бібліогр. – 20.

Ключові слова: комп'ютерна система, збір, дані, аналіз, метеостанція.

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій. Процес побудови системи включає проектування апаратного забезпечення для зчитування показників погоди і комплексу програмного забезпечення керування процесами одержання інформації з сенсорів. Окрім цього, у комп'ютерній системі реалізовано запис інформації у базу даних та одержання останніх показників погоди з найближчих метеостанцій.

Апаратні компоненти метеостанції поділяються на два типи: пасивні та активні. До пасивних компонентів відноситься:

- модуль ВМЕ280 – для одержання даних про температуру повітря, вологість та атмосферний тиск;
- модуль DS18B20 – вимірює температуру ґрунту.

До активних компонентів, які працюють за принципом псевдокнопки на основі герконових перемикачів, відноситься:

- анемометр – дозволяє вимірювати швидкість, напрям, а також пориви вітру;
- сенсор кількості опадів – вимірює висоту стовпчика дощової води на 1 м<sup>2</sup>.

## ABSTRACT

Computer-aided system of meteorological data collection and analysis // Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр // Uyvan Ivanna Ruslanivna // TNTU, speciality 123 «Computer engineering»// Ternopil, 2021 // p.– 70 , fig. – 52 , tab. – 5, posters A1 – 6, ref. – 20.

Keywords: computer system, collection, data, analysis, weather station.

The bachelor's thesis is dedicated to the development of a computer system for collecting and analyzing data from weather stations. The process of building the system includes the design of hardware for reading weather indicators and a set of software to control the processes of obtaining information from sensors. In addition, the computer system implements the recording of information in the database and obtaining the latest weather indicators from the nearest weather stations. The hardware components of a weather station are divided into two types: passive and active. The passive components include:

- module BME280 - to obtain data on air temperature, humidity and atmospheric pressure;
- DS18B20 module - measures soil temperature.

The active components that work on the principle of a pseudo-button based on reed switches include:

- anemometer - allows you to measure speed, direction, and wind gusts;
- precipitation sensor - measures the height of the rainwater column per 1 m<sup>2</sup>.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1 ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ МЕТЕОСТАНЦІЙ .....	11
1.1 Аналіз технічного завдання на проектування комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій .....	11
1.2 Аналіз структури та принципів організації метеостанцій.....	16
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ АПАРАТНОЇ СКЛАДОВОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З МЕТЕОСТАНЦІЙ .....	23
2.1 Проектування структури системи збору та аналізу даних з метеостанцій	23
2.2 Обґрунтування вибору типу мікроконтролера.....	25
2.3 Обґрунтування вибору пасивних компонентів комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій .....	27
2.3.1 Сенсори температури повітря, вологості та атмосферного тиску.....	27
2.3.2 Сенсор температури ґрунту.....	29
2.4 Обґрунтування вибору пасивних компонентів комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій .....	33
2.4.1 Анемометр.....	34
2.4.2 Сенсор кількості опадів .....	42
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З МЕТЕОСТАНЦІЙ .....	45

<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Уйван І.Р.		
Перевір.		Яцишин В.В.		
Реценз.				
Н. Контр.		Луцик Н.С.		
Затверд.		Осухівська Г.М.		
Комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій				
		Літ.	Арк.	Аркуші
		6		
ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44				

3.1	Обґрунтування середовища та мови програмування для управління компонентами метеостанції.....	45
3.2	Програмне забезпечення пасивних компонентів метеостанції .....	46
3.3	Програмне забезпечення активних компонентів метеостанції.....	50
3.4	База даних для зберігання метеопоказників .....	56
3.5	Програмне забезпечення збору даних з відкритих джерел.....	59
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....		64
4.1	Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора ПК.....	64
4.2	Організація служби охорони праці на підприємстві .....	68
ВИСНОВКИ .....		72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		73
Додаток А. Технічне завдання		

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ,  
СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

БД	База даних
КС	Комп'ютерна система
ПЗ	Програмне забезпечення
ПО	Предметна область
РКС	Розподілена комп'ютерна система
СКБД	Система керування базами даних
ER	Entity-Relationships
UML	Unified Modelling Language

					<i>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Комп'ютерні системи, враховуючи інтенсивний розвиток інформаційних технологій, все більше застосовуються і забезпечують ефективність процесів у тих галузях, які раніше слабо піддавались автоматизації. До них належать такі сфери як агробізнес, навчальні та освітні платформи, прогнозування кліматичних змін, дослідження у сфері оптимізації та управління енергоспоживання приватних будинків та ряд інших.

На сьогодні, широке використання IoT пристроїв зумовило розвиток інтелектуальних агентів для контролю за температурними режимами, як всередині приміщення, так і навколишнього середовища, параметрів мікроклімату у теплицях з вирощування фруктів та овочів, керування освітленням та ін. Це дає змогу ефективно використовувати природні ресурси і знижувати негативний вплив на природне середовище, а також зменшити витрати коштів за споживання енергоносіїв.

Важливу роль в агросекторі, а також у сферах, де важливим є контроль та аналіз метеопоказників, відіграють станції, які дозволяють одержувати інформацію про температуру навколишнього середовища, вологості, атмосферного тиску, напряму і швидкості вітру, а також кількості опадів. Це зумовлено ефективністю прийняття рішень для одержання максимального врожаю. Ще однією важливою сферою застосування метеостанцій є медицина, де здійснюється моніторинг погодних показників для оптимізації параметрів мікроклімату для метеозалежних людей. Тому проектування, реалізація і застосування локальних метеостанцій є актуальним завданням, оскільки дає можливість підвищити якість життя метеозалежних людей, виявляти тенденції щодо появи різних погодних явищ, формувати базу даних статистичних показників та забезпечувати ефективність бізнес процесів в агросекторі.

Проектування локальних метеостанцій дозволяє забезпечити доступ до актуальних даних щодо метеорологічних показників на конкретній географічній

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

території. Для прикладу, інформація щодо температурних показників та опадів дають можливість прийняти ефективне рішення щодо початку польових робіт.

Окрім цього, на основі показників щодо метеорологічної ситуації, можна реалізувати додаткові сервіси, в основі яких лежать математичні моделі щодо ймовірності появи, наприклад, хвороби рослин. Знання інформації про метеорологічні явища дозволяє зберегти врожай та попередити загрозу виникнення і розвитку хвороб.

До переваг використання метеостанцій належать такі, як онлайн моніторинг стану погодних умов, аналіз історичних архівних даних, прогнозування врожайності та виникнення неблагополучних ситуацій.

Інтеграція метеостанцій з додатковими сервісами, наприклад, автоматизованою системою зрошування, дозволяє ефективно керувати вологістю ґрунту та іншими показниками, які впливають на розвиток рослин.

					<i>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						10
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 1 ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ МЕТЕОСТАНЦІЙ

1.1 Аналіз технічного завдання на проектування комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій

Основне призначення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій полягає в одержанні інформації з відкритих та загальнодоступних метеостанцій з подальшим їх збереженням у базі даних, а також організація власної метеостанції. Така комп'ютерна система може бути ефективно використана в агросекторі – при спостереженні за параметрами погодних умов, в медицині – при лікуванні та моніторингу метеозалежних людей, у кліматології – при аналізі тенденцій щодо змін клімату, а також прогнозування метеопказників в часі на основі історичних даних.

Комп'ютерна система збору та аналізу даних може порівнювати значення показників погоди з найбільш близько розташованими метеостанціями в залежності від поточного місця локації. Збір та аналіз метеофакторів є базисом для проведення наступних досліджень щодо формування коротко-, середньо- і довготривалого прогнозу погоди, а також глобальних тенденцій до змiну клімату.

Мета створення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій полягає в автоматизації процесу збереження та маніпулювання інформацією для одержання більш достовірних метеопказників на основі даних з найближчих метеовузлів та організація власної метеостанції з використанням Raspberry PI.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Уйван І.Р.</i>			<i>Визначення вимог та аналіз існуючих рішень щодо проектування метеостанцій</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Яцишин В.В.</i>					11	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

Основними завданнями, які покликана розв'язати дана система є:

- автоматизація збору та централізоване зберігання даних про погодні умови;
- можливість формування даних про метеорологічні показники: температура, вологість, атмосферний тиск, рівень опадів, напрямок і швидкість вітру;
- здатність до накопичення та маніпулювання статистичними показниками погодних умов, які зберігаються у реляційній базі даних;
- зручність налаштування та відображення метеопоказників;
- застосування Raspberry PI для організації метеостанції;
- можливість одержання даних з відкритих локальних користувацьких метеостанцій, доступних в мережі Інтернет;
- здатність порівнювати дані, одержані з конкретної метеостанції та найближчими вузлами аналізу погодних показників;
- можливість формування резервних копій бази даних;
- здатність до інтеграції із системами прогнозування погоди;
- підвищення достовірності та ефективності прийняття рішень для предметних областей, в яких важливу роль відіграють метеопоказники.

До основних задач, які має виконувати комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій належать автоматизація процесу формування статистичних показників щодо температурних показників, вологості, атмосферного тиску, напряму і швидкості вітру, кількості опадів у певний момент часу. Така інформація є корисною для агросектору, спостереження за зміною клімату, прогнозування погоди на різних інтервалах часу, а також для споживання енергоносіїв, зокрема газу та електроенергії.

Для досягнення мети роботи необхідно розв'язати ряд задач, основні з яких полягають в обґрунтуванні давачів (сенсорів) погодних умов, проектуванні схеми організації метеостанції, розробці програмного забезпечення для керування метеостанцією та інших.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливим аспектом роботи є також реалізація можливості аналізу даних з відкритих джерел, щодо погодних умов за останній час та визначення найбільш близьких до заданої метеостанції вузлів аналізу метеорологічної ситуації. Це дозволить одержати інформацію про погоду на проміжних територіях, де відсутні спостережні метеорологічні пункти.

При такій організації комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій можна забезпечити доволі продуктивну та ефективну систему, що міститиме актуальну інформацію про погодні умови на конкретній локальній території і дозволить приймати відповідні адекватні рішення у різних областях народного господарства.

Контроль над даними і доступ до метеостанції повинен бути авторизованим та захищеним на різних рівнях. Що стосується архівних та історичних даних, то вони повинні зберігатись у деякій системі керування базами даних, а доступ даних забезпечується на основі механізмів, які забезпечують аутентифікацію користувачів з необхідними дозволами і правами.

Комп'ютерна система збору та аналізу показників метеостанцій повинна володіти властивістю авторизованого доступу до даних на основі розроблених методів і процедур. У результаті успішного звернення до метеостанцій повинні бути доступними показники температури, вологості, атмосферного тиску та ін., а також службова інформація про місце розташування метеостанції. Інформація про значення метеопоказників повинна записуватись у базу даних за розкладом.

Структура комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій включає:

- мікроконтролер на базі Raspberry PI v.3;
- сенсор температури;
- сенсор вологості;
- сенсор атмосферного тиску;
- сенсор рівня опадів;
- сенсор для визначення швидкості та напрямку вітру;

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– програмне забезпечення зчитування метеопоказників і керування метеостанцією;

– реляційна база даних для зберігання інформації про метеопоказники.

До основних функціональних вимог, які висуваються до комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій належить:

– можливість зчитування та представлення у зручному для користувача вигляді даних про показники погодних умов;

– можливість встановлення з'єднання з глобальною базою даних метеопоказників;

– можливість знаходження та одержання даних з відкритих метеостанцій, які знаходяться найближче до заданої;

– здатність до зберігання інформації за розкладом;

– здатність до аналізу метеоінформації;

– можливість застосування інструментів авторизованого доступу до даних;

– можливість формування резервних копій даних;

– можливість гнучкого налаштування параметрів метеостанції.

Сенсори метеопоказників під'єднуються до Raspberry PI. Контролер виконує опрацювання інформації і через протокол передачі WIFI відправляє дані до бази даних. Збір даних з відкритих найближчих метеостанцій виконується через протокол HTTP/HTTPS шляхом звернення до URL адреси <https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getallstation>. В цілому архітектура комп'ютерної системи представляє собою «клієнт-сервер».

До перспектив розвитку комп'ютерної системи входить адаптація її властивостей у відповідності до вимог зовнішніх комп'ютерних систем або програмних комплексів. Апаратне забезпечення системи при цьому не зазнає змін, однак можливе розширення функціональних властивостей програмного забезпечення. Зокрема, це може стосуватися інтеграції «розумних сервісів»

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

щодо прогнозування погодних показників на середньо- і довготривалі періоди часу.

У випадку внесення додаткових властивостей або заміни інформації щодо показників, система повинна адекватно реагувати на їх внесення без пошкодження існуючих даних.

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій повинна володіти авторизованим доступом до системного програмного забезпечення Raspberry PI, забезпечувати фізичний захист від пошкоджень та вторгнення сторонніх користувачів. Окрім цього, захист до локальної бази даних повинен також бути авторизованим і прозорим. У випадку виникнення збоїв або відмов у роботі комп'ютерної системи, повинен бути забезпечений заданий рівень надійності її функціонування до усунення неполадок.

До основних вимог щодо функцій і задач, які повинна задовольняти і виконувати комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій, належить:

- одержання показників метеорологічної ситуації з проектованої метеостанції;
- запис у базу даних значень температури, вологості, атмосферного тиску та ін. у базу даних ;
- одержання та порівняння метеопоказників з <https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getallstation>;
- забезпечення надійності, контролю та захисту даних;
- визначення показників погоди з найближчих метеостанцій;
- забезпечення визначеного рівня продуктивності функціонування метеостанції.

Вимоги до апаратного забезпечення метеостанції на базі Raspberry PI 3:

- 4-ядерний 64-бітний процесор з тактовою частотою 1,2 ГГц;
- інтерфейс передачі даних з підтримкою протоколу Wi-Fi 802.11n;
- підтримка Bluetooth 4.1;

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- об'єм оперативної пам'яті – 1GB;
- наявність USB-портів;
- Ethernet порт;
- слот під microSD;
- графічне ядро VideoCore IV 3D;
- послідовний інтерфейс камери (CSI);
- послідовний інтерфейс монітора (DSI);
- 40 пінів вводу/виводу (GPIO);
- HDMI – порт.

Вимоги до робочих станцій:

- центральний процесор – тактова частота > 2,0 ГГц та наявність більш, ніж 2-ох логічних ядер;
- розмір оперативної пам'яті – не менше 4 Гб;
- розмір жорсткого диску – не менше 500 Гб.

Мінімальні вимоги до сервера баз даних:

- процесор з тактовою частотою 1,2 ГГц або більш потужний;
- Оперативна пам'ять – 1 Гб або більше;
- архітектура з розрядністю 32 біти або 64 біти (x86 або x64).

Програмне забезпечення мікроконтролера Raspberry PI – операційна система Raspbian, Python 3.

Програмне забезпечення робочих станцій – Windows 10, або UNIX-подібні ОС та прикладне програмне забезпечення, зокрема Python IDLE, веб-браузер та ін.

## 1.2 Аналіз структури та принципів організації метеостанцій

Спостереження за погодними факторами, які відображають стан атмосфери та навколишнього середовища відіграють важливу роль у життєдіяльності людини і безпосередньо впливають на якість нашого життя.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Дослідження і систематичний моніторинг метеорологічних показників дає змогу виявити і спрогнозувати сприятливі чи негативні фактори впливу на різні сфери діяльності людини. Суть метеорологічних спостережень полягає у вимірюванні кількісних та оцінюванні якісних фізичних величин, основними з яких є температура, вологість, атмосферний тиск, кількість опадів, напрям, сила і швидкість вітру.

Для виявлення і фіксації метеопоказників організовують метеостанції, що дозволяють одержувати кількісні фізичні величини про стан атмосфери. Така інформація є важливою для сільського господарства, організації роботи житлово-комунальних підприємств, містобудування, охорони здоров'я та ряду інших. В залежності від місця розташування і функцій метеостанцій розрізняють декілька їх типів, які наведено на рис. 1.1.

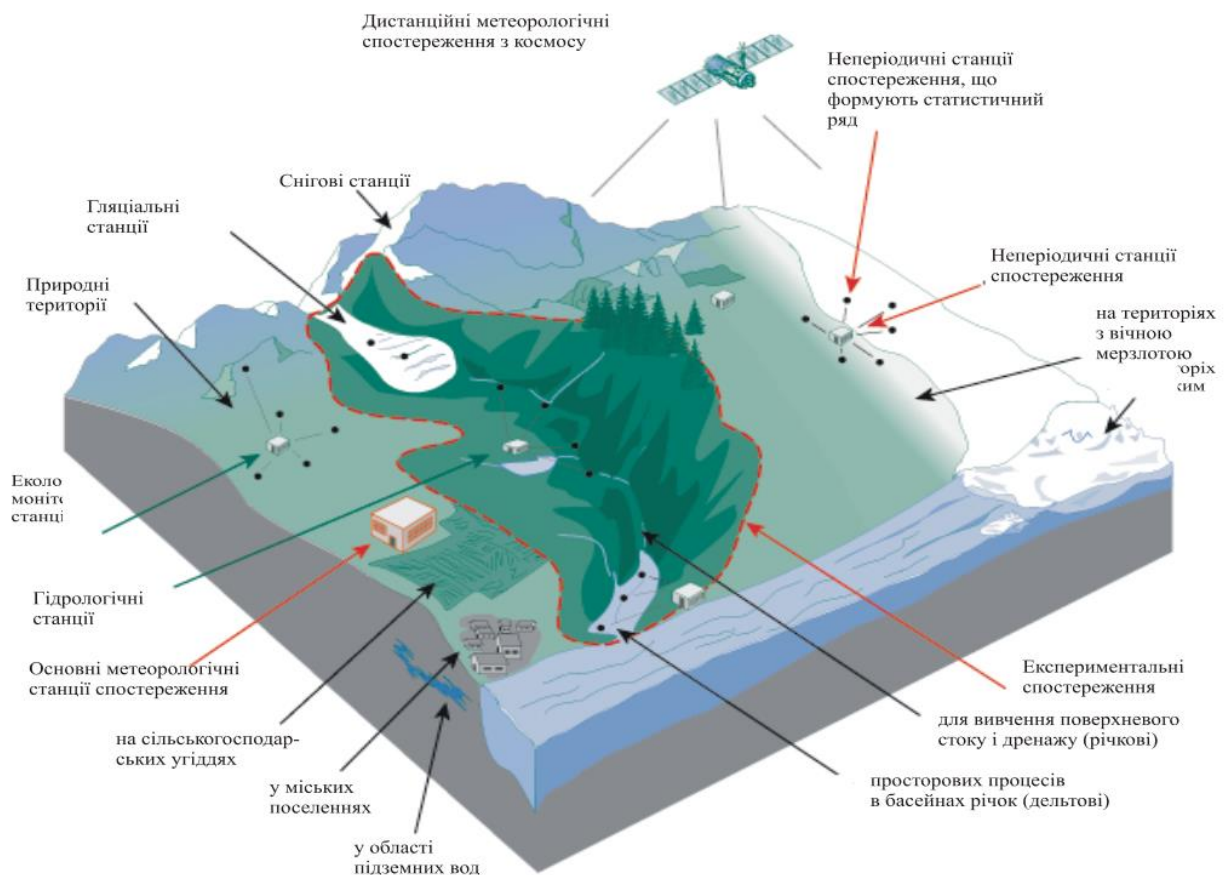


Рисунок 1.1 – Види і принципи організації метеостанцій

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ

Арк.

17

В Україні функцію управління та організації гідрометеостанцій покладено на гідрометеорологічну службу, що функціонує у підпорядкуванні комітету з гідрометеорології. Цей комітет здійснює управління всеукраїнським центром спостережень за станом природного середовища.

В обласних центрах, зазвичай, організовують регіональні гідрометеостанції, які утворюють відповідну мережу з центром керування у м. Київ. Сьогодні метеорологічна мережа України включає 206 метеорологічних станцій різного призначення (обсерваторії, станції та пости).

До основних показників, які фіксують промислові метеостанції належать показники, що наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні метеопоказники

Метеорологічний показник	Вимірювана величина	Одиниця вимірювання
Температура повітря	Температура	С <sup>0</sup> , К
Температура води	Температура	С <sup>0</sup> , К
Температура ґрунту	Температура	С <sup>0</sup> , К
Атмосферний тиск	Тиск	Па, Мб, мм.рт.ст
Барична тенденція	Зміна тиску за три години	Мб/3
Вологість повітря	Парціальний тиск	мб
	Точка роси	С <sup>0</sup>
	Відносна вологість	%
Вітер	Швидкість	м/с, бал
	Напряв	Пн, Пд, Сх, Зх

Метеорологічний показник	Вимірювана величина	Одиниця вимірювання
Опади	Кількість (товщина шару води, що випала на горизонтальну поверхню)	мм
	Вид (тверді, рідкі)	
	Тривалість (початок, кінець)	мм/хв
Сніговий покрив	Щільність	г/см <sup>3</sup>
	Висота	см
	Запаси води у сніговому покриві	г/м <sup>2</sup>
Пряма сонячна радіація	Тривалість сонячного сйва	Год, хв
	Енергетична освітленість	Вт/м <sup>2</sup> , Кал/хв см <sup>2</sup>
Сумарна, розсіяна відбита сонячна радіація, радіаційний баланс	Енергетична освітленість	Вт/м <sup>2</sup> , Кал/хв см <sup>2</sup>
	Доза випромінювання	Дж/ см <sup>2</sup>
Хмарність	Кількість	Бал
Забруднення атмосфери	Концентрація забруднюючих речовин в атмосфері	мг/м <sup>3</sup>
Вміст хімічних речовин в опадах	Концентрація речовин	мг/л
Туман	Інтенсивність	год, хв
	Тривалість	
Радіоактивність повітря	Радіоактивність	Ки (Кюрі)
Ожеледиця	Щільність	г/см <sup>3</sup>
	Кількість льоду на погонний метр проводу	г/м

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Метеостанція промислового зразка, що використовується у звичайних умовах на підприємствах хімічного, гірничо-збагачувального виробництва, а також як регіональна метеостанція показана на рис. 1.2



Рисунок 1.2 – Метеостанція промислового зразка

Зовнішній вигляд метеостанції на припортових територіях, кораблях та різного роду морських вишках, які в основному орієнтовані на визначення сили та напрямку вітру, а також рівня обледенілості наведено на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 – Морські метеостанції

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Локальна користувачька не промислова метеостанція, зазвичай, складається з двох основних частин: зовнішня, що виконує збір даних про метеопказники і надсилання їх кожних 2 с із застосуванням передавача, який працює на частоті 433 МHz та внутрішньої частини. Внутрішній блок опрацьовує одержані дані та відображає їх на дисплеї розміром 20\*4. Крім цього, до складу внутрішнього блоку може входити давач атмосферного тиску, що локально вимірює відповідну фізичну величину. На рис. 1.4 наведено типову структуру локальної метеостанції, що спроектована на мікроконтролері Píсaxe фірми Revolution Education Ltd.

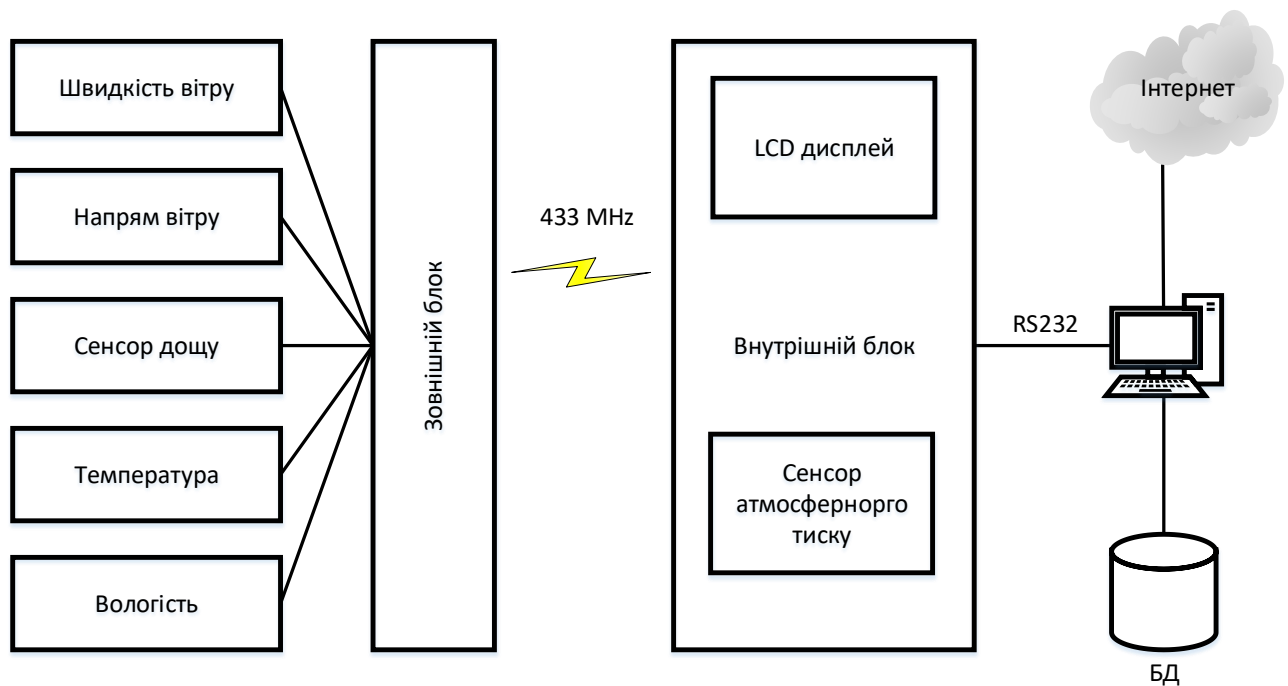


Рисунок 1.4 – Типова структура локальної метеостанції

Недоліком такої реалізації (рис. 1.4) метеостанції є те, що передача і накопичення даних здійснюється з використанням інтерфейсу RS 232 та відповідного протоколу, що не є швидким. Окрім цього, неможливо розташувати метеопристрій на більш далекій відстані від комп'ютера та не завжди можливе використання локальної бази даних.

Стабільність та швидкість передачі даних з сенсорів до внутрішнього блоку є досить повільною, що також є недоліком цієї комп'ютерної системи.

Тому у роботі пропонується спроектувати метеостанцію на базі мікроконтролера Raspberry PI з можливістю реалізації локальної реляційної бази даних, а також забезпечення можливості збору даних з найближчих відкритих метеостанцій.

Для того, щоб спроектувати метеостанцію і досягти мети кваліфікаційної роботи потрібно:

- дослідити характеристики однокристального міні-комп'ютера;
- здійснити та обґрунтувати вибір метеосенсорів;
- спроектувати схему комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій;
- розробити програмне забезпечення та структуру таблиці бази даних для зберігання;
- забезпечити можливість одержання даних з найближчих відкритих метеостанцій.

					<i>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						22
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ АПАРАТНОЇ СКЛАДОВОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З МЕТЕОСТАНЦІЙ

### 2.1 Проектування структури системи збору та аналізу даних з метеостанцій

При проектуванні комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій в першу чергу необхідно визначити, які метеопказники необхідно одержувати та яку інформацію про них потрібно зберігати у базі даних. Окрім цього, важливим аспектом проектування і побудови алгоритму збору даних є розклад, за яким буде здійснюватися зняття характеристик фізичних величин та інтервал запису в БД.

Важливим також є протоколи і способи передачі даних від метеостанції до комп'ютера, а також організація доступу до мережі інтернет для забезпечення доступу до глобальної бази даних метеопказників та визначення географічно найближчих локальних станцій для подальшого прогнозування погоди на території, що не охоплена подібними системами.

Сенсорами або давачами з яких необхідно знімати характеристики метеоумов у конкретний момент часу на визначеній локальній території пропонується обрати наступні категорії:

- сенсор температури;
- сенсор вологості;
- сенсор атмосферного тиску;
- компонент аналізу опадів;
- компонент визначення напрямку і швидкості вітру.

В загальному випадку, архітектуру проектованої комп'ютерної системи на рівні компонентів представлено на рис. 2.1.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Уйван І.Р.</i>			<i>Проектування апаратної складової комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Яцишин В.В.</i>					23	
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М.</i>						

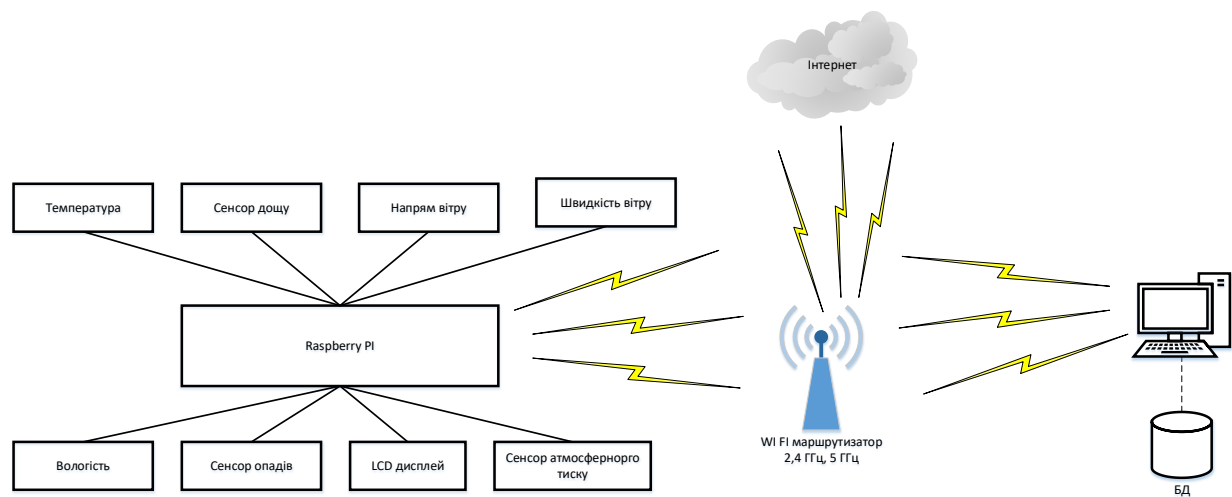


Рисунок 2.1 – Архітектура локальної метеостанції

Як видно з архітектури, наведеної на рис. 2.1, зв'язок між метеостанцією запропоновано реалізувати за допомогою технології передачі даних WI FI, що підтримує протокол 802.11n. При цьому швидкість передачі даних становить до 150 Мбіт/с на частотах 2,4 ГГц або 5ГГц.

Перевагою використання та реалізації такої архітектури є те, що існує можливість використовувати метеостанцію на відстанях, більших, ніж безпосередньо біля самого комп'ютера, при цьому не втрачається швидкість передачі даних. Окрім цього, канал передачі даних є захищеним, що тим самим задовольняє вимоги надійності та авторизованого доступу до метеостанції.

Запропонована архітектура метеостанції є гнучкою та масштабованою в тому відношенні, що існує можливість відправляти дані безпосередньо в хмарні сховища, оскільки передбачено прямий доступ до мережі Internet.

Таким чином, виходячи з вимог наведених у технічному завданні та результатів аналізу існуючих рішень і типів метеостанцій, запропонована структура метеостанції є оптимальною, оскільки дозволяє сформувати повну картину метеоситуації на певній визначеній локальній території. Метеоситуація описується за допомогою набору з шести показників, комп'ютерна система забезпечує передачу і зберігання даних, а також є базисом для аналізу і прогнозування погоди на короткий і середній термін.



Для практичної реалізації комп'ютерної системи необхідно проаналізувати основні технічні характеристики архітектурних компонентів, які наведені на рис. 2.1 та обрати найбільш оптимальні.

## 2.2 Обґрунтування вибору типу мікроконтролера

В основі комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій лежить використання однокристального міні-комп'ютера Raspberry PI 3, зовнішній вигляд якого показано на рис. 2.2.

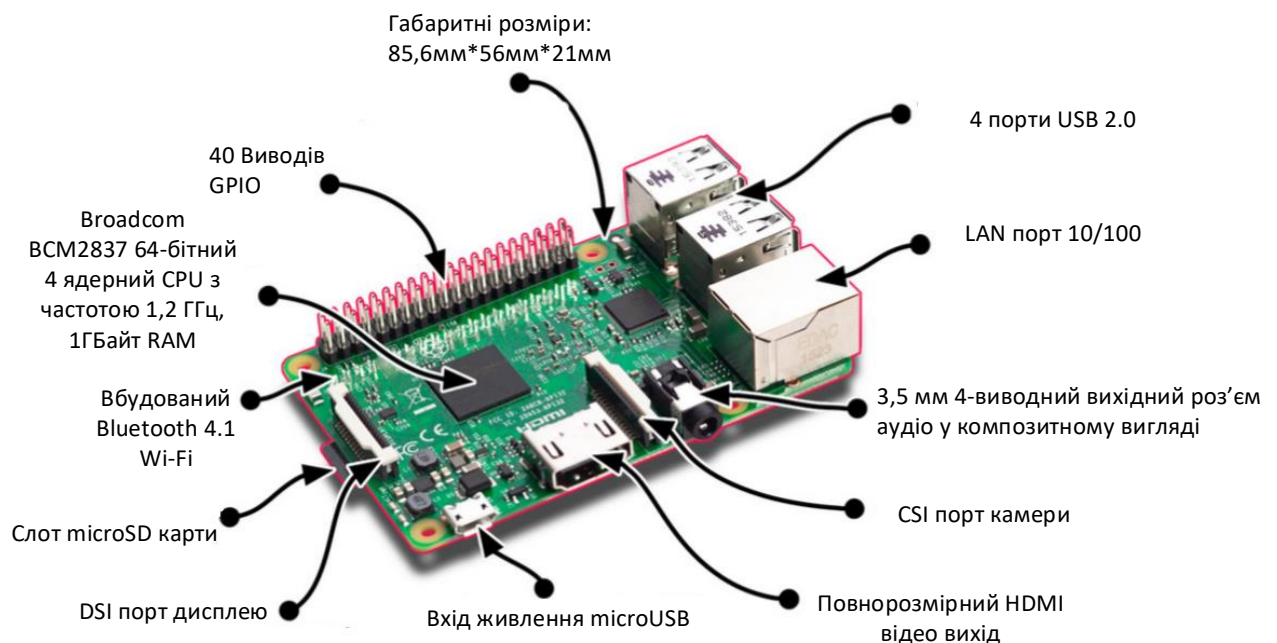


Рисунок 2.2 – Raspberry PI 3

Як видно з рис. 2.2, Raspberry PI 3 Model B володіє багатим арсеналом готової функціональності і може бути ефективно використаний при побудові локальної метеостанції. Більш детальні загальні характеристики Raspberry PI 3 наведено у табл. 2.1.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.1 – Характеристики Raspberry PI 3

№ з/п	Характеристики Raspberry PI 3		Значення характеристик
1.	Процесор	Виробник процесора	Broadcom
		Модель процесора	BCM2837
		Кількість ядер процесора	4
		Частота процесора	1200 МГц
2.	Оперативна пам'ять	Тип оперативної пам'яті	SDRAM
		Об'єм оперативної пам'яті	1024 МБ
3.	Накопичувач даних	Об'єм вбудованої флеш-пам'яті	немає
4.	Відеокарта	Виробник відеочіпа	Broadcom
		Модель відеочіпа	Videocore 4
		Об'єм відеопам'яті	Виділяється з оперативної пам'яті
5.	Інтерфейси, роз'єми	Відео роз'єм	HDMI, MIPI (CSI) вхід
		Аудіо роз'єм	3.5 мм jack (аудіо)
		Інтерфейси периферійних пристроїв	micro SD, micro USB, GPIO, USB 2.0 x4
6.	Комунікаційні інтерфейси	Метод доступу до мережі Інтернет	Wi-Fi, Ethernet (RJ-45)
		Швидкість мережевого адаптера	100 Мбіт
		Додаткові вбудовані пристрої	Bluetooth 4.1, WI-FI

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ

Арк.

26

## 2.3 Обґрунтування вибору пасивних компонентів комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій

### 2.3.1 Сенсори температури повітря, вологості та атмосферного тиску

В якості сенсорів температури повітря, вологості та атмосферного тиску пропонується використати модуль BME280. Даний модуль призначений для вимірювання цих характеристик і є яскравим представником групи датчиків фірми Bosch Sensortec.

У порівнянні з першими датчиками серії BMP085 і BMP180, BME280 володіє кращими характеристиками і меншими геометричними розмірами. Окрім цього, відмінністю даного сенсора від BMP280 є наявність гігрометра, що дозволяє вимірювати відносну вологість повітря, що в комплексі з інтегрованим датчиком температури й атмосферного тиску дозволяє побудувати міні метеостанцію для моніторингу трьох параметрів метеоситуації. На рис. 2.3 наведено зовнішній вигляд модуля BME280.

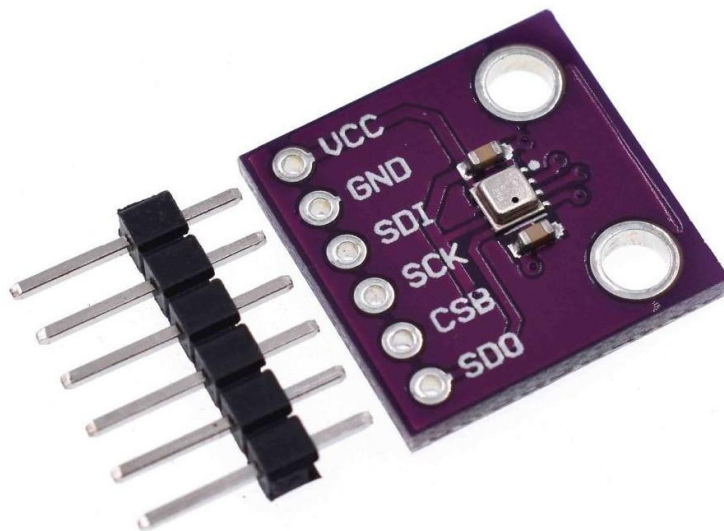


Рисунок 2.3 – Модуль BME280 для вимірювання температури повітря, вологості та атмосферного тиску

Технічні характеристики модуля BME280 наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики BME280

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Характеристика	Значення характеристики
1.	Інтерфейс передачі даних	SPI, I2C
2.	Напруга живлення	3,3 В
3.	Діапазон вимірювання атмосферного тиску	300-1100hPa
4.	Діапазон вимірювання температури	-40...+85С <sup>0</sup>
5.	Діапазон вимірювання вологості	0-100%
6.	Енергоспоживання в режимі вимірювання	2,74нА
7.	Енергоспоживання в режимі очікування	0,1 нА
8.	Точність вимірювання атмосферного тиску	0,001hPa
9.	Точність вимірювання температури	0.01 С <sup>0</sup>
10.	Точність вимірювання вологості	3%

Як видно з табл. 2.2., модуль ВМЕ280 підтримує два інтерфейси – I2C і SPI, тому його можна підключати двома способами. Для під'єднання цього модуля до Raspberry PI використовують інтерфейс I2C і 4 виводи. Схему з'єднання наведено у табл. 2.3 та на рис. 2.4.

Таблиця 2.3 – Схема з'єднання виводів модуля ВМЕ280 з Raspberry PI

Raspberry PI		ВМЕ280
Номер виводу (Pi GPIO)	Тип підключення	Номер виводу
17	3V3	Vin
6	Gnd	Gnd
3	SDA	SDA (SDI)
5	SCL	SCL (SCK)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ

Арк.

28

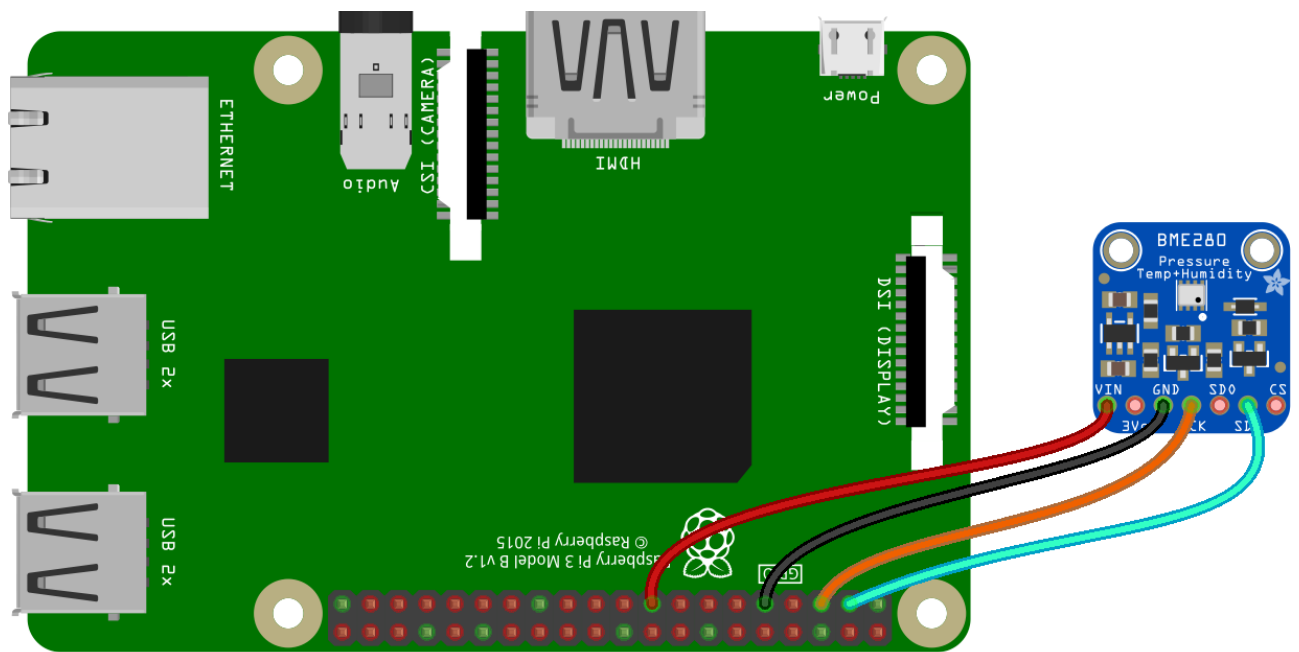


Рисунок 2.3 – Схема з'єднання BME280 з Raspberry PI

Однак при проектуванні метеостанції необхідно підключити значно більше пристроїв, тому для розширення її функціональності необхідно скористатися платою розширення (breadboard).

### 2.3.2 Сенсор температури ґрунту

Модуль BME280 дає змогу одержати інформацію про температуру повітря, але цього може бути недостатньо, наприклад для аграріїв, оскільки температура повітря може бути вищою за температуру на поверхні чи всередині ґрунту.

Температурний зонд, який поміщається у ґрунт, є корисним додатковим вимірюванням температури і може використовуватися для визначення наявності льоду/морозу взимку. В якості температурного зонду пропонується використати сенсор температури Dallas DS18B20, який має різні виконання, включаючи водонепроникну версію термозонда.

Зазвичай DS18B20 постачається з трьома оголеними проводами, тому найпростіший спосіб прототипування і тестування цього сенсора – використання гвинтових клемних колодок для кріплення на друкованій платі, які також можна підключити до макетів.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

DS18B20 представляє собою повноцінний цифровий термометр, що дозволяє вимірювати температуру в діапазоні від  $-55\text{ C}^0$  до  $+125\text{ C}^0$  з програмованою точністю 9-12 біт. При виготовленні, кожному датчику присвоюється власна унікальна 64-бітна адреса, а обмін інформацією з мікроконтролером здійснюється через шину 1-wire. Такий підхід дозволяє підключати до однієї лінії велику кількість сенсорів (до 264).

Давачі DS18B20 виготовляють у 3-х видах корпусів: TO-92, SO, uSOP. Зовнішній вигляд і розпіновка корпусів показані на рис. 2.4.

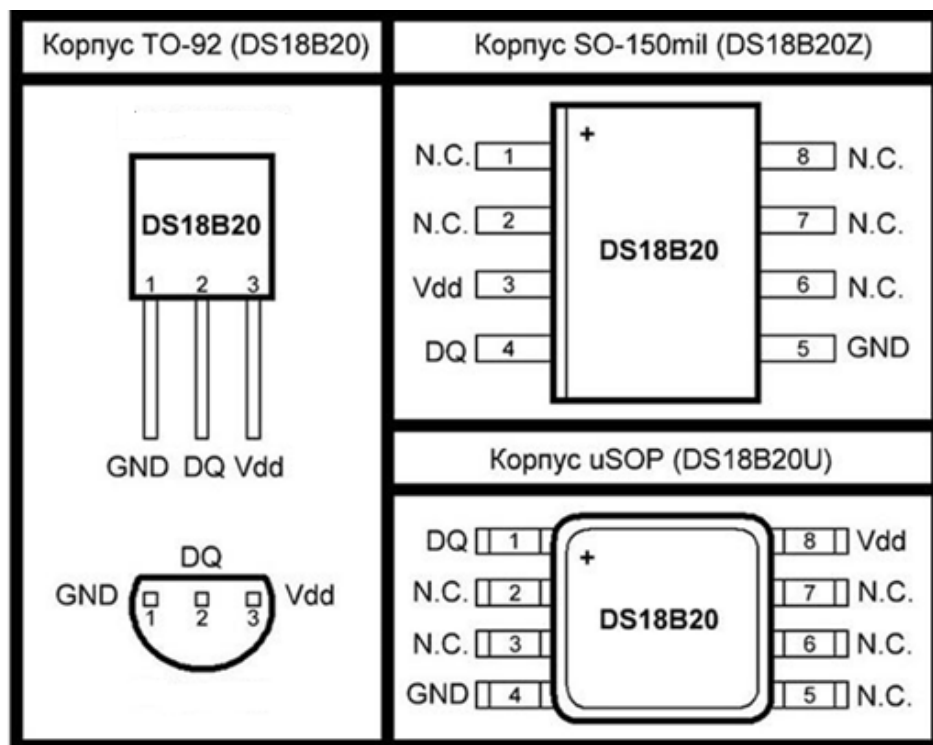


Рисунок 2.4 – Види корпусів давача DS18B20

Для того, щоб зрозуміти принципи взаємодії (звернення і зчитування даних) із сенсором DS18B20, необхідно проаналізувати його структуру. Мікросхема сенсора температури ґрунту містить у собі набір електронних блоків і модулів. Структурна схема сенсора DS18B20 показана на рис. 2.5.

Існує два можливих способи живлення мікросхеми: режим прямого живлення (напруга подається на виводи Vdd і GND) та режим паразитного живлення (датчик живиться від лінії даних).

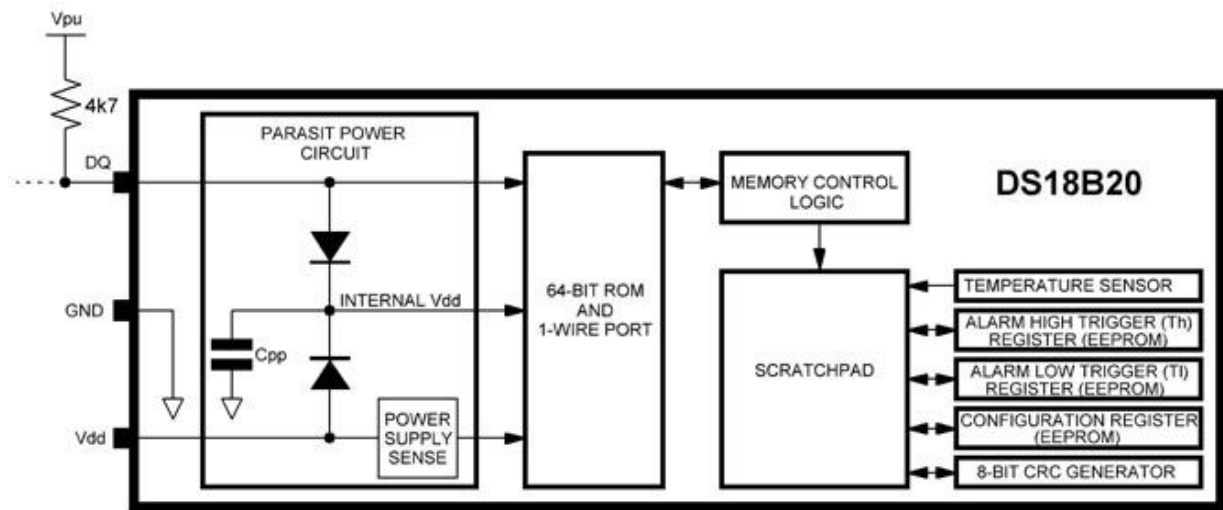


Рисунок 2.5 – Структурна схема DS18B20

Як видно із структурної схеми (рис. 2.5), за режим прямого живлення відповідає блок POWER SUPPLY SENSE, а за режим паразитного – PARASIT POWER CIRCUIT у складі якого головну роль відіграє конденсатор  $C_{pp}$ , як буфер живлення.

Модуль “64-BIT ROM AND 1-WIRE PORT” зберігає інформацію про унікальну адресу кожного пристрою та підсистему взаємодії с 1-Wire інтерфейсом.

Блок “MEMORY CONTROL LOGIC” забезпечує взаємозв’язок між командами інтерфейсу 1-Wire і внутрішньою пам’яттю давача SCRATCHPAD. Дана пам’ять, у свою чергу, взаємодіє з кількома спеціалізованими регістрами DS18B20, зокрема:

- TEMPERATURE SENSOR – дозволяє зчитувати перетворене значення температури;
- ALARM HIGH TRIGGER и ALARM LOW TRIGGER – дозволяють встановити верхню і нижню межу спрацювання сигналів тривоги при виході температури за вказані межі;
- CONFIGURATON REGISTER – призначений для налаштування доступу до температурного сенсора і може бути сконфігурований на виконання перетворення температури з точністю 9 біт, 10 біт, 11 біт або 12 біт, що відповідає точності вимірювання  $0,5C^0$ ,  $0,25 C^0$ ,  $0,125 C^0$  і  $0,0625 C^0$ ;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

– 8-BIT CRC GENERATOR –регістр, що призначений для генерації контрольної суми з метою підвищення захисту даних.

На рис. 2.6 наведено вигляд DS18B20 у двох виконаннях, а на рис. 2.7 показано схему з'єднання сенсора температури з Raspberry PI.



Рисунок 2.6 – Сенсор DS18B20

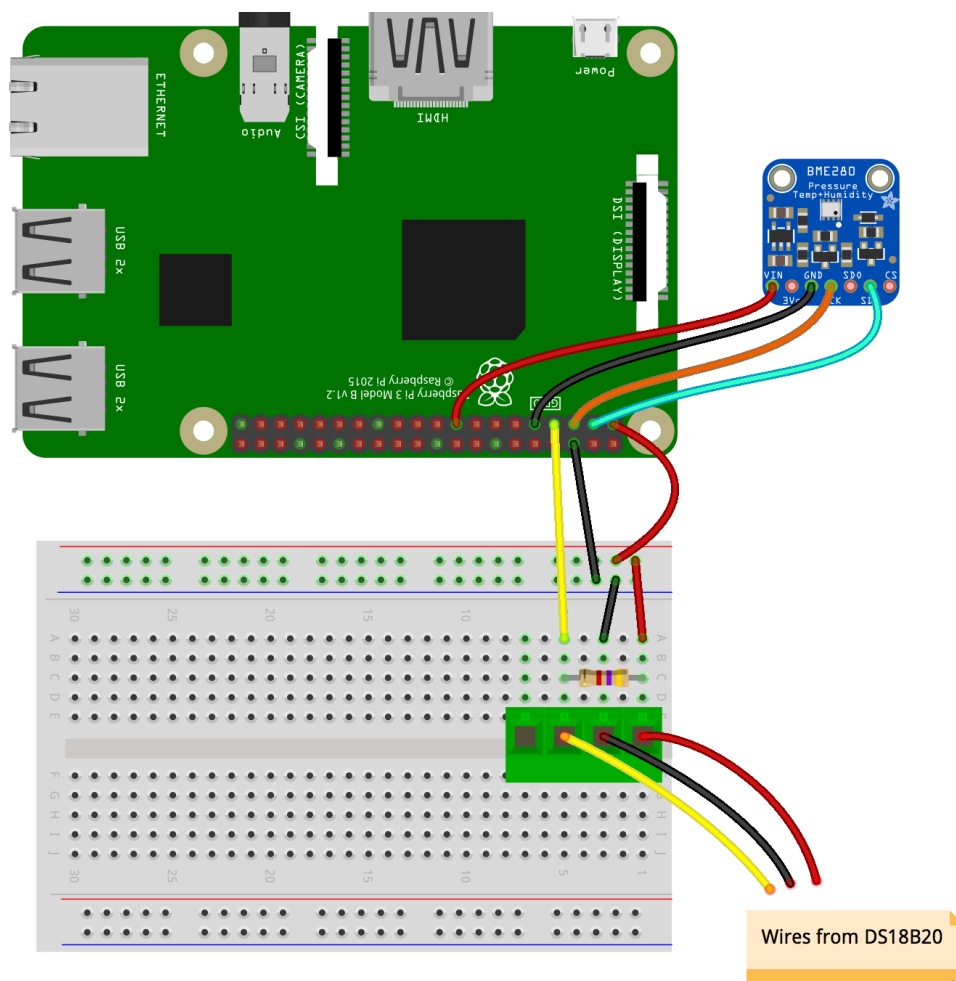


Рисунок 2.7 – Схема з'єднання DS18B20 з Raspberry PI



## 2.4 Обґрунтування вибору пасивних компонентів комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій

Сенсори температури повітря і ґрунту, вологості та атмосферного тиску є пасивними компонентами метеостанції, які знімають характеристики навколишнього середовища.

Однак для вимірювання рівня опадів та швидкості чи напрямку вітру необхідно використовувати активні механічні пристрої, які фізично взаємодіють з навколишнім середовищем.

В якості активних компонентів метеостанції можна використати комплект метеостанції Oracle, що базується на ADS-WS1 Base Unit. Це рекомендовані датчики для застосування на локальних метеостанціях, які володіють високою надійністю та захистом.

Сенсори дощу (рівня опадів) та характеристик вітру, зазвичай, постачаються з роз'ємами RJ11, які забезпечують стабільність функціонування метеостанції у складних метеорологічних умовах.

Для підключення роз'ємів RJ11 до Raspberry Pi, можна скористатись одним з варіантів, які показано на рис.2.8 або рис. 2.9.

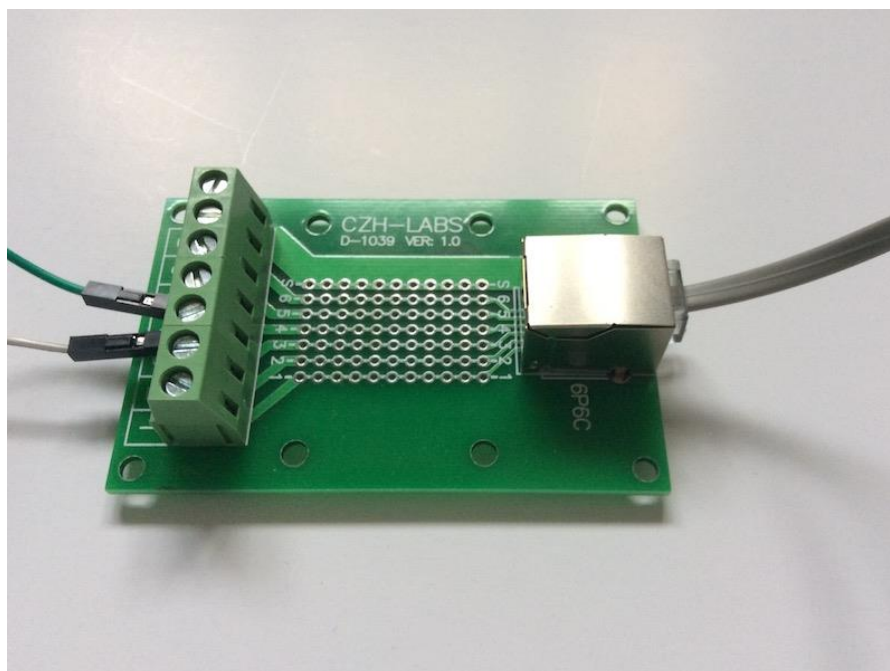


Рисунок 2.8 – Перший спосіб з'єднання RJ11 з Raspberry Pi

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

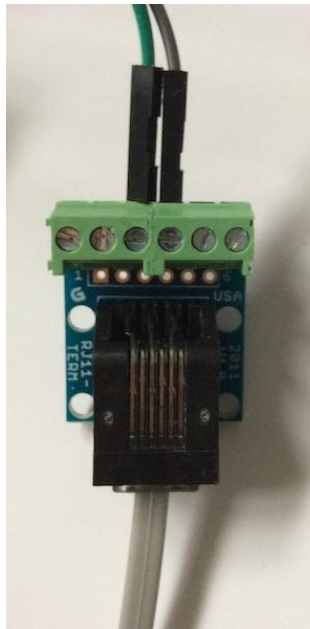


Рисунок 2.9 – Другий варіант з'єднання RJ11 з Raspberry PI

Більш ефективним є використання другого варіанту з'єднання RJ11 з Raspberry PI, оскільки при реалізації постійно діючої метеостанції і розміщення її в корпус, важливим є розмір компонентів, які знаходяться всередині корпусу.

#### 2.4.1 Анемометр

Типовий анемометр містить три плеча з чашами на кінцях, які вловлюють вітер і викликають обертання (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Анемометр

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До нижньої частини корпусу анемометра кріпиться невеликий магніт, який у двох точках при обертанні чаш приводить в дію так звану «розумну частину» електроніки – герконовий перемикач, який показано на рис. 2.10.

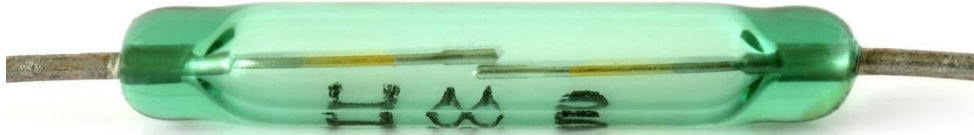


Рисунок 2.10 – Герконовий перемикач

Геркон має всередині два металеві контакти, які замикаються під впливом магнітного поля. Тому в електронному режимі цей перемикач працює подібно до кнопки, яка підключена до Raspberry PI.

Коли анемометр обертається, його магніт проходить герконовий перемикач, змушуючи його на мить утворити замкнутий контур. Отже, можна обчислювати кількість сигналів герконового перемикача для розрахунку швидкості обертання анемометра.

Щоразу, коли спрацьовує герконовий перемикач, він генерує сигнал, який можна одержати на одному з виводів GPIO. При кожному повному обертанні анемометра датчик видаватиме два виявлених сигнали. Підраховавши і синхронізувавши ці сигнали опосередковано розраховується швидкість вітру. Існує багато способів зробити це за допомогою Python. Одним із підходів є опрацювання датчика як кнопки, а потім з використанням бібліотеки `gpiozero` обчислити кількість спрацювань псевдо кнопки.

Побутові анемометри зазвичай містять два провідники. У випадку прямого підключення анемометра до Raspberry PI, один з провідників підключається до виводу «землі», а інший до GPIO 5.

У випадку застосування роз'єму RJ11, анемометр використовує два середніх провідники кабелю, які зазвичай є контактами 3 і 4 на комутаційних платах з RJ11.

Схема з підключеними до Raspberry PI пасивними компонентами метеостанції та анемометром наведені на рис. 2.11.

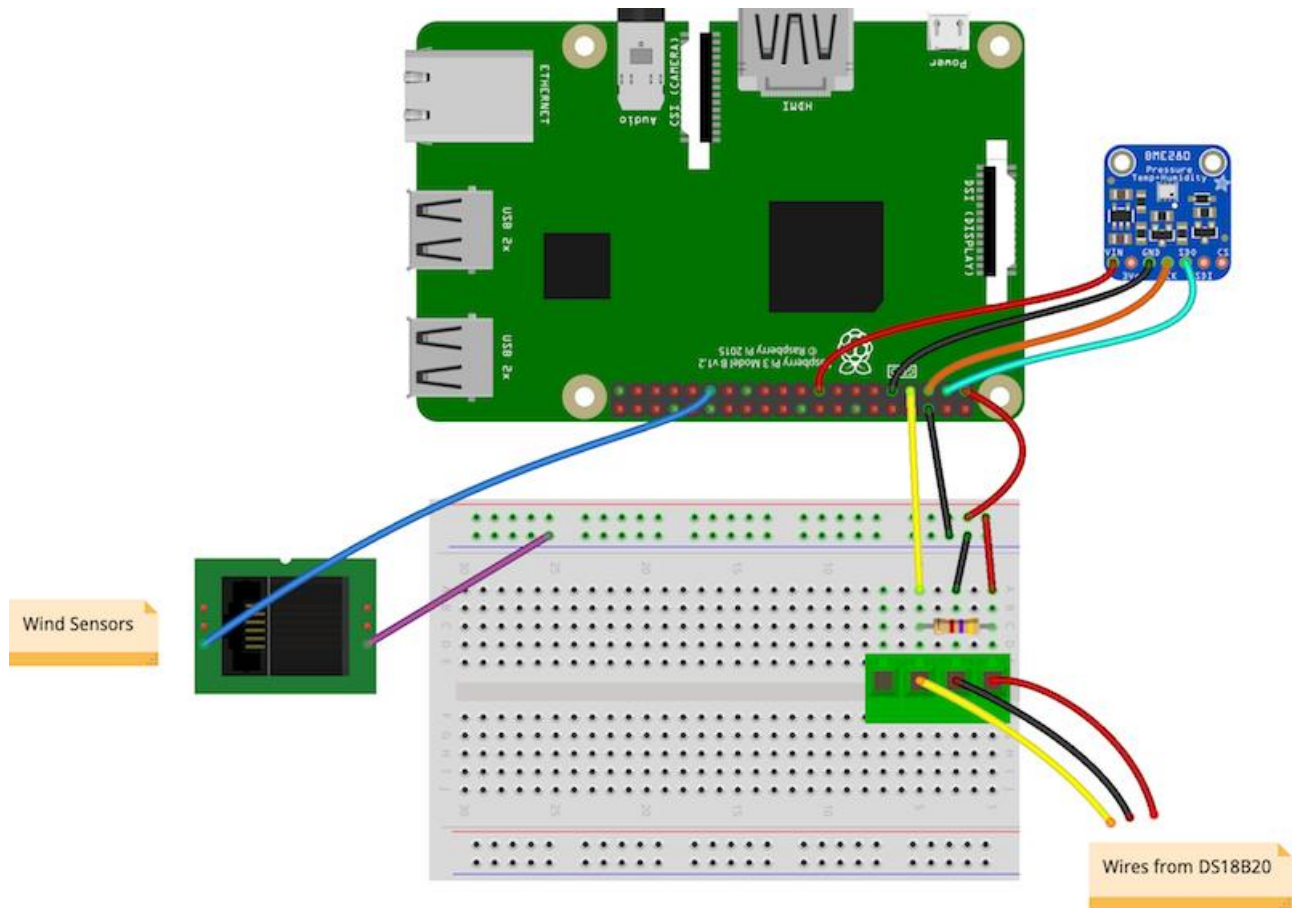


Рисунок 2.11 – Схема підключення пасивних компонентів та анемометра до Raspberry PI

Анемометр видає два сигнали за обертання, тому для розрахунку кількості повних обертань датчика потрібно удвічі зменшити кількість виявлених сигналів. В загальному випадку швидкість обчислюється за формулою:

$$V = \frac{S}{t}, \quad (2.1)$$

де  $V$  – швидкість обертання анемометра;

$S$  – відстань при обертанні анемометра;

$t$  – час обертання.

Для розрахунку швидкості вітру потрібно знати пройдену відстань за певний проміжок часу. Вимірювати час досить просто, і його можна порахувати за кількістю сигналів протягом певного періоду часу, наприклад, п'ять секунд.

Відстань, пройдена однією з чашок анемометра буде дорівнює кількості обертань помноженій на відстань, що дорівнює довжині кола на її краю

$$V = \frac{q \cdot l}{t}, \quad (2.2)$$

$q$  – кількість обертань чаші анемометра;

$l$  – довжина кола на краю чаші.

Одне ціле обертання анемометра генерує два сигнали, тому швидкість вітру буде обчислюватись за формулою:

$$V = \frac{q/2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot R}{t} = \frac{q \cdot \pi \cdot R}{t}, \quad (2.3)$$

де  $R$  – радіус чаші анемометра.

Дані про погоду та її прогнози, зазвичай, містять інформацію про швидкість вітру та про пориви вітру. Порив вітру – це короткочасне збільшення швидкості вітру [3]. Пориви стають помітнішими, коли швидкість вітру зростає. Це пояснюється тим, що сила, яку чинить вітер, швидко зростає зі збільшенням швидкості вітру. Зазвичай, пориви виникають у зв'язку з тим, що повітря не може рухатися по землі з постійною швидкістю. Такі перешкоди, як дерева, будівлі та зміни висот, спричиняють поверхневе тертя, яке в деяких місцях сповільнює вітер більше, ніж інші. Повітря ближче до землі страждає від цього явища більше чим повітря вище. Це створює більш швидкий потік повітря по поверхні землі, що призводить до поривів вітру. Типовий порив вітру триває менше 20 секунд.

Для визначення напрямку вітру використовують флюгери. Компонентами флюгерів є лопасті, які і вказують напрям, звідки дме вітер.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Флюгер функціонує наступним чином: коли вітер діє на вертикальну поверхню лопасті, що обертається, то вона намагається знайти оптимальне положення з найменшим опором вітру. Це положення й відповідає напрямку звідки дме вітер.

Принцип структурної організації флюгера подібний до анемометра. Лопасть флюгера містить герконові перемикачі та обертовий магніт, але вона є більш складною і працює зовсім по-іншому. Всередині флюгер містить вісім герконових перемикачів, розташованих як спиці колеса (рис. 2.12).

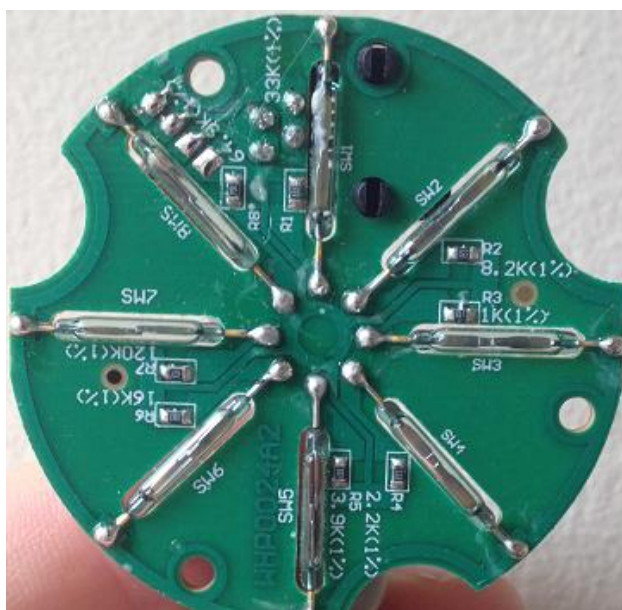


Рисунок 2.12 – Флюгер з герконовими перемикачами

У вітровій лопасті також є вісім резисторів, і коли магніт обертається, різні герконові перемикачі відкриваються і закриваються. Таким чином, перемикаються відповідні резистори у схемі.

Резистори розглядають як компоненти, які зменшують потік електричного струму, але не зупиняють його. Резистори з низьким опором пропускають майже весь струм, тоді як ті, що мають високий опір, пропускають дуже малий струм.

Найчастіше застосування резисторів – захист компонентів від пошкодження високими струмами або розподіл (управління) напруги між різними частинами схеми.

Кожен із восьми резисторів має різне значення опору. Це дозволяє флюгеру мати 16 можливих комбінацій опору, оскільки магніт може закрити два сусідніх герконових перемикачі, коли він розташований посередині між ними. Більшість вітряних флюгерів, які можна підключити до Raspberry PI, працюють на основі такого принципу.

Для того, щоб зчитувати напрям вітру з флюгера потрібно мати можливість вимірювати опір, який створює датчик, і після цього здійснити його перетворення у значення кута. У цьому процесі є кілька етапів. Замість того, щоб безпосередньо вимірювати значення опору, насправді набагато легше реєструвати напругу від флюгера, яка змінюється залежно від того, яка комбінація резисторів у поточний момент часу перемикається у схемі. Це означає, що буде вимірюватись аналогове значення: лопасть вітру буде постійно повідомляти про діапазон напруг.

На відміну від плати Arduino, яка має аналогові входи, Raspberry PI володіє лише цифровими. Отже, щоб отримати можливість інтерпретувати аналоговий сигнал, необхідно використати додатковий спеціальний компонент – аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Популярним і універсальним АЦП є МСР3008 – 16-контактна інтегральна схема (ІС) з вісьмома аналоговими входами. МСР3008 – 10-бітний АЦП, що може генерувати  $2^{10} = 1024$  можливі вихідні значення: наприклад для напруги 5 В найменша зміна напруги, яку може виявити МСР3008, становить  $5 \text{ В} / 1024 = 4,88 \text{ мВ}$ .

Дільники напруги є одними з найбільш фундаментальних схем в електроніці, і вони використовуються для зменшення розмірності напруги. Схема типового дільника напруги наведена на рис. 2.13.

У схемі, що наведена на рис.2.13, вихідна напруга обчислюється за формулою

$$V_{out} = V_{in} * \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}, \quad (2.4)$$

де  $V_{out}$  – вихідна напруга;

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$V_{in}$  – вхідна напруга;

$R_1$  – опір першого резистора;

$R_2$  – опір другого резистора.

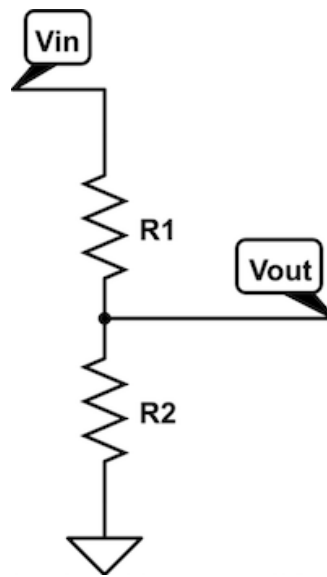


Рисунок 2.13 – Типова схема дільника напруги

Змінюючи значення резисторів, а відповідно і опорів  $R_1$  та  $R_2$  можна зменшити вхідну напругу  $V_{in}$  до рівня вихідної напруги  $V_{out}$ .

В інструкції до флюгера наявна схема дільника напруги і таблиця зі значеннями кута, опору та напруги. По замовчуванню значення  $R_1 = 10$  КОм при використанні еталонної напруги  $V_{in} = 5$ В. Логічні рівні на Raspberry Pi становлять 3,3 В, тому значення цих показників не зовсім підходять для  $V_{out}$ .

Використовуючи список опорів з таблиці та формули дільника напруги, варто обрати менше значення  $R_1$ , що дозволить оптимізувати поділ між різними напругами, що відповідають значенням опору, які генерує флюгер.

Найпоширенішими при проектуванні метеостанцій з флюгером є наступні значення опору резисторів:

- 1 КОм;
- 1,2 КОм;
- 1,5 КОм;
- 1,8 КОм;



- 2,2 КОм;
- 2,7 КОм;
- 3,3 КОм;
- 4,7 КОм;
- 5,6 КОм;
- 6,8 КОм;
- 8,2 КОм.

З усіх наведених значень опору найбільш оптимальним для Raspberry Pi є резистор з опором 4,7 КОм. Схема з'єднання АЦП, анемометра з флюгером показана на рис. 2.14.

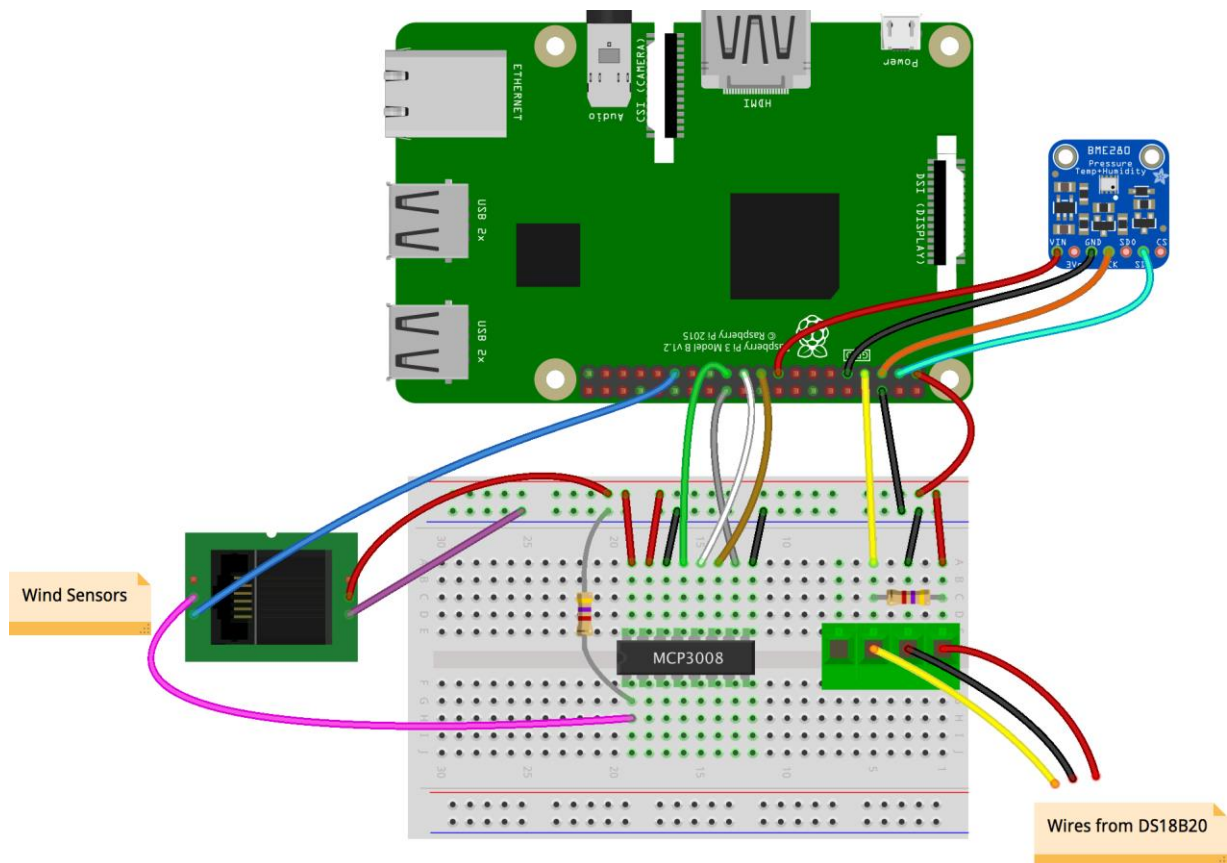


Рисунок 2.14 – Схема з'єднання пасивних компонентів метеостанції та анемометра з флюгером

Ще одним важливим компонентом метеостанції є сенсор кількості опадів, обґрунтування вибору якого наведено в наступному підрозділі.

#### 2.4.2 Сенсор кількості опадів

Більшість сенсорів кількості опадів вимірюють їх кількість у міліметрах на 1 м<sup>2</sup>. Рекомендований датчик дощу для метеостанції, що працює з мікроконтролером Raspberry Pi є простим механічним пристроєм, який показано на рис. 2.15.



Рисунок 2.15 – Сенсор кількості опадів

Сенсор кількості опадів, наведений на рис. 2.15, представляє собою посудину, яка здатна до самоопорожнення. Як тільки буде зібрано достатньо дощової води, ємність перекинеться і вода буде стікати з основи, а протилежна посудина займе його місце.

Згідно технічного паспорту такого сенсора 0,2794 мм дощу переверне посудину. Якщо помножити кількість перевертань посудини на 0,2794 за спостережуваний час, то одержують загальну кількість опадів.

Зазвичай ці датчики оснащені роз'ємом RJ11, хоча вони використовують лише два провідники: один червоний і один зелений. Усередині корпуса між двома посудинами вмонтований невеликий циліндричний магніт, який спрямований до задньої стінки у якій знаходиться геркон. Верхня частина задньої стінки відривається, а всередині міститься невелика друкована плата з герконом посередині. Коли одна з посудин нахилиється, магніт пропускає геркон, що змушує його на мить замкнутися. Отже, як і у випадку анемометра, якщо підключити сенсор кількості опадів до GPIO на Raspberry Pi можна

емулювати роботу кнопки і підраховувати кількість «натискань» для обчислення кількості опадів. Загальна схема організації метеостанції показана на рис. 2.16.

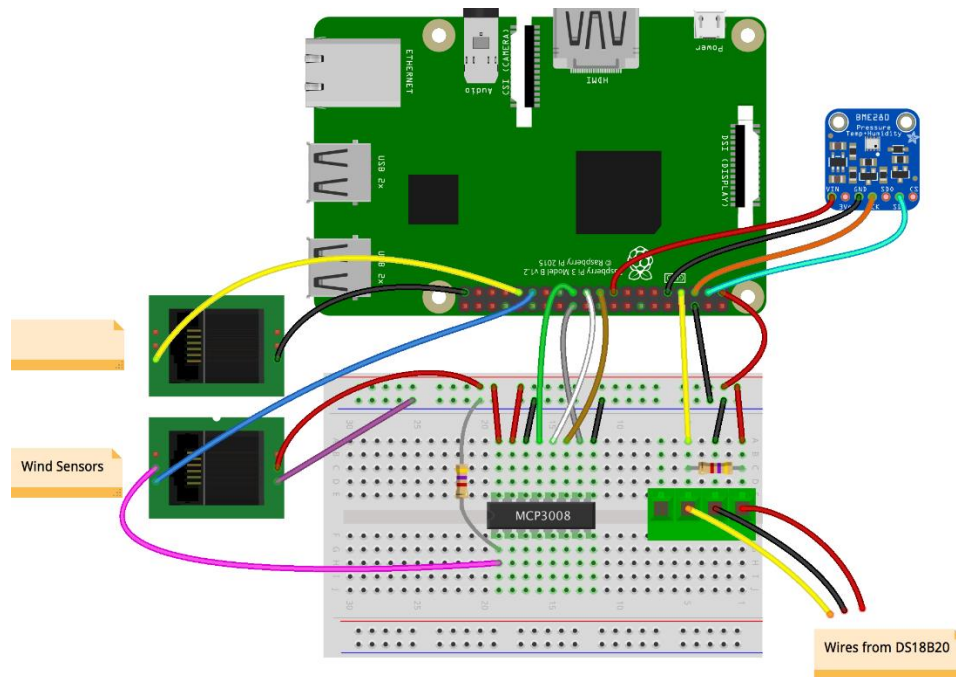


Рисунок 2.16 – Схема організації метеостанції

На рис. 2.17 та рис. 2.18 показано компоненти метеостанції та тип їх підключення до Raspberry Pi.



Рисунок 2.17 – Компоненти метеостанції

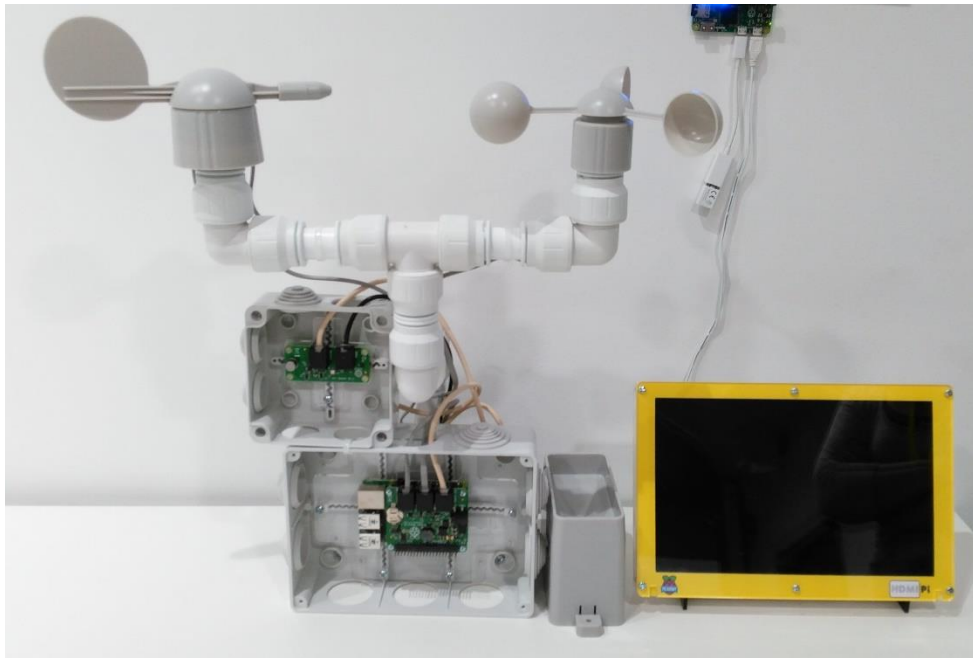


Рисунок 2.18 – Приклад змонтованої метеостанції

Таким чином, розроблено архітектуру комп'ютерної системи збору та аналізу даних, обгрунтовано типи компонентів та їх технічні характеристики. Наступним етапом є розробка програмного забезпечення для ініціалізації, керування та контролю параметрів метеостанції та відповідно формування статистики метеопоказників.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З МЕТЕОСТАНЦІЙ

### 3.1 Обґрунтування середовища та мови програмування для управління компонентами метеостанції

Python – одна з найбільш відомих та використовуваних мов програмування, яка повинна була бути основною мовою для програмування Raspberry Pi. У мікрокомп'ютері Raspberry Pi вона використовується для роботи з різними сенсорами та давачами через GPIO за допомогою спеціальної бібліотеки. Пакет Python по замовчуванню вже встановлений в операційній системі Raspbian у версіях – 2 і 3. Кожен елемент в системі Raspbian перед іменем має префікс «python-».

Інсталяція пакетів виконується за допомогою утиліти apt або pip. Для оновлення бібліотеки можна виконати наступну команду:

```
sudo apt-get update
```

Це один з кращих методів встановлення програмного забезпечення на Raspberry Pi. Завдяки такій інсталяції програм можна просто та ефективно оновити ПЗ до останньої версії. Для видалення непотрібних компонентів чи бібліотек використовується програмний код, як показано нижче:

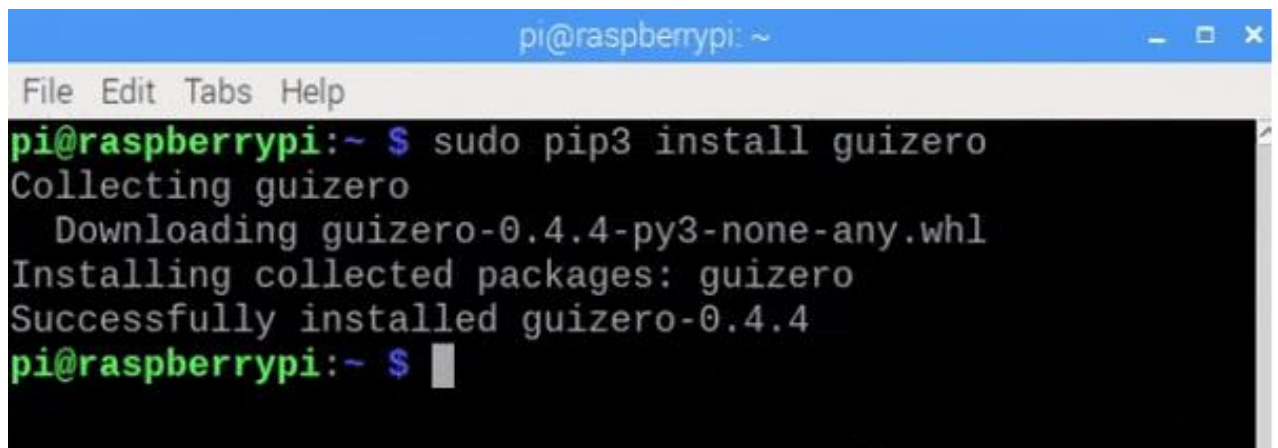
```
sudo apt-get remove python3-rpi.gpio
```

Pi або pip3 - це інструмент командного рядка для встановлення модулів Python 3. Модулі можна завантажувати як пакети з Python та встановлювати на комп'ютер автоматично. Щоб встановити потрібний модуль використовується наступна команда:

```
pip3 install <назва модуля>
```

Приклад інсталяції бібліотеки guizero за допомогою pip3 показано на рис. 3.1.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Уйван І.Р.			Програмне забезпечення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Яцишин В.В.					45	
Реценз.						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Затверд.		Осухівська Г.М.						



```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi:~ $ sudo pip3 install guizero  
Collecting guizero  
  Downloading guizero-0.4.4-py3-none-any.whl  
Installing collected packages: guizero  
Successfully installed guizero-0.4.4  
pi@raspberrypi:~ $ █
```

Рисунок 3.1 – Інсталяція пакетів за допомогою pip3

IDLE – це інтегроване середовище розробки Python, яке можна використовувати для написання та запуску програмного коду. Зовнішній вигляд середовища IDLE показано на рис. 3.2.

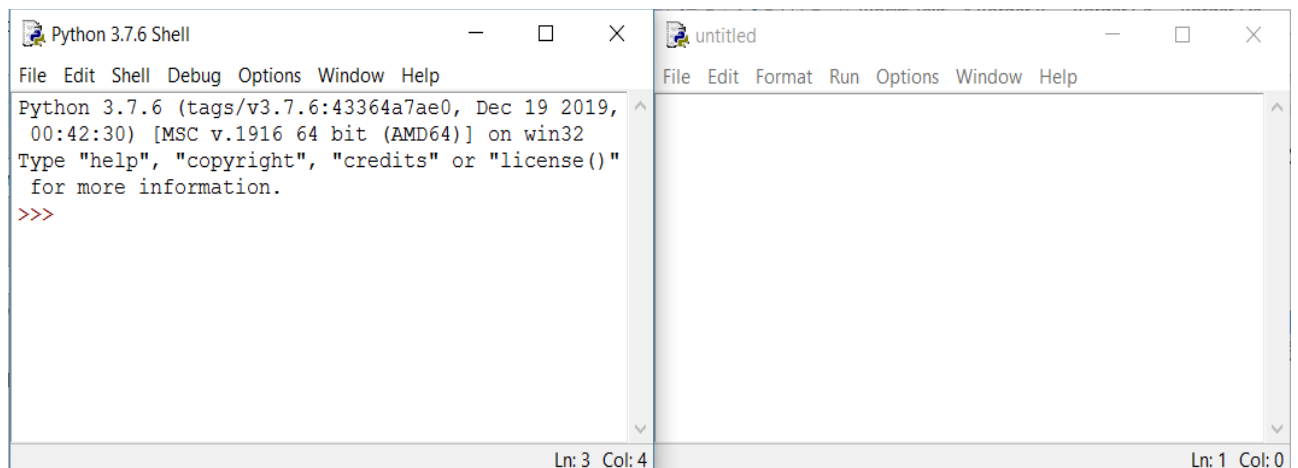


Рисунок 3.2 – Середовище IDLE Python

Інсталивавши середовище IDLE Python 3.7.6 перейдемо до розробки програмного забезпечення пасивних та активних компонентів метеостанції.

### 3.2 Програмне забезпечення пасивних компонентів метеостанції

Сенсор ВМЕ280 доступний у ряді плат від таких популярних виробників, як Adafruit та SparkFun. Відповідно є наявним готова програмна бібліотека пакету Adafruit, що містить інструкції, які застосовуються до більшості версій

Raspberry Pi. Єдине, що потрібно перевірити, чи правильна адреса I2C: для моделей Adafruit вона становить 0x77, але інші версії пакетів можуть мати різні адреси (0x76 є загальною альтернативою).

Для роботи і зчитування даних з сенсора температури, вологості та атмосферного тиску необхідно імпортувати бібліотеки bme280, smbus2 та з бібліотеки time об'єкт sleep.

Програмний код для роботи з сенсором BME280 в середовищі IDLE наведено на рис. 3.3.

```
File Edit Format Run Options Window Help
import bme280
import smbus2
from time import sleep

port = 1
address = 0x77 # Adafruit BME280 address. Other BME280s may be different
bus = smbus2.SMBus(port)

bme280.load_calibration_params(bus,address)

while True:
    bme280_data = bme280.sample(bus,address)
    humidity = bme280_data.humidity
    pressure = bme280_data.pressure
    ambient_temperature = bme280_data.temperature
    print(humidity, pressure, ambient_temperature)
    sleep(1)

Ln: 18 Col: 0
```

Рисунок 3.3 – Програмний код зчитування даних з BME280

Результат зчитування інформації про температуру, тиск та вологість показано на рис. 3.4.

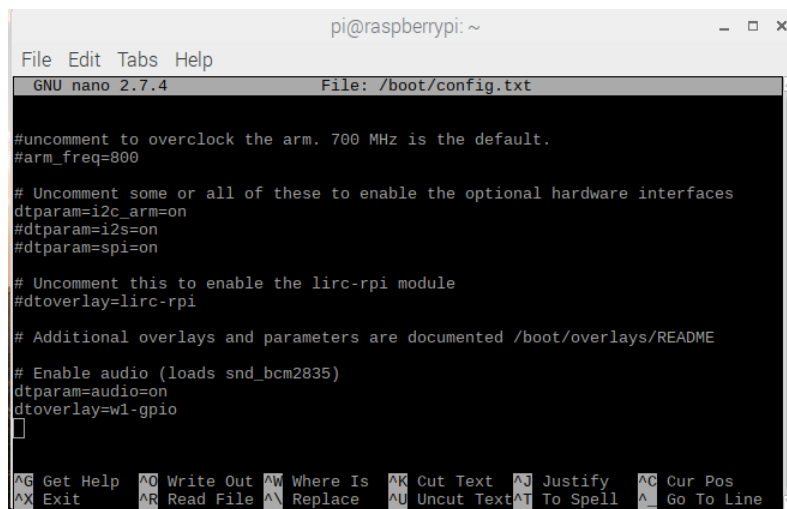
```
===== RESTART: /home/pi/humtempres.py =====
51.54621837733973 1014.7569426378079 21.36828785567195
51.4335616926056 1014.8086559299688 21.36828785567195
51.36254722708658 1014.7911948146882 21.37337979080621
51.32751778398884 1014.824777283405 21.393747534253635
```

Рисунок 3.4 – Результат зчитування даних вологості, атмосферного тиску і температури

Для розробки та імплементації програмного забезпечення зчитування даних з сенсора DS18B20 необхідно спочатку провести зміни в конфігураційному файлі Raspberry PI. Для цього необхідно відкрити config.txt:

```
sudo nano /boot/config.txt
```

Після цього внести зміни `dtoverlay=w1-gpio`, як показано на рис. 3.5



```
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 2.7.4 File: /boot/config.txt
#uncomment to overclock the arm. 700 MHz is the default.
#arm_freq=800

# Uncomment some or all of these to enable the optional hardware interfaces
dtparam=i2c_arm=on
#dtparam=i2s=on
#dtparam=spi=on

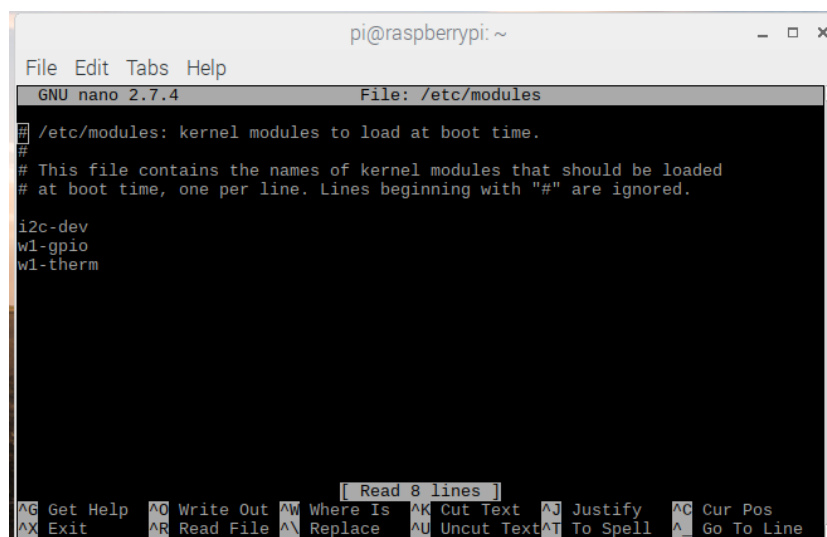
# Uncomment this to enable the lirc-rpi module
#dtoverlay=lirc-rpi

# Additional overlays and parameters are documented /boot/overlays/README

# Enable audio (loads snd_bcm2835)
dtparam=audio=on
dtoverlay=w1-gpio
[
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^N Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line
```

Рисунок 3.5 – Внесення змін в конфігураційний файл

Після цього відкрити `/etc/modules` шляхом використання команди: `sudo nano /etc/modules` та додати дві стрічки коду, як показано на рис. 3.6.



```
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 2.7.4 File: /etc/modules
# /etc/modules: kernel modules to load at boot time.
#
# This file contains the names of kernel modules that should be loaded
# at boot time, one per line. Lines beginning with "#" are ignored.
i2c-dev
w1-gpio
w1-therm
[
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^N Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line
```

Рисунок 3.6 – Конфігурація шини I2C для підключення сенсора ґрунту

Після цього необхідно перезавантажити Raspberry PI і безпосередньо реалізувати програмний код в середовищі IDLE, як показано на рис. 3.7.



```
File Edit Format Run Options Window Help
#!/usr/bin/python3
import os, glob, time

# add the lines below to /etc/modules (reboot to take effect)
# w1-gpio
# w1-therm

class DS18B20(object):
    def __init__(self):
        self.device_file = glob.glob("/sys/bus/w1/devices/28*")[0] + "/w1_slave"

    def read_temp_raw(self):
        f = open(self.device_file, "r")
        lines = f.readlines()
        f.close()
        return lines

    def crc_check(self, lines):
        return lines[0].strip()[-3:] == "YES"

    def read_temp(self):
        temp_c = -255
        attempts = 0

        lines = self.read_temp_raw()
        success = self.crc_check(lines)

        while not success and attempts < 3:
            time.sleep(.2)
            lines = self.read_temp_raw()
            success = self.crc_check(lines)
            attempts += 1

        if success:
            temp_line = lines[1]
            equal_pos = temp_line.find("t=")
            if equal_pos != -1:
                temp_string = temp_line[equal_pos+2:]
                temp_c = float(temp_string)/1000.0
```

Рисунок 3.7 – Програмний код для зчитування даних з DS18B20

Результат зчитування інформації з сенсора температури ґрунту приведено на рис. 3.8.

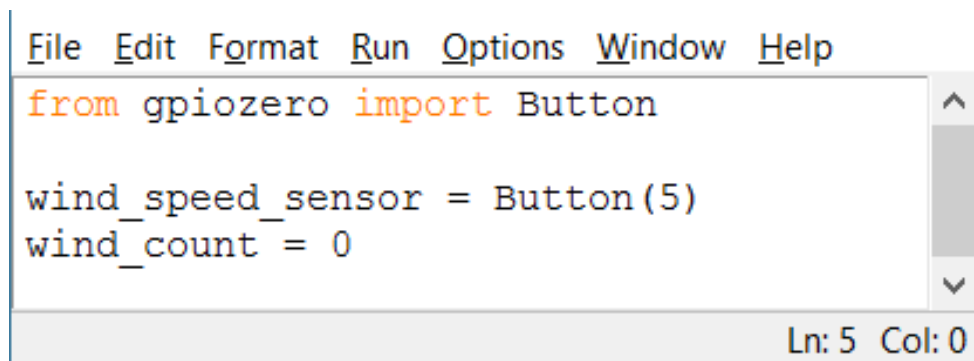
```
=====  
Restart: /home/pi/weather-station/ds18b20_therm.py =====  
Temp: 21.375 C  
>>>
```

Рисунок 3.8 – Результат зчитування температури з DS18B20

Після написання і перевірки програмного коду для зчитування даних з пасивних компонентів метеостанції, перейдемо до більш складної реалізації – доступу та зчитування даних з активних компонентів: сенсора вітру та кількості опадів.

### 3.3 Програмне забезпечення активних компонентів метеостанції

У середовищі IDLE створимо новий файл під назвою wind.py. Оскільки, як було запропоновано у розділі 2, активні компоненти метеостанції працюють по типу кнопки, то в першу чергу необхідно імпортувати з бібліотеки GPIOzero об'єкт Button та встановити кнопку наприклад на GPIO 5 у Raspberry PI. Для зберігання кількості обертань анемометра використовується змінна wind\_count. Фрагмент коду у середовищі IDLE показано на рис. 3.9.

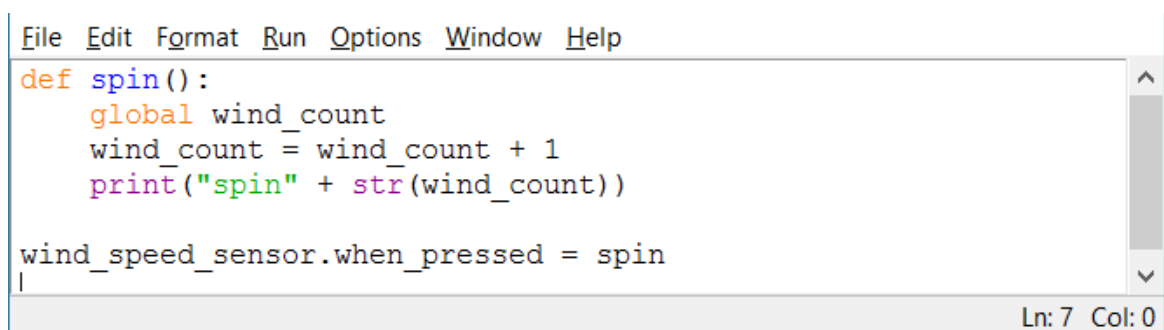


```
File Edit Format Run Options Window Help
from gpiozero import Button

wind_speed_sensor = Button(5)
wind_count = 0
Ln: 5 Col: 0
```

Рисунок 3.9 – Створення кнопки для емуляції роботи анемометра

Після того, як визначено вивід GPIO 5 до якого приєднана псевдо кнопка, необхідно реалізувати функцію, яка б виконувалась при активації цього виводу, спричиненого обертанням анемометра (рис. 3.10).



```
File Edit Format Run Options Window Help
def spin():
    global wind_count
    wind_count = wind_count + 1
    print("spin" + str(wind_count))

wind_speed_sensor.when_pressed = spin
Ln: 7 Col: 0
```

Рисунок 3.10 – Програмний код функції обчислення кількості обертань анемометра

Для тестування функції, наведеної на рис. 3.10, можна вручну покрутити чаші анемометра для того, щоб земулювати замикання герконового перемикача. Результат кількості замикань показано на рис. 3.11.

```
===== RESTART: /home/pi/wind.py =====
>>> spin1
spin2
spin3
spin4
spin5
spin6
spin7
spin8
spin9
spin10
spin11
spin12
spin13
spin14
spin15
```

Рисунок 3.11 – Результат обчислення кількості обертань анемометра

Обчисливши кількість обертань анемометра, наступний крок полягає у визначенні швидкості вітру (рис. 3.12). Для цього скористаємось формулами, наведеними у розділі 2 та підключимо бібліотеку `math` у Python.

```
File Edit Format Run Options Window Help
import math

radius_cm = 9.0
wind_interval = 5
wind_count = 17

circumference_cm = (2 * math.pi) * radius_cm
rotations = count / 2.0
dist_cm = circumference_cm * rotations
speed = dist_cm / wind_interval

print(speed)
```

Рисунок 3.12 – Функція обчислення швидкості вітру

У даному випадку, радіус чаші анемометра становить 9 см, інтервал час за який вимірюється швидкість 5с, кількість обертань – 17. Більшість анемометрів містять специфікацію, яка включає дані щодо калібрування, які дозволяють

протестувати точність вимірювання. Загально прийнято, що одне обертання за секунду відповідає швидкості 2,4 км/год.

У даному випадку, інтервал часу складає 5с, кількість сигналів – 10 (5 спінів) еквівалентно швидкості 2,5 км/год. Результат виконання калібрування та визначення швидкості вітру показано на рис. 3.13.

```
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
2.035752039526186 cm/h
```

Рисунок 3.13 – Результат калібрування анемометра

Для того, щоб оновити дані після калібрування необхідно виконати очищення значень деяких змінних, як наведено на рис. 3.14.

```
File Edit Format Run Options Window Help
def reset_wind():
    global wind_count
    wind_count = 0
```

Рисунок 3.14 – Функція «reset\_wind»

Коли метеостанція є повністю готовою до використання, то існує можливість реєстрації максимальної швидкості вітру за деякий період часу (порив вітру), а також середнє значення швидкості. Це можна зробити шляхом постійного вимірювання швидкості вітру протягом п'яти секунд, і тимчасово зберігати ці дані кожні кілька хвилин. Для цього можна використовувати структуру даних Python список (list) в комплексі з бібліотекою statistics.

Модифікований програмний код wind.py, який дозволяє враховувати пориви вітру та обчислювати середнє значення наведено на рис. 3.15.

```
File Edit Format Run Options Window Help
# Every half-rotation, add 1 to count
def spin():
    global wind_count
    wind_count = wind_count + 1
    # print( wind_count )

# Calculate the wind speed
def calculate_speed(time_sec):
    global wind_count
    circumference_cm = (2 * math.pi) * radius_cm
    rotations = wind_count / 2.0

    dist_km = (circumference_cm * rotations) / CM_IN_A_KM

    km_per_sec = dist_km / time_sec
    km_per_hour = km_per_sec * SECS_IN_AN_HOUR

    return km_per_hour * ADJUSTMENT

def reset_wind():
    global wind_count
    wind_count = 0

wind_speed_sensor = Button(5)
wind_speed_sensor.when_activated = spin

while True:
    start_time = time.time()
    while time.time() - start_time <= wind_interval:
        reset_wind()
        time.sleep(wind_interval)
        final_speed = calculate_speed(wind_interval)# Add this speed to the list
        store_speeds.append(final_speed)

    wind_gust = max(store_speeds)
    wind_speed = statistics.mean(store_speeds)
    print(wind_speed, wind_gust)

Ln: 26 Col: 26
```

Рисунок 3.15 – Вміст файлу wind.py

Для визначення напрямку вітру необхідно зчитати значення напруги з АЦП MCP3008 за допомогою бібліотеки gpiozero (рис. 3.16).

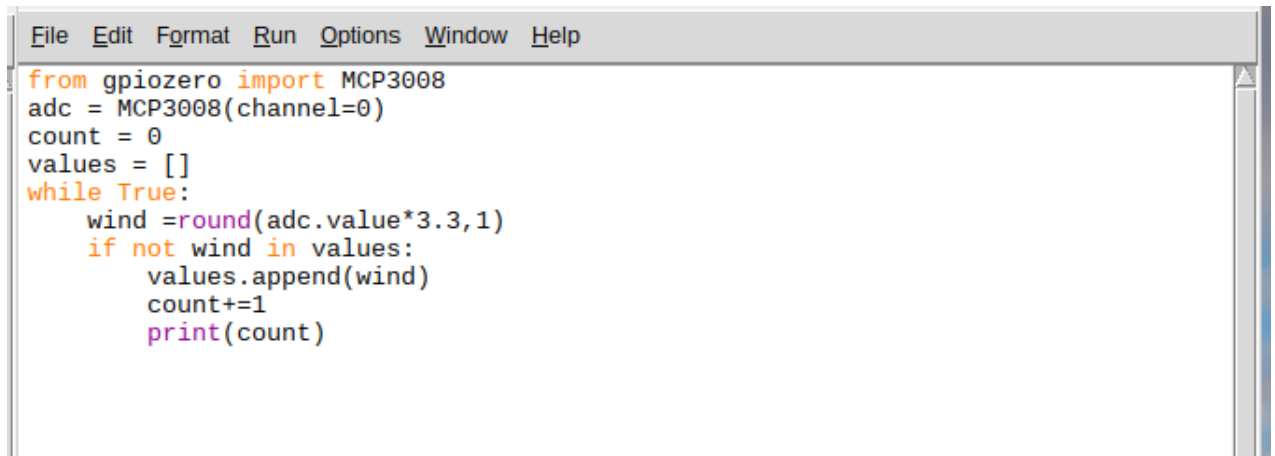
```
File Edit Format Run Options Window Help
from gpiozero import MCP3008
import time
adc = MCP3008(channel=0)

print(adc.value)

Ln: 6 Col: 0
```

Рисунок 3.16 – Зчитування даних з АЦП MCP3008

Програмний код, наведений на рис. 3.16, зчитує канал 0 АЦП і виводить його в інтервалі від 0 до 1. Щоб знайти фактичну записану аналогову напругу, необхідно помножити значення на напругу, що подається на АЦП. Щоб перевірити, чи здатна запропонована схема розрізняти різні кутові положення флюгера створено програму, код якої міститься у файлі wind\_direction\_byo.py. Даний програмний модуль дозволяє обчислити різні значення напруги, які створюються у схемі при обертанні флюгера і наведений на рис. 3.17.



```
File Edit Format Run Options Window Help
from gpiozero import MCP3008
adc = MCP3008(channel=0)
count = 0
values = []
while True:
    wind =round(adc.value*3.3,1)
    if not wind in values:
        values.append(wind)
        count+=1
        print(count)
```

Рисунок 3.17 – Програмний код модуля wind\_direction\_byo.py

Завершальним етапом визначення напрямку вітру є перетворення значень напруги, які згенеровано флюгером, у градусну міру кутів. В основі цього лежить взаємозалежність між кутом, опором та напругою. Для кожного значення напруги, виміряного АЦП, існує відповідна конфігурація опору на флюгері, яка, у свою чергу, відповідає куту, на якому знаходиться лопасть флюгера. Залежність між опором та напругою можна розрахувати за допомогою функції дільника напруги. Так, наприклад, якщо АЦП вимірює напругу 0,4 В, це відповідає опором 3,3 КОм, який відображається під кутом 0 (або 360) градусів. Функція для знаходження кута, тобто напрямку вітру, наведена на рис. 3.18.

```
File Edit Format Run Options Window Help
def get_average(angles):
    sin_sum = 0.0
    cos_sum = 0.0

    for angle in angles:
        r = math.radians(angle)
        sin_sum += math.sin(r)
        cos_sum += math.cos(r)

    flen = float(len(angles))
    s = sin_sum / flen
    c = cos_sum / flen
    arc = math.degrees(math.atan(s / c))
    average = 0.0

    if s > 0 and c > 0:
        average = arc
    elif c < 0:
        average = arc + 180
    elif s < 0 and c > 0:
        average = arc + 360

    return 0.0 if average == 360 else average
```

Рисунок 3.18 – Функція визначення напрямку вітру

Для обчислення кількості опадів також використовується бібліотека для роботи з кнопкою gpiozero. На рис. 3.19 показано код, який здійснює підрахунок кількості замикань герконового перемикача при перевертанні ємності з опадами.

```
File Edit Format Run Options Window Help
from gpiozero import button

rain_sensor=button(6)
BUCKET_SIZE=2.0794
count=0

def bucket_tipped():
    global count
    count=count+1
    print (count*BUCKET_SIZE)

def reset_rainfall():
    global count
    count=0

rain_sensor.when_pressed=bucket_tipped
```

Рисунок 3.19 – Програмний код для обчислення кількості опадів

Таким чином для кожного компонента метеостанції реалізовано програмний код, який дозволяє зчитувати значення з відповідних сенсорів. Для накопичення даних з метеостанцій необхідно реалізувати невелику базу даних

для зберігання інформації про метеоситуацію, щоб в подальшому її можна було б використати для прогнозування погоди.

### 3.4 База даних для зберігання метеопказників

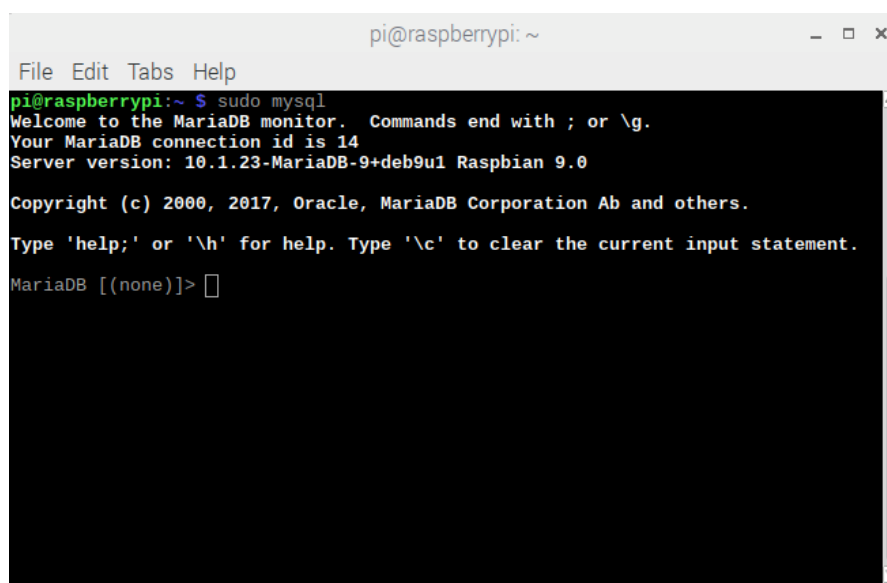
Одним з найкращих засобів зберігання даних про погоду – це використання баз даних. Системи керування базами даних і власне самі БД можуть ефективно зберігати дуже велику кількість записів та спрощувати сортування, пошук та аналіз даних. На сьогодні існує велика кількість різноманітних СКБД, і MariaDB – це хороший, універсальний продукт загального призначення. Для встановлення цієї СКБД та клієнта mysql на Raspberry PI необхідно виконати наступні команди:

```
sudo apt-get install -y mariadb-server mariadb-client  
libmariadbclient-dev  
sudo pip3 install mysqlclient
```

Далі потрібно налаштувати СКБД та створити базу даних. Сервер бази даних вже буде запущений. Щоб підключитися до нього, необхідно відкрити вікно терміналу та ввести команду:

```
sudo mysql
```

Після цього з'явиться вікно, як показано на рис. 3.20.



```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi:~$ sudo mysql  
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.  
Your MariaDB connection id is 14  
Server version: 10.1.23-MariaDB-9+deb9u1 Raspbian 9.0  
  
Copyright (c) 2000, 2017, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.  
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.  
MariaDB [(none)]> 
```

Рисунок 3.20 – вікно для роботи з MariaDB



Першим кроком при конфігурації MariaDB є створення користувача та пароля, що виконується командою, як показано нижче:

```
create user pi IDENTIFIED by '*****';
```

Для того, щоб надати права повного доступу до MariaDB та Raspberry PI необхідно виконати команду:

```
grant all privileges on *.* to 'pi' with grant option;
```

Після цього потрібно запустити скрипт для створення бази даних з відповідною таблицею, який наведено на рис. 3.21.

```
CREATE DATABASE WEATHER;  
CREATE TABLE WEATHER_MEASUREMENT (  
  ID BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  REMOTE_ID BIGINT,  
  AMBIENT_TEMPERATURE DECIMAL(6,2) NOT NULL,  
  GROUND_TEMPERATURE DECIMAL(6,2) NOT NULL,  
  AIR_QUALITY DECIMAL(6,2) NOT NULL,  
  AIR_PRESSURE DECIMAL(6,2) NOT NULL,  
  HUMIDITY DECIMAL(6,2) NOT NULL,  
  WIND_DIRECTION DECIMAL(6,2) NULL,  
  WIND_SPEED DECIMAL(6,2) NOT NULL,  
  WIND_GUST_SPEED DECIMAL(6,2) NOT NULL,  
  RAINFALL DECIMAL(6,2) NOT NULL,  
  CREATED TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,  
  PRIMARY KEY ( ID )  
);
```

Рисунок 3.21 – Скрипт створення бази даних для зберігання метеопказників

Для одержання та запису даних у створену БД необхідно змінити програмний код файлу `weather_station_VYU.py`, підключивши бібліотеку `database` та написавши перед циклом `while true` стрічку виклику конструктора:

```
db = database.weather_database()
```

Для запису у базу даних використовується sql-запит наступного вигляду:

```
db.insert(ambient_temp, ground_temp, 0, pressure, humidity,
wind_average, wind_speed, wind_gust, rainfall)
```

Коли налаштовано параметри з'єднання з базою даних рекомендовано зберегти їх в окремий файл, вміст якого показано на рис. 3.22.

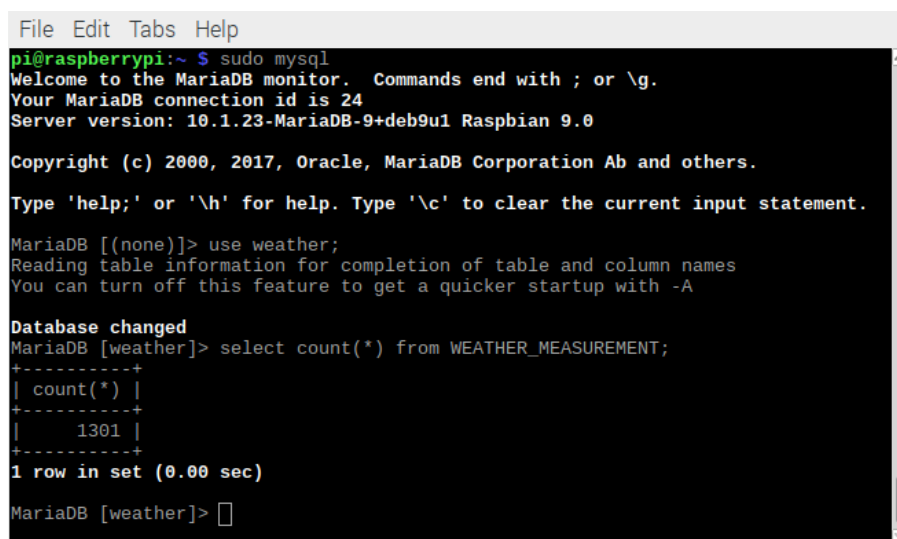
```
{
"HOST": "localhost",
"USERNAME": "pi",
"PASSWORD": "*****",
"DATABASE": "weather"
}
```

Рисунок 3.22 – Файл з параметрами з'єднання з БД credentials.mysql

Для тестування розробленої БД і програмного забезпечення одержання даних з пасивних та активних компонентів метеостанції необхідно запустити скрипт, який показано нижче, а результат з кількістю записів у БД наведено на рис. 3.24.

Лістинг 3.1 – Скрипт тестування бази даних метеопказників

```
sudo mysql
use weather;
select count(*) from WEATHER_MEASUREMENT;
```



```
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~ $ sudo mysql
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 24
Server version: 10.1.23-MariaDB-9+deb9u1 Raspbian 9.0

Copyright (c) 2000, 2017, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

MariaDB [(none)]> use weather;
Reading table information for completion of table and column names
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A

Database changed
MariaDB [weather]> select count(*) from WEATHER_MEASUREMENT;
+-----+
| count(*) |
+-----+
|      1301 |
+-----+
1 row in set (0.00 sec)

MariaDB [weather]> □
```

Рисунок 3.23 – Результат щодо кількості записів у БД

### 3.5 Програмне забезпечення збору даних з відкритих джерел

Для того, щоб одержати список усіх відкритих метеостанцій, які підключені до мережі Internet, можна скористатися URL-адресою <https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getallstations>. Запис у даний ресурс виконується за допомогою технології RESTful API – це метод, за допомогою якого виконуються прості HTTP запити. Якщо перейти за вказаною адресою за допомогою браузера Mozilla Firefox, то одержимо результат, як показано на рис. 3.24.

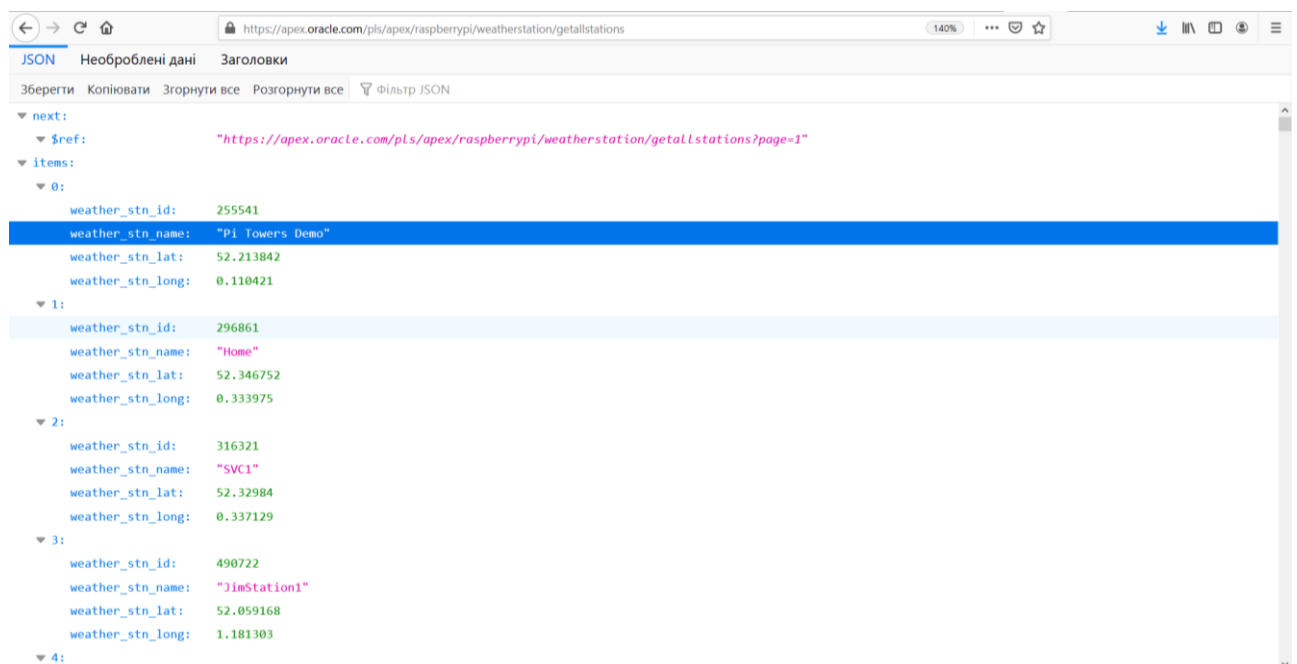


Рисунок 3.24 – Дані про відкриті метеостанції

Для того, щоб програмно одержати доступ до даних, які наведені на рис. 3.24 потрібно інстальовати бібліотеки requests, json, pprint.

Засоби бібліотеки requests дозволяє одержувати доступ до вмісту веб-сторінок. Модуль json забезпечує простоту читання даних у форматі JSON, pprint є бібліотекою для коректного і зручного виводу даних.

Приклад програмного коду для одержання даних за вказаною URL-адресою показано на рис. 3.25, а результат виконання цього коду – на рис. 3.26.

```

fetch_weather.py — D:\ — Atom
File Edit View Selection Find Packages Help
fetch_weather.py Welcome Guide Py_With_SQL.py As_JSON_1.py
1 from requests import get
2 import json
3 from pprint import pprint
4 url = 'https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getallstations'
5 stations = get(url).json()['items']
6 stations
7 pprint(stations)

```

Рисунок 3.25 – Програмний код одержання даних за URL-адресою

```

Command Prompt
D:\>python fetch_weather.py
[{"weather_stn_id": 255541,
 "weather_stn_lat": 52.213842,
 "weather_stn_long": 0.110421,
 "weather_stn_name": 'PI Towers Demo'},
 {"weather_stn_id": 296861,
 "weather_stn_lat": 52.346752,
 "weather_stn_long": 0.233975,
 "weather_stn_name": 'Home'},
 {"weather_stn_id": 316321,
 "weather_stn_lat": 52.32984,
 "weather_stn_long": 0.337129,
 "weather_stn_name": 'SXC1'},
 {"weather_stn_id": 490722,
 "weather_stn_lat": 52.059168,
 "weather_stn_long": 1.181303,
 "weather_stn_name": '31nsStation1'},
 {"weather_stn_id": 497527,
 "weather_stn_lat": 57.693646,
 "weather_stn_long": -4.251687,
 "weather_stn_name": 'Alness Academy'},
 {"weather_stn_id": 497974,
 "weather_stn_lat": 52.064358,
 "weather_stn_long": 1.153287,
 "weather_stn_name": 'christchurch'},
 {"weather_stn_id": 504487,
 "weather_stn_lat": 48.949147,
 "weather_stn_long": 3.126924,
 "weather_stn_name": 'pi-celine-77'},
 {"weather_stn_id": 505047,
 "weather_stn_lat": 55.009497,
 "weather_stn_long": -1.614494,
 "weather_stn_name": '48151'},
 {"weather_stn_id": 505307,
 "weather_stn_lat": 51.383511,
 "weather_stn_long": 0.538223,
 "weather_stn_name": 'Test Brompton Academy'},
 {"weather_stn_id": 505367,
 "weather_stn_lat": 55.9453,
 "weather_stn_long": 4.5646,
 "weather_stn_name": 'Callum Inglis'},
 {"weather_stn_id": 506882,
 "weather_stn_lat": 57.095485,
 "weather_stn_long": -2.26851,
 "weather_stn_name": 'Colegio'},
 {"weather_stn_id": 507567,
 "weather_stn_lat": 54.517955,
 "weather_stn_long": -6.059129,
 "weather_stn_name": 'Wallace Weather'},

```

Рисунок 3.26 – Результат виконання програмного коду

Як видно з результатів, наведених на рис. 3.26, одержано наступні дані про метеостанції:

- weather\_stn\_id – унікальний ідентифікатор метеостанції;
- weather\_stn\_lat – широта, на якій розташована метеостанція;
- weather\_stn\_long – довгота, на якій розташована станція.
- weather\_stn\_name – назва метеостанції.

Щоб отримати дані про погодні умови на конкретній метеостанції необхідно змінити URL-адресу на <https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getlatestmeasurements/> та в кінці дописати ідентифікатор станції.

Приклад результатів, одержаних із метеостанції з weather\_stn\_id=11553439 наведено на рис. 3.27.

```
ca Command Prompt
D:\>python fetch_weather.py
[{'air_pressure': 1003.85,
  'air_quality': 74.26,
  'ambient_temp': 21.19,
  'created_by': 'Cambourne Village College',
  'created_on': '2019-05-02T13:55:02Z',
  'ground_temp': 16.81,
  'humidity': 32.37,
  'id': 16877366,
  'rainfall': 0,
  'reading_timestamp': '2019-05-02T13:55:02Z',
  'updated_by': 'Cambourne Village College',
  'updated_on': '2019-05-02T13:21:50.512Z',
  'weather_stn_id': 11553439,
  'wind_direction': 272.66,
  'wind_gust_speed': 15.85,
  'wind_speed': 7.62}]
```

Рисунок 3.27 – Результати з метеостанції з weather\_stn\_id=11553439

Було б добре знати які метеостанції знаходяться поруч із поточним місцем розташування. Для цього можна скористатись даними щодо довготи і широти місця знаходження метеостанції, які записані у глобальну базу даних.

Знайти відстань між двома точками на сфері досить складно, оскільки відстань знаходиться над поверхнею кулі. Щоб реалізувати таке обчислення можна скористатись формулою гаверсинусів.

Програмний код для обчислення відстані між поточним положенням (локальною метеостанцією) та вказаною метеостанцією наведено на рис. 3.28.

```
Lat_long.py - D:\ - Atom
File Edit View Selection Find Packages Help
fetch_weather.py Lat_long.py untitled Welcome Guide
1 from math import radians, cos, sin, asin, sqrt
2 def haversine(lon1, lat1, lon2, lat2):
3     #convert degrees to radians
4     lon1 = radians(lon1)
5     lat1 = radians(lat1)
6     lon2 = radians(lon2)
7     lat2 = radians(lat2)
8     dlon = lon2 - lon1
9     dlat = lat2 - lat1
10    a = sin(dlat/2)**2 + cos(lat1) * cos(lat2) * sin(dlon/2)**2
11    distance = 2 * asin(sqrt(a)) * 6371
12    return distance
13    print(haversine(49.34, 25.36, 49.0414, 26.1137))
14    #6371 is the radius of the Earth return distance
```

```

Lat_long.py — D:\ — Atom
File Edit View Selection Find Packages Help
fetch_weather.py Lat_long.py untitled Welcome Guide Py_With_SQL.py As...
1 from requests import get
2 import json
3 from pprint import pprint
4 from math import radians, cos, sin, asin, sqrt
5 stations = 'https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getallstations'
6 weather = 'https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getlatestmeasurements/'
7 my_lat = 49.34
8 my_lon = 25.36
9 all_stations = get(stations).json()['items']
10 def haversine(lon1, lat1, lon2, lat2):
11     #convert degrees to radians
12     lon1 = radians(lon1)
13     lat1 = radians(lat1)
14     lon2 = radians(lon2)
15     lat2 = radians(lat2)
16     dlon = lon2 - lon1
17     dlat = lat2 - lat1
18     a = sin(dlat/2)**2 + cos(lat1) * cos(lat2) * sin(dlon/2)**2
19     distance = 2 * asin(sqrt(a)) * 6371
20     return distance
21 def find_closest():
22     smallest = 20036
23     for station in all_stations:
24         station_lon = station['weather_stn_long']
25         station_lat = station['weather_stn_lat']
26         distance = haversine(my_lon, my_lat, station_lon, station_lat)
27         if distance < smallest:
28             smallest = distance
29             closest_station = station['weather_stn_id']
30     return closest_station
31 print('Meteostation_Id'+str(find_closest()))
32 closest_stn = find_closest()
33 weather = weather + str(closest_stn)
34 my_weather = get(weather).json()['items']
35 pprint(my_weather)
36
D:\Lat_long.py 30:27

```

Результат, який одержано у

результаті виконання програмного коду (рис. 3.29) представлено на рис. 3.30.

```

Command Prompt
D:\>python lat_long.py
Meteostation_Id=1101852
[{'air_pressure': 984.12,
  'air_quality': 0,
  'ambient_temp': 8.82,
  'created_by': 'Jablonna Szkolna 2',
  'created_on': '2020-02-11T15:00:02Z',
  'ground_temp': 2.94,
  'humidity': 53.96,
  'id': 19741775,
  'rainfall': 0,
  'reading_timestamp': '2020-02-11T15:00:02Z',
  'updated_by': 'Jablonna Szkolna 2',
  'updated_on': '2020-02-19T01:00:03.247Z',
  'weather_stn_id': 1101852,
  'wind_direction': 299.66,
  'wind_gust_speed': 17.78,
  'wind_speed': 5.39}]

```

Рисунок 3.30 – Останні дані з найближчої метеостанції

Таким чином, у результаті виконання кваліфікаційної роботи одержано проект повноцінної метеостанції та програмного сервісу збору даних з відкритих метеостанцій, що дозволяє проводити накопичення та аналіз метеопоказників.

					<i>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63

## РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора ПК

Ергономічна організація робочого місця користувача ЕОМ враховує як специфіку діяльності, що виконується, так і забезпечує комфортні умови перебування людини.

Тому основними ергономічними завданнями щодо організації робочого місця є наступні [13]:

- забезпечення просторових параметрів робочого місця, які відповідають антропометричним характеристикам користувача;
- раціональне розташування елементів робочого місця відносно користувача на підставі поглибленого кількісного та якісного аналізу діяльності, яка виконується;
- оптимізацію умов робочого середовища.

На рисунку 4.1 наведено робоче місце користувача ЕОМ та позначено основні ергономічні та просторові параметри його складових.

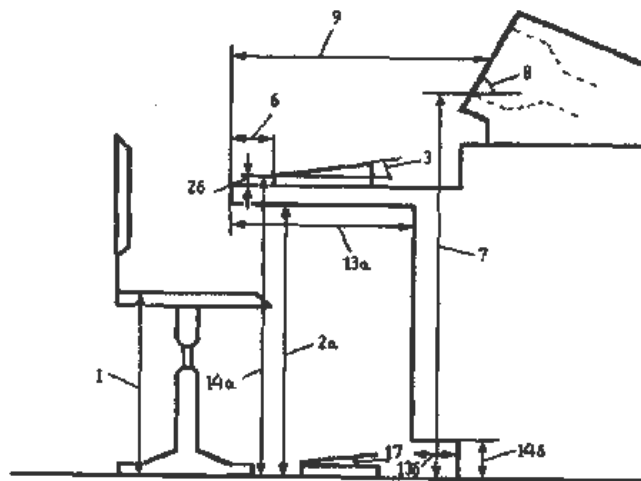


Рисунок 4.1 – Робоче місце користувача ЕОМ

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Уйван І.Р.			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевірів.		Яцишин В.В.				64	
Консульт.		Пилипець М.І.			ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-44		
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Затверд.		Осухівська Г.М.					
					Безпека життєдіяльності, основи охорони праці		



Основні просторові параметри робочого місця користувача ЕОМ приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Просторові параметри робочого місця

Умовні позначення	Параметри	Спосіб вимірювання параметра	Значення параметра
1	Висота сидіння	Від підлоги до верхньої площини сидіння	400-500 мм
2	Висота клавіатури (від рівня підлоги)	Від підлоги до нижнього ряду клавіатури	600-700 мм
2а	Висота клавіатури (від рівня стола)	Від базової поверхні до нижнього ряду клавіатури	20 мм
3	Кут нахилу клавіатури	Від горизонтальної площини	7-15°
4	Ширина основної клавіатури	Визначається оптимальною зоною моторного поля	До 400 мм
5	Глибина основної клавіатури	Визначається оптимальною зоною моторного поля	До 200 мм
6	Відстань від клавіатури до краю стола	Від переднього краю стола до клавіатури	Понад 80 - 100 мм
7	Висота екрана	Від підлоги до нижнього краю екрана	950-1050 мм
8	Кут нахилу екрана	Від вертикальної площини	15°
9	Відстань від екрана до краю стола	Від переднього краю стола до екрана	500-700 мм
10	Висота поверхні для запису	Від підлоги	870-860 мм
11	Площа поверхні для запису	Визначається оптимальною зоною моторного поля	600 x 400 мм 900 x 600 мм
12	Кут нахилу поверхні для запису	Від горизонтальної площини	0 – 10°
13	Глибина простору для ніг на рівні колін	Від переднього краю стола	Понад 400 мм

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ

Арк.

65

Умовні позначення	Параметри	Спосіб вимірювання параметра	Значення параметра
13а	Глибина простору для ніг на рівні	Від підлоги	Понад 600 мм
14	Висота простору для ніг на рівні колін	Від переднього краю стола	Понад 600 мм
14а	Висота простору для ніг на рівні ступень	Від підлоги	Понад 1 00 мм
15	Ширина простору для ніг на рівні колін		Понад 500 мм
15а	Ширина простору для ніг на рівні		Понад 250 мм
16	Висота підставки для ніг	Від підлоги до передньої частини підставки	50-130 мм
17	Кут нахилу підставки для ніг	Від горизонтальної площини	0-25
18	Глибина підставки для ніг	Від переднього краю підставки до її заднього краю	400 мм
19	Ширина підставки для ніг		300 мм
20	Пюпітр-підставка для документів	Від горизонтальної площини	15 - 20°

В ході організації робочих місць на кожному ЕОМ виділяється площа, яка складає не менш, ніж 6 м<sup>2</sup>, та об'єм, який становить не менш, ніж 20 м<sup>3</sup>. Причому, зона, де розташовується робочий стіл, сервер або робоча станція, принтер, екран для графопроектора, займає відповідно 6-8 м<sup>2</sup>. Висота приміщення не менша, ніж 4 м [13].

Робоче місце користувача ПК облаштоване одномісним столом та напівм'яким стільцем, висоту сидіння яких можна змінювати. Довжина стола користувача не менше 700 мм, ширина – забезпечує місце перед клавіатурою для розташування зошита або іншого приладдя. Поверхня стола має кут нахилу у межах 12-15<sup>0</sup>, лише іноді припустимою є її розташування у горизонтальній площині.

На робочому місці користувача ПК забезпечена відповідність висоти краю стола і стільця до росту та антропометричних особливостей організму користувачів. Як нормативні визначають показники, що приведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Нормативні показники

Ріст, мм	Висота над підлогою, мм		
	стіл	простір для ніг	стілець
1450-1600	640	530	380
1610 -1750	700	590	420
Понад 1750	760	650	460

Глибина простору для ніг під столом не менше 450 мм, а у випадку застосування високого стола та низького стільця і, отже, відсутності відповідності росту користувача конструктивним елементам робочого місця, використовується підставка для ніг, ширина якої становить – 350 мм, довжина – 400 мм, кут нахилу опорної поверхні – 15°.

Столи з ЕОМ розміщено без розривів між ними, але при незначній кількості робочих столів з відеотерміналами перевагу варто віддавати розташуванню їх біля внутрішньої стіни.

Робота з комп'ютерною технікою вимагає обов'язкового дотримання правильної посадки. Користувач ЕОМ повинен сидіти прямо, з невеликим нахилом (до 5 – 7°) голови вперед, не сутулитися, спираючись нижніми краями лопаток на спинку стільця. Передпліччя повинні спиратися на поверхню стола, забезпечуючи зниження статичного напруження м'язів плечового поясу і рук, кути, що утворюються передпліччям і плечем, а також гомілкою і стегном, – складати не менш, ніж 90°.

Рівень очей припадає на центр екрана або на точку, яка розташована між верхньою та середньою третинами екрану, причому, лінія погляду є перпендикулярною до площини екрана, а її відхилення у вертикальній площині –

знаходиться у межах  $\pm 5-10^0$ . Оптимальний огляд у горизонтальній площині від центральної осі екрана у межах  $\pm 15-30^0$ . Лише під час спостереження за інформацією, яка розміщена у найвіддаленіших ділянках екрану, кут огляду становить  $40-45^0$ .

Кут розглядання цифр та букв на екрані монітора не менше 20 кутових хвилин, а його величину розраховують за формулою [13]:

$$\operatorname{tg} \alpha / 2 = \frac{S}{2L}, \quad (4.1)$$

де  $S$  – висота букви або цифри, мм;

$L$  – відстань від очей до об'єкта інформації на екрані, мм;

$\alpha$  – кут розглядання, кутові хвилини.

Оптимальна відстань від очей до площини екрана монітора складає 600 – 700 мм, допустима – не менше 500 мм. Розглядати інформацію на екрані з відстані менш, ніж 500 мм не рекомендується.

При проектуванні комп'ютерної мережі у дипломній роботі враховані вимоги до ергономічної організації робочого місця користувачів ПК, що дозволяє підвищити працездатність та зменшити негативний вплив на їх здоров'я згідно ДСанПін 3.3.2.007 – 98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин».

#### 4.2 Організація служби охорони праці на підприємстві

Роботодавець зобов'язаний згідно Закону України «Про охорону праці» стаття 13 «Управління охороною праці та обов'язки роботодавця» створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

– створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їхні обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;

– розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

– забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;

– впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

– забезпечує належне утримання будівель та споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

– забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

– організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів з усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

– розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами підприємства з охорони праці;

– здійснює контроль за дотриманням працівником технологічних процесів, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

– організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці.

Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення нормативно-правових актів з охорони праці. Служба охорони праці створюється роботодавцем на підприємстві з кількістю працівників 50 і більше. На підприємстві з кількістю працівників менше 50 осіб функції цієї служби можуть виконувати у порядку сумісництва особи, що пройшли перевірку знань з охорони праці відповідними державними службами. Якщо кількість працівників менше 20 осіб, для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю і прирівнюється до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Спеціалісти служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці мають право:

– видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;

– вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– зупиняти роботу виробництва, дільниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працівників;

– надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Законодавство про охорону праці передбачає і обов'язки працівників. Зокрема вони зобов'язані:

– дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей у процесі виконання будь-яких робіт під час перебування на території підприємства;

– знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

– проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог. Дотримання правил безпеки і виробничої санітарії залежить не тільки від виконання роботодавцем своїх обов'язків, а й від того, наскільки кожен працівник знає і виконує правила під час роботи. Тому всі працівники при прийомі на роботу і в процесі роботи проходять на підприємстві інструктаж з охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки при виникненні аварій.

Навчання й інструктаж працівників з охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці і проводиться з усіма працівниками в процесі їхньої трудової діяльності.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій. Процес побудови системи включає проектування апаратного забезпечення для зчитування показників погоди і комплексу програмного забезпечення керування процесами одержання інформації з сенсорів. Окрім цього, у комп'ютерній системі реалізовано запис інформації у базу даних та одержання останніх показників погоди з найближчих метеостанцій.

Апаратні компоненти метеостанції поділяються на два типи: пасивні та активні. До пасивних компонентів відноситься:

- модуль ВМЕ280 – для одержання даних про температуру повітря, вологість та атмосферний тиск;
- модуль DS18B20 – вимірює температуру ґрунту.

До активних компонентів, які працюють за принципом псевдоклавіші на основі герконових перемикачів, відноситься:

- анемометр – дозволяє вимірювати швидкість, напрям, а також пориви вітру;
- сенсор кількості опадів – вимірює висоту стовпчика дощової води на 1 м<sup>2</sup>.

В якості мікроконтролера обрано мінікомп'ютер Raspberry PI 3 Model B. Мова програмування для реалізації програмного забезпечення – Python 3 та середовище реалізації IDLE і Atom. Для зберігання інформації використано СКБД MariaDB, що є різновидом MySQL. Технологія одержання даних з відкритих джерел мережі Інтернет – RESTAPI.

Застосування зазначеного апаратного та програмного забезпечення дозволило реалізувати повноцінний комплекс (комп'ютерну систему) збору та аналізу даних з метеостанцій, який в подальшому може стати основою для проведення експериментів при формуванні коротко-, середньо- та довгострокових прогнозів погоди на локальній території, а також підвищити ефективність та врожайність в агросекторі.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петин В. Микрокомпьютеры Raspberry Pi: Практическое руководство. БХВ-Петербург. 2015. 240 с.
2. Магда Ю. Raspberry Pi. Руководство по настройке и применению. Litres. 2017 р. 161 с.
3. Макаров С. Arduino Uno и Raspberry Pi 3: от схемотехники к интернету вещей. Litres. 2019 р. 202 с.
4. Тиммонс-Браун М. Робототехника на Raspberry Pi для юных конструкторов и программистов Робототехника на Raspberry Pi для юных конструкторов и программистов. БХВ-Петербург. 2020. 208 с.
5. Петин В. Датчики для Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. БХВ-Петербург. 2016. 320 с.
6. MariaDB Knowledge base. URL: <https://mariadb.com/kb/en/> (дата звернення 29.03.2021 р.)
7. Python 3.9.2 documentation. URL: <https://docs.python.org/3/> (дата звернення 08.04.2021 р.)
8. Mathematical statistics functions. URL: <https://docs.python.org/3/library/statistics.html> (дата звернення 08.04.2021 р.)
9. Краткое руководство по библиотеке Python Requests. URL: <https://pythonru.com/biblioteki/kratkoe-rukovodstvo-po-biblioteke-python-requests> (дата звернення 16.04.2021 р.)
10. JSON encoder and decoder. URL: <https://docs.python.org/3/library/json.html> (дата звернення 29.04.2021 р.)
11. SQL Syntax. URL: [https://www.w3schools.com/sql/sql\\_syntax.asp](https://www.w3schools.com/sql/sql_syntax.asp) (дата звернення 06.05.2021 р.)
12. Пасічник В., Резніченко В. Організація баз даних та знань. К.: Видавнича група BHV, 2006. 384 с.
13. Ворона В. А., Тихонов В. А. Системы контроля и управления доступом. М.: Горячая линияТелеком. 2010. 272 с.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

14. Бесекерский В.А. Руководство по проектированию систем автоматического управления. Москва.: Высшая школа, 2007. 295с.

15. Кузин Л.Т. Расчет и проектирование дискретных систем управления.- М.: ГН ТИМЛ, 2012.- 648 с.

16. Лучшие одноплатники на базе чипа RP2040 в 2021 году. Часть 1. URL: <https://habr.com/ru/hub/raspberrypi/> (дата звернення 10.05.2021 р.)

17. Raspberry Pi Computer Boards. URL: <https://www.okdo.com/c/pi-shop/the-raspberry-pi/> (дата звернення 15.05.2021 р.).

18. Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Львів: Афіша, 2000. 176 с.

19. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями»/Міністерство соціальної політики України. Офіц. вид. К. : Парлам. вид-во, 2018. 24 с.

20. Желібо Є., Заверуха Н., Зацарний В. Безпека життєдіяльності. К.: 2001. 483 с.

					<b>КС КРБ 123.160.00.00 ПЗ</b>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А.  
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

**“Затверджую”**

Завідувач кафедри КС

\_\_\_\_\_ Осухівська Г.М.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З МЕТЕОСТАНЦІЙ

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на 11 листках

**Вид робіт:**

Кваліфікаційна робота

**На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»**

**Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»**

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студентка групи СІс-44

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Яцишин В.В.

\_\_\_\_\_ Уйван І.Р.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Тернопіль 2021**

## 1 Загальні відомості

### 1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.160.00.00

### 1.2 Виконавець

Студентка групи СІс-44, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Уйван Іванна Русланівна.

### 1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№ 4.7-97 від 10.02.2021 р.)

### 1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 10.02.2021 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 23.06.2021 р.

## 1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Порядок оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу здійснюється у відповідності до чинних норм та правил ІСО, ГОСТ, ЕСКД, ЕСПД та ДСТУ.

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи.

Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи на 90% , наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи відбувається шляхом захисту на відповідному засіданні ЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

## 2 Призначення і цілі створення системи

### 2.1 Призначення системи

Основне призначення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій полягає в одержанні інформації з відкритих та загальнодоступних метеостанцій з подальшим їх збереженням у базі даних, а також організація власної метеостанції. Така комп'ютерна система може бути ефективно використана в агросекторі – при спостереженні за параметрами погодних умов, в медицині – при лікуванні та моніторингу метеозалежних людей, у кліматології – при аналізі тенденцій щодо змін клімату, а також прогнозування метеопказників в часі на основі історичних даних.

Комп'ютерна система збору та аналізу даних може порівнювати значення показників погоди з найбільш близько розташованими метеостанціями в залежності від поточного місця локації. Збір та аналіз метеофакторів є базисом для проведення

наступних досліджень щодо формування коротко-, середньо- і довготривалого прогнозу погоди, а також глобальних тенденцій до зміну клімату.

## 2.2 Мета створення системи

Мета створення комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій полягає в автоматизації процесу збереження та маніпулювання інформацією для одержання більш достовірних метеопоказників на основі даних з найближчих метеовузлів та організація власної метеостанції з використанням Raspberry PI.

Основними завданнями, які покликана розв'язати дана система є:

- автоматизація збору та централізоване зберігання даних про погодні умови;
- можливість формування даних про метеорологічні показники: температура, вологість, атмосферний тиск, рівень опадів, напрямок і швидкість вітру;
- здатність до накопичення та маніпулювання статистичними показниками погодних умов, які зберігаються у реляційній базі даних;
- зручність налаштування та відображення метеопоказників;
- застосування Raspberry PI для організації метеостанції;
- можливість одержання даних з відкритих локальних користувацьких метеостанцій, доступних в мережі Інтернет;
- здатність порівнювати дані, одержані з конкретної метеостанції та найближчими вузлами аналізу погодних показників;
- можливість формування резервних копій бази даних;
- здатність до інтеграції із системами прогнозування погоди;
- підвищення достовірності та ефективності прийняття рішень для предметних областей, в яких важливу роль відіграють метеопоказники.

## 2.3 Характеристика об'єкту

### 2.3.1 Основні задачі та функції об'єкту

До основних задач, які має виконувати комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій належать автоматизація процесу формування статистичних показників щодо температурних показників, вологості, атмосферного тиску, напряму і швидкості вітру, кількості опадів у певний момент часу. Така інформація є корисною для агросектору, спостереження за зміною клімату, прогнозування погоди на різних інтервалах часу, а також для споживання енергоносіїв, зокрема газу та електроенергії.

Для досягнення мети роботи необхідно розв'язати ряд задач, основні з яких полягають в обґрунтуванні давачів (сенсорів) погодних умов, проектуванні схеми організації метеостанції, розробці програмного забезпечення для керування метеостанцією та інших.

Важливим аспектом роботи є також реалізація можливості аналізу даних з відкритих джерел, щодо погодних умов за останній час та визначення найбільш близьких до заданої метеостанції вузлів аналізу метеорологічної ситуації. Це дозволить одержати інформацію про погоду на проміжних територіях, де відсутні спостережні метеорологічні пункти.

При такій організації комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій можна забезпечити доволі продуктивну та ефективну систему, що міститиме актуальну інформацію про погодні умови на конкретній локальній території і дозволить приймати відповідні адекватні рішення у різних областях народного господарства.

Контроль над даними і доступ до метеостанції повинен бути авторизованим та захищеним на різних рівнях. Що стосується архівних та історичних даних, то вони повинні зберігатись у деякій системі керування базами даних, а доступ даних забезпечується на основі механізмів, які забезпечують аутентифікацію користувачів з необхідними дозволами і правами.



### 3 Вимоги до системи

#### 3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютерна система збору та аналізу показників метеостанцій повинна володіти властивістю авторизованого доступу до даних на основі розроблених методів і процедур. У результаті успішного звернення до метеостанцій повинні бути доступними показники температури, вологості, атмосферного тиску та ін., а також службова інформація про місце розташування метеостанції. Інформація про значення метеопоказників повинна записуватись у базу даних за розкладом.

##### 3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Структура комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій включає:

- мікроконтролер на базі Raspberry PI v.3;
- сенсор температури;
- сенсор вологості;
- сенсор атмосферного тиску;
- сенсору рівня опадів;
- сенсор для визначення швидкості та напрямку вітру;
- програмне забезпечення зчитування метеопоказників і керування метеостанцією;

- реляційна база даних для зберігання інформації про метеопоказники;

До основних функціональних вимог, які висуваються до комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій належить:

- можливість зчитування та представлення у зручному для користувача вигляді даних про показники погодних умов;
- можливість встановлення з'єднання з глобальною базою даних метеопоказників;

- можливість знаходження та одержання даних з відкритих метеостанцій, які знаходяться найближче до заданої;
- здатність до зберігання інформації за розкладом;
- здатність до аналізу метеоінформації;
- можливість застосування інструментів авторизованого доступу до даних;
- можливість формування резервних копій даних;
- можливість гнучкого налаштування параметрів метеостанції.

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

Сенсори метеопоказників під'єднуються до Raspberry PI. Контролер виконує опрацювання інформації і через протокол передачі WIFI відправляє дані до бази даних. Збір даних з відкритих найближчих метеостанцій виконується через протокол HTTP/HTTPS шляхом звернення до URL адреси <https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getallstation>. В цілому архітектура комп'ютерної системи представляє собою «клієнт-сервер».

### 3.1.3 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностування комп'ютерної системи збору та аналізу метеоданих відбувається у відповідності до графіку обслуговування.

### 3.1.4 Перспективи розвитку, модернізація системи

До перспектив розвитку комп'ютерної системи входить адаптація її властивостей у відповідності до вимог зовнішніх комп'ютерних систем або програмних комплексів. Апаратне забезпечення системи при цьому не зазнає змін, однак можливе розширення функціональних властивостей програмного забезпечення. Зокрема, це може стосуватися інтеграції «розумних сервісів» щодо прогнозування погодних показників на середньо- і довготривалі періоди часу.

У випадку внесення додаткових властивостей або заміни інформації щодо показників, система повинна адекватно реагувати на їх внесення без пошкодження існуючих даних.

### 3.1.5 Вимоги до надійності системи

Комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій повинна володіти авторизованим доступом до системного програмного забезпечення Raspberry PI, забезпечувати фізичний захист від пошкоджень та вторгнення сторонніх користувачів. Окрім цього, захист до локальної бази даних повинен також бути авторизованим і прозорим. У випадку виникнення збоїв або відмов у роботі комп'ютерної системи, повинен бути забезпечений заданий рівень надійності її функціонування до усунення неполадок.

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

До основних вимог щодо функцій і задач, які повинна задовольняти і виконувати комп'ютерна система збору та аналізу даних з метеостанцій, належить:

- одержання показників метеорологічної ситуації з проектованої метеостанції;
- запис у базу даних значень температури, вологості, атмосферного тиску та ін. у базу даних ;
- одержання та порівняння метеопоказників з <https://apex.oracle.com/pls/apex/raspberrypi/weatherstation/getallstation>;
- забезпечення надійності, контролю та захисту даних;
- визначення показників погоди з найближчих метеостанцій;
- забезпечення визначеного рівня продуктивності функціонування метеостанції.

### 3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до апаратного забезпечення метеостанції на базі Raspberry PI 3:

- 4-ядерний 64-бітний процесор з тактовою частотою 1,2 ГГц;

- інтерфейс передачі даних з підтримкою протоколу Wi-Fi 802.11n;
- підтримка Bluetooth 4.1;
- об'єм оперативної пам'яті – 1GB;
- наявність USB-портів;
- Ethernet порт;
- слот під microSD;
- графічне ядро VideoCore IV 3D;
- послідовний інтерфейс камери (CSI);
- послідовний інтерфейс монітора (DSI);
- 40 пінів вводу/виводу (GPIO);
- HDMI – порт.

Вимоги до робочих станцій:

- центральний процесор – тактова частота > 2,0 ГГц та наявність більш, ніж 2-ох логічних ядер;
- розмір оперативної пам'яті – не менше 4 Гб;
- розмір жорсткого диску – не менше 500 Гб.

Мінімальні вимоги до сервера баз даних:

- процесор з тактовою частотою 1,2 ГГц або більш потужний;
- оперативна пам'ять – 1 ГБ або більше;
- архітектура з розрядністю 32 біти або 64 біти (x86 або x64).

### 3.1.8 Вимоги до програмного забезпечення

Програмне забезпечення мікроконтролера Raspberry PI – операційна система Raspbian, Python 3.

Програмне забезпечення робочих станцій – Windows 10, або UNIX-подібні ОС та прикладне програмне забезпечення, зокрема Python IDLE, веб-браузер та ін.

#### 4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
  - графічного матеріалу:
- 1 Апаратне забезпечення метеостанції.
  - 2 Схема організації метеостанції на основі Raspberry PI.
  - 3 Загальний алгоритм роботи метеостанції.
  - 4 Алгоритм пошуку найближчих метеостанцій;
  - 5 Use-case діаграма взаємодії користувача з метеостанцією;
  - 6 Архітектура програмного забезпечення метеостанції.

\*Примітка: У комплект документації можуть вноситися міни та доповнення в процесі розробки.

#### 5 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1	Розробка і затвердження технічного завдання	10.02-16.02.2021
2	Аналіз технічного завдання	17.02-02.03.2021
3	Визначення вимог до апаратного та програмного забезпечення комп'ютерної системи	03.03-18.03.2021
4	Проектування схеми метеостанції	19.03-04.04.2021
5	Проектування та реалізація програмного забезпечення метеостанцій	04.04-02.05.2021
6	Розробка інструкцій із встановлення та налаштування параметрів комп'ютерної системи збору та аналізу даних з метеостанцій	02.05-29.05.2021
7	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	01.06-08.06.2021
8	Оформлення кваліфікаційної роботи	09.06-18.06.2021
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи	18.06-22.06.2021
10	Захист кваліфікаційної роботи	22.06-27.06.2021

## 6 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

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