

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет Інформаційних електронних систем
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра Інформаційних радіоелектронних технологій і систем
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему: «Портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з
безпроводним інтерфейсом»

Виконав: студент 2(4)-го курсу, групи ТКР-2 Імс
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотех-
ніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Якименко О. А.
(прізвище та ініціали)

Керівник/асистент каф. ІРТС

Пастушенко О. Л.
(прізвище та ініціали)

«15» 06 2023 р.

Рецензент: д.т.н., проф. каф. ІКСТ

Михалевський Д. В.
(прізвище та ініціали)

«16» 06 2023 р.

Допущено до захисту


Завідувач кафедри ІРТС

д.т.н., проф. Осадчук О.В.
(прізвище та ініціали)

«16» 06 2023 р.

Вінницький національний технічний університет
 Факультет Інформаційних електронних систем
 Кафедра Інформаційних радіоелектронних технологій і систем
 Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
 Галузь знань – 17 Електроніка та телекомунікації
 Спеціальність – 172 – Телекомунікації та радіотехніка
 Освітньо-професійна програма – Радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІРТС
 д.т.н., проф. Осадчук О.В.

 21.03.2023 року

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Якименку Олександрю Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи. Портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом

керівник роботи асистент каф. ІРТС Пастушенко О. Л.

затвержені наказом вищого навчального закладу від "20"03 2023 року № 67

2. Строк подання студентом роботи 16 06 2023 року

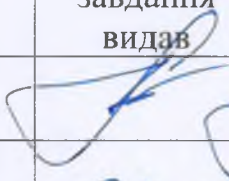
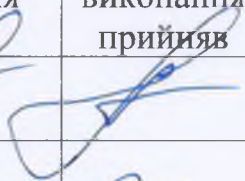


3. Вихідні дані до роботи: наявність веб-інтерфейсу; відображення температури, вологості, тиску в системі openHAB; перегляд стану температури, вологості та тиску, по датам та годинам; можливість перегляду даних на телефоні; має діапазон вимірювання температури (-40...+85 С), вологості (від 0% до 100%), тиску (300...1000 гПа); підключення по безпроводному інтерфейсу WiFi, періодичність вимірювання – 60 с. Точність вимірювання температури (0,3 С), вологості (2,5 %), тиску (1 гПа); живлення від адаптера: 5 В.

4. Зміст текстової частини: Вступ. Аналіз сучасного стану розвитку портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів. Розрахунок технології виготовлення портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом. Моделювання обміну даними датчиків пристрою та тестування інтерфейсу. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Структурна схема мережі. Функціональна схема. Схема електрична принципова. Кресленик друкованої плати. Складальний кресленик.

6. Консультанти розділів роботи

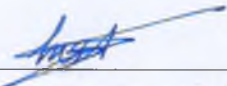
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Основна частина	асистент каф. Пастушенко О.Л.		
Охорона праці	професор кафедри БЖДПБ, професор, д.п.н., Дембіцька С.В.		

7. Дата видачі завдання 22.03.2023 року

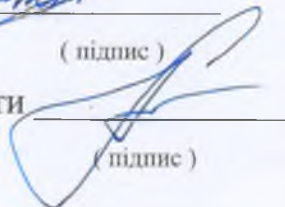
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір, узгодження та затвердження теми БДР	14.02.2023-28.02.2023	
2.	Огляд та аналіз літературних джерел.	01.03.2023-23.03.2023	
3.	Затвердження теми. Розробка завдання на БДР.	20.03.2023-31.03.2023	
4.	Попередня розробка основних розділів. Аналіз вирішення поставленої задачі. Розробка структурної схеми та технічних рішень.	01.04.2023-06.05.2023	
5.	Математичне моделювання та електричні розрахунки . Експериментальне дослідження.	07.05.2023-18.05.2023	
6.	Розробка ілюстративної частини БДР	19.05.2023-22.05.2023	
7.	Охорона праці (ОП)	23.05.2023-28.05.2023	
8.	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративної частини.	29.05.2023-06.06.2023	
9.	Нормоконтроль	07.06.2023-09.06.2023	
10.	Попередній захист БДР, доопрацювання, рецензування БДР	10.06.2023-19.06.2023	
11.	Захист БДР ЕК	20.06.2023-21.06.2023	

Студент


(підпис)Якименко О.А.

Керівник роботи


(підпис)Пастушенко О.Л.

АНОТАЦІЯ

УДК 621.371

Якименко О.А. Портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом. Бакалаврська дипломна робота зі спеціальності 172 - Телекомунікації та радіотехніка, освітня програма – Радіотехніка. Вінниця: ВНТУ, 2023. 109 с. Укр. мовою. Бібліограф.: 24 назв; рис.: 45; табл. 15.

В бакалаврській дипломній роботі проведено розробку портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом. Глобальні зміни клімату та потреба в точних метеорологічних даних створюють попит на компактні, зручні та ефективні пристрої для збору метеорологічних даних у реальному часі.

Розроблений пристрій об'єднує датчики для вимірювання різних метеопараметрів, таких як температура, вологість, атмосферний тиск та швидкість вітру. Інтегровані безпроводні модулі дозволяють передавати зібрані дані на віддалений пристрій, наприклад, смартфон або комп'ютер, за допомогою бездротових технологій, таких як Bluetooth чи Wi-Fi.

Пристрій має компактні розміри та низьку споживану потужність, що дозволяє його легко переносити та використовувати в різних ситуаціях, як у господарстві, так і в науці, туризмі та інших галузях, де важлива точна інформація про метеорологічні умови.

Розроблена система також надає можливість зберігати зібрані дані для подальшого аналізу та обробки. Це дозволяє вести детальний моніторинг метеорологічних умов протягом тривалого періоду часу та здійснювати аналіз зібраних даних для виявлення трендів і закономірностей.

Результати дослідження та розробки цього портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом демонструють його ефективність та потенціал у сфері збору та аналізу метеорологічних даних. Він може бути корисним інструментом для метеорологів, дослідників, туристів та широкого кола користувачів, які зацікавлені у зборі та моніторингу метеорологічних даних у режимі реального часу. Ключові слова: радіовимірювальний параметричний перетворювач оптичного випромінювання, від'ємний диференціальний опір, частота, імпеданс, потужність оптичного випромінювання.

Ключові слова: портативний пристрій, моніторинг, метеопараметри, безпроводний інтерфейс, датчики, температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, бездротові модулі, Bluetooth, Wi-Fi, компактні розміри.

ABSTRACT

Yakymenko O. Portable device for monitoring meteorological parameters with a wireless interface. Bachelor's qualification work in the speciality 172 - Telecommunications and Radio-engineering, educational program – Radio-engineering. Vinnitsa: VNTU, 2023. 109 p. In the Ukrainian language. Refs.: 24 titles. Figs.: 42. Tables: 15.

In the bachelor's thesis, the development of a portable device for monitoring meteorological parameters with a wireless interface was carried out. Global climate change and the need for accurate meteorological data create a demand for compact, convenient and efficient devices for collecting real-time meteorological data.

The developed device combines sensors to measure various meteorological parameters such as temperature, humidity, atmospheric pressure and wind speed. Integrated wireless modules allow the collected data to be transmitted to a remote device, such as a smartphone or computer, using wireless technologies such as Bluetooth or Wi-Fi.

The device has a compact size and low power consumption, which makes it easy to carry and use in a variety of situations, both in the household and in science, tourism and other industries where accurate information about meteorological conditions is important.

The developed system also provides the ability to store the collected data for further analysis and processing. This allows for detailed monitoring of meteorological conditions over a long period of time and analysis of the collected data to identify trends and patterns.

The results of the research and development of this portable meteorological monitoring device with a wireless interface demonstrate its effectiveness and potential in the field of meteorological data collection and analysis. It can be a useful tool for meteorologists, researchers, tourists, and a wide range of users interested in collecting and monitoring meteorological data in real time.

Keywords: portable device, monitoring, meteorological parameters, wireless interface, sensors, temperature, humidity, atmospheric pressure, wind speed, wireless modules, Bluetooth, Wi-Fi, compact size.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПОРТАТИВНИХ ПРИБОРІВ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ	11
1.1 Загальне пояснення про значення метеорологічних даних і їх вплив на різні сфери діяльності	11
1.2 Перспективи розвитку та використання портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів.....	20
1.3 Обґрунтування потреби в моніторингу метеопараметрів.....	22
2 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРТАТИВНОГО ПРИБОРУ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ З БЕЗПРОВІДНИМ ІНТЕРФЕЙСОМ	28
2.1 Вибір та обґрунтування схеми пристрою	28
2.2 Розробка програмного забезпечення.....	42
2.3 Вибір методів регулювання та вимірювальної апаратури	47
2.4 Програмування мікроконтролера ESP8266 ESP-12 через середовище програмування Arduino IDE	51
2.5 Основні несправності та методи їх усунення.....	63
3 МОДЕЛЮВАННЯ ОБМІНУ ДАНИМИ ДАТЧИКІВ ПРИБОРУ ТА ТЕСТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ	77
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	85
ВИСНОВКИ	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	96
Додаток А (обов'язковий). Протокол перевірки навчальної (бакалаврської) роботи	100
Додаток Б (обов'язковий). Ілюстративний матеріал	102
Додаток В (довідниковий). Лістинг програми	106

ВСТУП

Актуальність теми

Тема "Портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом" є дуже актуальною і важливою. З урахуванням змін клімату та зростання екологічної свідомості людей, здатність вимірювати та відстежувати метеорологічні параметри, такі як температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру та напрямок вітру, стала надзвичайно важливою.

Існує кілька основних напрямків, в яких такі пристрої можуть бути корисними:

– Наукові дослідження: науковці, що займаються дослідженням клімату, могли б використовувати ці пристрої для збору даних в різних місцевостях та в різний час.

– Освіта: школи та університети могли б використовувати ці пристрої як інструмент навчання, що допомагає студентам краще зрозуміти погодні умови та як вони змінюються.

– Особисте використання: люди, які ведуть активний образ життя, наприклад, туристи, мандрівники, спортсмени, можуть використовувати ці пристрої, щоб бути в курсі погодних умов.

– Сільське господарство: фермери та агрономи можуть використовувати ці пристрої, щоб відстежувати погодні умови, що важливо для вирощування рослин та догляду за тваринами.

– Дрони та безпілотні авіаційні системи: ці системи можуть використовувати такі пристрої, щоб збирати погодні дані, що допомагає у навігації та безпечному керуванні.

Безпроводний інтерфейс є особливо корисним, оскільки він дозволяє зручний доступ до даних з різних місць і в різний час, а також уможливлює інтеграцію з іншими системами та платформами для обробки та аналізу даних.

Мета роботи полягає в розробці портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом. Головною метою є створення

пристрою, який здатний зчитувати та відстежувати різні метеорологічні параметри, такі як температура, вологість, атмосферний тиск тощо, і передавати цю інформацію безпроводно на іншій пристрій, наприклад, смартфон або комп'ютер.

Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом. Дослідження спрямоване на вивчення, розробку та оцінку цього пристрою, зокрема його апаратної та програмної частини, забезпечення його функціональності, точності та надійності.

Предмет дослідження

Предмет дослідження дозволяє сконцентруватися на конкретних аспектах портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом, аналізувати їх особливості, розробляти оптимальні рішення та вдосконалювати пристрій з метою досягнення кращих результатів і задоволення потреб користувачів.

Методи дослідження

У даній роботі можуть використовуватися різні методи дослідження для досягнення поставлених цілей і вирішення завдань. Деякі з можливих методів дослідження включають:

Літературний аналіз: цей метод включає систематичне вивчення наукових джерел, статей, публікацій та інших літературних джерел, що стосуються метеорології, технологій моніторингу та безпроводних інтерфейсів. Літературний аналіз допомагає отримати теоретичну базу, вивчити наявні рішення та технології, а також ідентифікувати прогалини та можливості для розробки пристрою.

Експериментальні дослідження: цей метод включає проведення фізичних експериментів для оцінки функціональності, точності та надійності пристрою. Застосовуються методи збору даних, їх аналізу та порівняння з відомими стандартами або іншими вимірювальними пристроями. Експериментальні дослідження дозволяють перевірити працездатність пристрою та підтвердити його відповідність метеорологічним вимогам.

Моделювання та симуляція: цей метод використовує комп'ютерне моделювання та симуляцію для оцінки різних аспектів пристрою, таких як передача даних через безпроводний інтерфейс, взаємодія з різними погодними умовами тощо. Моделювання дозволяє провести віртуальні експерименти та оцінити потенційні результати.

Ці методи дослідження можуть використовуватися окремо або в комбінації для досягнення мети роботи та вирішення поставлених завдань. Вибір конкретних методів буде залежати від характеру дослідження та доступних ресурсів.

Наукова новизна одержаних результатів

Розробка портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом: Результатом роботи є фізичний прототип пристрою, що поєднує різні технології і компоненти для вимірювання та передачі метеорологічних даних. Це новаторське рішення, яке ще не має широкого поширення на ринку.

Використання безпроводного інтерфейсу: У роботі досліджується використання безпроводних технологій, таких як Bluetooth або Wi-Fi, для передачі метеорологічних даних на інші пристрої. Це забезпечує зручність і легкість використання пристрою, а також можливість отримувати дані в реальному часі.

Оцінка точності та надійності: В роботі проводяться експерименти та тестування прототипу для оцінки його точності та надійності у вимірюванні та передачі метеорологічних даних. Отримані результати дозволяють зробити висновки щодо ефективності та використання пристрою.

Практичне значення одержаних результатів

Одержані результати в мають практичне значення в наступних аспектах:

Застосування у метеорологічних дослідженнях: Розроблений портативний пристрій моніторингу метеопараметрів може бути використаний у наукових дослідженнях з метеорології та кліматології. Він дозволяє збирати дані про метеорологічні умови у різних місцях та в різні періоди часу, що сприяє покращенню розуміння кліматичних змін та розвитку прогнозування погоди.

Прикладна використання у сфері метеорологічного моніторингу: Розроблений пристрій може бути використаний в практичних додатках для метеорологічного моніторингу, таких як агрокультура, авіація, будівництво, спорт та туризм. Він надає користувачам доступ до актуальних метеорологічних даних та сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо діяльності, пов'язаної з погодою.

Посилення свідомості про кліматичні зміни: Розроблений пристрій може сприяти поширенню інформації про кліматичні зміни серед широкої громадськості. Збір та аналіз метеорологічних даних можуть допомогти усвідомити важливість та вплив кліматичних змін на навколишнє середовище та життя людей.

Розвиток інтернету речей (IoT): Використання безпроводного інтерфейсу та можливість підключення пристрою до мережі Інтернет сприяють розвитку концепції IoT. Збір та передача метеорологічних даних за допомогою пристрою можуть бути інтегровані у мережу IoT та використовуватись для розумних систем управління та прийняття рішень в різних галузях [1].

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПОРТАТИВНИХ ПРИСТРОЇВ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ

1.1 Загальне пояснення про значення метеорологічних даних і їх вплив на різні сфери діяльності

Значення метеорологічних даних полягає в їх важливості для розуміння і прогнозування погодних умов і кліматичних змін. Ці дані мають широкі застосування в різних сферах діяльності і впливають на багато аспектів нашого повсякденного життя.

Метеорологія та кліматологія: Метеорологічні дані є основою для досліджень клімату, прогнозів погоди та розробки моделей кліматичних змін. Вони допомагають розуміти шаблони погодних явищ, таких як урагани, торнадо, сніжні бурі та інші небезпечні стихійні лиха.

Сільське господарство: Метеорологічні дані є важливими для сільськогосподарського сектора. Вони використовуються для прогнозування оптимальних моментів сівби та збирання врожаю, визначення необхідності поливу, контролю за розповсюдженням шкідників та захворювань рослин.

Енергетика: Метеорологічні дані впливають на виробництво енергії, особливо вітрової та сонячної енергетики. Вони допомагають визначати оптимальні місця для розташування вітрових та сонячних електростанцій і прогнозувати їхню продуктивність [2].

Транспорт та авіація: Метеорологічні дані використовуються для прогнозування погодних умов, що впливають на безпеку та ефективність руху транспорту, включаючи авіацію. Вони допомагають приймати рішення про зміну маршрутів, визначення найкращого часу для польотів та попередження про погіршення погоди.

Туризм та рекреація: Метеорологічні дані є важливими для планування туристичних та рекреаційних активностей. Люди користуються погодними прогнозами для вибору оптимального часу для відпочинку на відкритому повітрі, гірськолижних курортів, пляжів та інших місць відпочинку.

Безпека та надзвичайні ситуації: Метеорологічні дані використовуються для попередження та управління надзвичайними ситуаціями, такими як повені, зсуви ґрунту, пожежі та інші стихійні лиха. Вони допомагають вчасно попередити населення про можливі небезпеки та приймати евакуаційні заходи.

Метеорологічні дані мають велике значення для багатьох галузей та сфер діяльності. Розробка та застосування портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом сприяє зручності та доступності збору цих даних у режимі реального часу.

Обґрунтування потреби в портативних пристроях моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом базується на кількох ключових факторах:

Мобільність та зручність: Портативні пристрої моніторингу метеопараметрів дозволяють збирати дані в різних місцях і у різний час. Це особливо важливо в контексті метеорологічних досліджень, господарської діяльності, туризму та інших сфер, де точні дані про погоду і кліматичні умови є критичними.

Реальний час: Портативні пристрої забезпечують моніторинг метеопараметрів у реальному часі. Це означає, що користувачі отримують оновлену інформацію про погодні умови, що дозволяє приймати швидкі та обґрунтовані рішення.

Гнучкість та розширені можливості: Портативні пристрої можуть бути розроблені з різними функціями та можливостями, включаючи вимірювання температури, вологості, атмосферного тиску, швидкості вітру та інших метеорологічних параметрів. Деякі пристрої також можуть мати можливості зберігання даних, аналізу та спільного використання через безпроводний інтерфейс.

Застосування в різних сферах: Портативні пристрої моніторингу метеопараметрів мають широкий спектр застосувань. Вони корисні для метеорологів, дослідників, сільськогосподарського сектора, туристів, спортсменів, авіації, енергетики та багатьох інших галузей, де точні дані про погоду є необхідними для прийняття рішень і забезпечення безпеки.

Безпроводний інтерфейс: Використання безпроводного інтерфейсу (наприклад, Bluetooth, Wi-Fi) дозволяє передавати зібрані дані на віддалені при-

строї для аналізу та подальшого використання. Це робить процес збору та обробки метеорологічних даних більш зручним і ефективним.

Отже, портативні пристрої моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом є важливими інструментами, які забезпечують зручність, доступність та актуальність метеорологічних даних в різних сферах діяльності.

Сучасна галузь портативних метеорологічних пристроїв прогресує швидко, надаючи користувачам все більше можливостей для точного та зручного моніторингу метеопараметрів. Ось огляд деяких сучасних технологій та розробок в цій галузі:

- Сенсори нового покоління: Сенсори, використовувані в портативних метеорологічних пристроях, стають все більш точними та чутливими. Застосовуються нові матеріали і технології, що дозволяють вимірювати температуру, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру та інші параметри з високою точністю і стабільністю.

- Безпроводні технології зв'язку: Безпроводні модулі, такі як Bluetooth і Wi-Fi, використовуються для передачі зібраних метеорологічних даних на віддалені пристрої, такі як смартфони, планшети або комп'ютери. Це дозволяє користувачам зручно отримувати та обробляти дані у режимі реального часу, а також зберігати їх для подальшого аналізу [3].

- Мобільні додатки та програмне забезпечення: Супроводжуючі мобільні додатки та програмне забезпечення надають користувачам інтерфейс для відображення, аналізу та візуалізації метеорологічних даних. Вони можуть мати різноманітні функції, такі як графіки, сповіщення про погоду, історія даних та спільний доступ до інформації.

- Водонепроникність та стійкість до впливу навколишнього середовища: Деякі портативні пристрої мають високу стійкість до вологи, пилу та інших небажливих умов. Це дозволяє їх використовувати в екстремальних погодних умовах або в умовах, де важлива захист пристрою від води та забруднень.

- Інтеграція з хмарними сервісами: Деякі пристрої можуть підключатися до хмарних сервісів, що дозволяє зберігати, аналізувати та обмінюватися даними з

іншими користувачами або дослідниками. Це створює можливості для колективної роботи, обміну даними та створення метеорологічних мереж спостережень.

Ці технології та розробки сприяють появі потужних та зручних портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів, які забезпечують точність, доступність та зручність у зборі та використанні метеорологічних даних.

1.1.1 Огляд сучасних технологій і розробок в галузі портативних метеорологічних пристроїв

Існує кілька прикладів існуючих ринкових продуктів портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів. Ось кілька прикладів з їхніми характеристиками:

Davis Instruments Vantage Pro2. Характеристики: Метеостанція з високою точністю, що включає в себе сенсори для вимірювання температури, вологості, атмосферного тиску, швидкості вітру та напрямку вітру. Має безпроводний зв'язок із базовою станцією [4].

Додаткові функції: Збереження та аналіз історичних даних, графіки погодних змін, можливість підключення до комп'ютера та хмарних сервісів.

Ambient Weather WS-2902C. Характеристики: Портативна метеостанція з високою точністю вимірювання температури, вологості, атмосферного тиску, швидкості вітру та напрямку вітру. Має безпроводний зв'язок через Wi-Fi.

Додаткові функції: Графіки та сповіщення про погоду, підтримка мобільних додатків для відстеження погоди на смартфонах та планшетах.

Kestrel 5700 Elite Weather Meter with Applied Ballistics. Характеристики: Портативний пристрій, що поєднує вимірювання метеорологічних даних (температура, вологість, тиск) з точними розрахунками для стрільби (поправки на вітер, дальність, кути схилу).

Додаткові функції: Збереження профілів куль, автоматичний вибір оптимального куля, інтеграція з мобільними додатками та комп'ютером.

Netatmo Weather Station. Характеристики: Компактна метеостанція зі смарт-сенсорами для вимірювання температури, вологості, атмосферного тиску. Має безпроводний зв'язок із смартфонами через Bluetooth або Wi-Fi.

Додаткові функції: Реалізація штучного інтелекту для аналізу метеорологічних даних, навчання звичок клімату в місці знаходження, сповіщення про зміни погоди [5].

Ці приклади продуктів представляють різні варіанти портативних метеорологічних пристроїв з безпроводним інтерфейсом. Вони мають різні характеристики, включаючи функціональні можливості, зв'язок із зовнішніми пристроями, аналітику даних та додаткові функції, що задовольняють потреби різних користувачів у моніторингу погоди та клімату.

1.1.2 Огляд основних функцій, які забезпечують такі пристрої

Портативні пристрої моніторингу метеопараметрів забезпечують різні функції для вимірювання та моніторингу різних метеорологічних параметрів. Ось огляд основних функцій, які такі пристрої можуть надавати:

– Вимірювання температури: Пристрої оснащені термометрами, які дозволяють точно вимірювати температуру повітря. Вони можуть надавати дані про поточну температуру, середню температуру, максимальну та мінімальну температуру.

– Вимірювання вологості: Датчики вологості використовуються для вимірювання вологості повітря. Вони надають дані про відносну вологість, яка вказує на кількість водяної пари, що міститься у повітрі відносно максимальної кількості, яку повітря може утримати при даній температурі.

– Вимірювання атмосферного тиску: Простежуючи зміни в атмосферному тиску, пристрої можуть надавати дані про погодні зміни. Вони вимірюють атмосферний тиск в гектопаскалях або мілібарах.

– Вимірювання швидкості вітру: Вбудовані анемометри дозволяють вимірювати швидкість вітру. Вони надають дані про поточну швидкість вітру, середню швидкість, поперечні або поривисті швидкості, а також напрямок вітру.

– Вимірювання опадів: Деякі пристрої можуть мати датчики опадів, які вимірюють кількість опадів (наприклад, дощу або снігу). Вони надають дані про сумарну кількість опадів протягом певного періоду часу [6].

– Вимірювання індексу UV: Деякі пристрої можуть мати датчики індексу UV, які вимірюють рівень ультрафіолетового випромінювання. Це допомагає визначити ризик ураження сонячними променями та планувати заходи щодо захисту від них.

Ці функції дозволяють користувачам отримувати детальну інформацію про погоду та кліматичні умови у режимі реального часу, що допомагає приймати обґрунтовані рішення та підтримувати безпеку у різних сферах діяльності.

Показники точності та надійності вимірювань в портативних пристроях моніторингу метеопараметрів є критичними, оскільки вони визначають достовірність отриманих даних. Ось кілька ключових показників:

Точність вимірювань: Це показник, який вказує, наскільки вірно пристрій вимірює метеорологічні параметри порівняно з відомими стандартами. Наприклад, точність вимірювання температури може бути вказана в межах $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, що означає, що пристрій може відхилитися від дійсної значенням температури не більше ніж на $0,5^{\circ}\text{C}$.

Роздільна здатність: Це показник, який вказує, наскільки дрібні зміни можуть бути виявлені пристроєм. Наприклад, роздільна здатність для вимірювання швидкості вітру може бути вказана в метрах за секунду (м/с) і вказувати, яку мінімальну зміну швидкості вітру пристрій здатний виявити.

Калібрування: Портативні пристрої можуть мати можливість калібрування, що дозволяє налаштувати їх для досягнення більшої точності. Калібрування зазвичай проводять за допомогою відомих референсних значень, щоб скорегувати вимірювання пристрою.

Стабільність та повторюваність: Ці показники вказують на здатність пристрою відтворювати однакові результати при повторних вимірюваннях. Висока стабільність та повторюваність гарантують надійність отриманих даних.

Життєвий цикл і надійність: Важливо враховувати тривалість роботи пристрою та стійкість до впливу зовнішніх умов. Висока надійність означає, що пристрій може працювати стабільно протягом тривалого часу без збоїв або несправностей.

Ці показники визначають якість вимірювань і можуть варіюватися залежно від конкретного пристрою. Виробники зазвичай надають технічну документацію, в якій вказують точність та надійність пристрою для різних метеорологічних параметрів. При виборі пристрою варто уважно вивчати ці показники, щоб забезпечити високу якість вимірювань [7].

Показники точності та надійності вимірювань в портативних пристроях моніторингу метеопараметрів є критичними, оскільки вони визначають достовірність отриманих даних. Ось кілька ключових показників:

– Точність вимірювань: Це показник, який вказує, наскільки вірно пристрій вимірює метеорологічні параметри порівняно з відомими стандартами. Наприклад, точність вимірювання температури може бути вказана в межах $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, що означає, що пристрій може відхилитися від дійсної значенням температури не більше ніж на $0,5^{\circ}\text{C}$.

– Роздільна здатність: Це показник, який вказує, наскільки дрібні зміни можуть бути виявлені пристроєм. Наприклад, роздільна здатність для вимірювання швидкості вітру може бути вказана в метрах за секунду (м/с) і вказувати, яку мінімальну зміну швидкості вітру пристрій здатний виявити.

– Калібрування: Портативні пристрої можуть мати можливість калібрування, що дозволяє налаштувати їх для досягнення більшої точності. Калібрування зазвичай проводять за допомогою відомих референсних значень, щоб скорегувати вимірювання пристрою.

– Стабільність та повторюваність: Ці показники вказують на здатність пристрою відтворювати однакові результати при повторних вимірюваннях. Висока стабільність та повторюваність гарантують надійність отриманих даних.

– Життєвий цикл і надійність: Важливо враховувати тривалість роботи пристрою та стійкість до впливу зовнішніх умов. Висока надійність означає, що пристрій може працювати стабільно протягом тривалого часу без збоїв або несправностей.

Огляд бездротових технологій, що застосовуються для передачі метеорологічних даних, включає такі основні бездротові стандарти:

Bluetooth: Bluetooth є короткодійною бездротовою технологією, яка дозволяє передавати дані на невеликі відстані. Використання Bluetooth дозволяє просте підключення метеорологічного пристрою до сумісних смартфонів, планшетів або комп'ютерів. Це зручно для мобільного моніторингу погоди і швидкого обміну даними.

Wi-Fi: Wi-Fi є бездротовим стандартом, який дозволяє передавати дані на великі відстані. Метеорологічні пристрої з Wi-Fi можуть підключатися до домашньої мережі Wi-Fi або до хмарних сервісів, що дозволяють користувачам отримувати та аналізувати дані з будь-якого місця за допомогою Інтернету. Wi-Fi забезпечує стабільну та швидку передачу даних, що робить його привабливим варіантом для метеорологічного моніторингу [8].

Сотова мережа: Використання сотової мережі, такої як 3G, 4G або 5G, дозволяє передавати метеорологічні дані через мобільний оператор. Це дозволяє збирати дані навіть у віддалених районах, де є покриття мобільним зв'язком. Сотова мережа забезпечує широкий охоплюваний зону покриття та стабільну передачу даних.

Кожна з цих бездротових технологій має свої переваги та обмеження, і вибір залежить від конкретних потреб та умов використання. Важливо також враховувати сумісність між пристроями та доступність підтримки технології у вибраному регіоні.

Розглянемо переваги та обмеження кожної з бездротових технологій, що застосовуються для передачі метеорологічних даних:

Bluetooth:

Переваги:

- Низьке споживання енергії, що дозволяє економічно використовувати батареї пристроїв.

- Простота підключення і парування зі смартфонами, планшетами та іншими пристроями.

- Передача даних на невеликі відстані без необхідності доступу до Інтернету.

Обмеження:

- Обмежена дальність передачі даних (зазвичай до 10 метрів).

- Обмежена швидкість передачі даних, що може вплинути на ефективність обробки та аналізу великих обсягів метеорологічних даних.

Wi-Fi:

Переваги:

- Широкий охоплюваний зону покриття, особливо в місцях з доступом до Wi-Fi мережі.

- Висока швидкість передачі даних, що дозволяє ефективно передавати та обробляти великі обсяги метеорологічних даних.

- Можливість підключення до хмарних сервісів та інших мережових пристроїв для обміну даними та спільної роботи.

Обмеження:

- Потреба в наявності Wi-Fi мережі або точки доступу, що може бути обмежене в деяких віддалених районах.

- Вище споживання енергії порівняно з Bluetooth, що може вимагати більшого джерела живлення для пристроїв.

Сотова мережа:

Переваги:

- Широкий охоплюваний зону покриття, що дозволяє передавати дані віддалено, навіть в регіонах з доброю сотовою мережею.

- Постійна доступність до Інтернету, що дозволяє миттєво передавати дані та отримувати оновлення про погоду.

- Здатність працювати в режимі реального часу та передавати дані в режимі онлайн.

Обмеження:

- Вищі витрати на передачу даних, особливо за межами пакетів мобільного оператора.

- Залежність від доступності сотової мережі, що може бути обмеженою в деяких віддалених або гірських районах.

Кожна з цих технологій має свої властивості та підходить для різних сценаріїв застосування. Вибір технології залежить від доступності інфраструктури, вимог до швидкості та дальності передачі даних, а також від специфіки використання пристрою моніторингу метеопараметрів.

1.2 Перспективи розвитку та використання портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів

Перспективи розвитку та використання портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів є досить обіцяючими. Основні напрямки розвитку включають наступні аспекти:

- Технологічні вдосконалення: Очікується подальший розвиток технологій, що використовуються в портативних пристроях моніторингу метеопараметрів. Зменшення розміру, покращення точності вимірювань, збільшення енергоефективності та розширення функціональних можливостей є напрямками, які можна очікувати в майбутньому.

- Розширення додаткових функцій: Портативні пристрої моніторингу метеопараметрів можуть бути розширені додатковими функціями, які дозволять користувачам отримувати більш детальну та придатну для аналізу інформацію. Наприклад, можливість вимірювання якості повітря, рівня UV-випромінювання, звуку або вимірювання рівня пилу.

- Інтеграція з розумними системами: Зростання популярності розумних систем і Інтернету речей відкриває нові можливості для інтеграції портативних

пристроїв моніторингу метеопараметрів з іншими смарт-пристроями та хмарними платформами. Це дозволить автоматизувати збір та аналіз даних, забезпечувати спільний доступ до інформації та розширені можливості аналітики.

– Розширення сфер застосування: За допомогою портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів можна спростити та поліпшити багато різних видів діяльності. Розвиток нових сценаріїв використання може включати галузі, такі як охорона здоров'я, будівництво, авіація, екологія та багато інших [9].

– Розширення доступності та зниження вартості: Очікується, що зростання популярності та масового використання портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів сприятиме зниженню їх вартості та підвищенню доступності для широкого кола користувачів.

Загалом, портативні пристрої моніторингу метеопараметрів мають значний потенціал у багатьох галузях діяльності. Їх розвиток і використання можуть принести значні переваги, забезпечуючи точну та зручну інформацію про погоду та кліматичні умови, що допомагає приймати обґрунтовані рішення та забезпечувати безпеку.

1.2.1 Визначення моніторингу метеопараметрів

Моніторинг метеопараметрів відноситься до процесу збирання, вимірювання, запису та аналізу різних параметрів погоди та клімату, які включають, але не обмежуються температурою, вологістю, атмосферним тиском, швидкістю вітру, опадами, рівнем освітленості та іншими величинами, які впливають на атмосферні умови.

Метою моніторингу метеопараметрів є збір достовірної та точної інформації про стан погоди та клімату, що дозволяє вивчати їх зміни, розуміти погодні тенденції та забезпечувати необхідну інформацію для прийняття рішень у різних галузях діяльності.

Моніторинг метеопараметрів може проводитися за допомогою різних методів, включаючи встановлення стаціонарних метеостанцій, використання безпілотних апаратів (дронів), а також за допомогою портативних пристроїв моні-

торингу метеопараметрів, які дозволяють отримувати дані у режимі реального часу та на мобільних пристроях [10].

1.3 Обґрунтування потреби в моніторингу метеопараметрів

Обґрунтування потреби в моніторингу метеопараметрів базується на декількох факторах:

– Захист життя та майна: Моніторинг метеопараметрів дозволяє вчасно виявляти небезпеку природних лих, таких як урагани, повені, грози та інші небезпечні погодні умови. Це дозволяє ефективно організовувати евакуацію, попереджати людей про небезпеку та зменшувати ризик втрати життя та майна.

– Планування та управління: Метеорологічні дані є важливими при плануванні різних сфер діяльності, включаючи сільське господарство, будівництво, транспорт, туризм та енергетику. Знання погодних умов допомагає зменшити ризики та покращити ефективність діяльності, наприклад, визначати оптимальний час для посіву рослин, планувати будівництво, враховувати енергетичні навантаження та інше.

– Екологічний моніторинг: Метеопараметри грають важливу роль у вивченні та моніторингу екологічних процесів, включаючи зміну клімату, повітряне забруднення та якість води. Розуміння цих процесів дозволяє приймати екологічно обґрунтовані рішення та вживати заходів для збереження навколишнього середовища.

– Прогнозування та планування погоди: Моніторинг метеопараметрів є необхідним для розробки прогнозів погоди. Це дозволяє інформувати громадськість, підприємства та організації про очікувані погодні умови, що сприяє безпеці, ефективності та оптимальному плануванню діяльності.

– Наукові дослідження: Метеорологічні дані є основою для наукових досліджень у галузі кліматології, метеорології та інших галузей. Вони допомагають вивчати зміни клімату, розробляти моделі та прогнози, визначати вплив людської діяльності на навколишнє середовище.

Загальною метою моніторингу метеопараметрів є забезпечення безпеки, оптимізація діяльності та збереження навколишнього середовища.

Існує різноманітність типів портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів, які пропонуються на ринку. Ось опис декількох типів таких пристроїв:

– Метеостанції: Це комплексні пристрої, які забезпечують вимірювання різних метеопараметрів, таких як температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, опади та інші. Вони часто мають дисплей для відображення показників та можуть бути підключені до мобільних пристроїв або комп'ютерів для додаткового аналізу та зберігання даних – рисунок 1.1.



Рисунок 1.1 - Професійна метеостанція MISOL WH2900C

– Портативні метеодатчики: Це компактні пристрої, які здатні вимірювати обмежений набір метеопараметрів, наприклад, температуру, вологість та атмосферний тиск. Вони зазвичай мають невеликий дисплей для відображення вимірюваних значень та можуть бути підключені до мобільних пристроїв для збереження та аналізу даних.

– Портативні анемометри: Ці пристрої вимірюють швидкість та напрямок вітру. Вони зазвичай мають компактний дизайн з вітроміром і дисплеєм для відображення вимірюваних значень. Деякі портативні анемометри також можуть вимірювати температуру та інші показники.

– Портативні барометри: Ці пристрої призначені для вимірювання атмосферного тиску. Вони зазвичай мають компактний дизайн з дисплеєм, на якому

відображається показник тиску. Деякі портативні барометри також можуть мати додаткові функції, такі як прогноз погоди – рисунок 1.2.

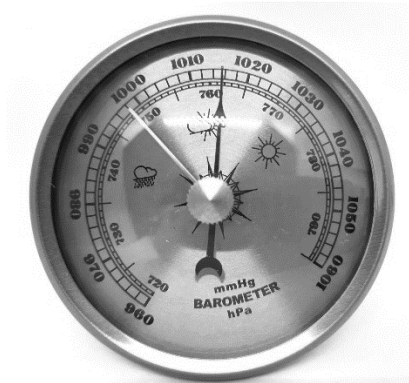


Рисунок 1.2 - Механічний барометр

– Портативні географічні позиціонери (GPS): Ці пристрої можуть вимірювати географічні координати та висоту, а також включати в себе інші метеорологічні датчики. Вони дозволяють користувачам відстежувати своє місцезнаходження та збирати дані про погоду в реальному часі.

Це лише кілька прикладів типів портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів, існує багато інших варіантів, які можуть вимірювати різні показники погоди та клімату. Вибір конкретного типу залежить від потреб користувача та конкретних задач моніторингу [11].

Принцип роботи та основні характеристики портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів можуть варіюватися залежно від конкретного типу пристрою. Однак, загальні принципи та характеристики можуть бути наступними:

– Збір даних: Пристрої використовують вбудовані датчики, які вимірюють різні метеопараметри, такі як температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру тощо.

– Обробка даних: Зібрані дані піддаються обробці внутрішнім процесором пристрою, щоб отримати конкретні величини та виконати необхідні обчислення.

– Відображення результатів: Багато пристроїв мають дисплей, на якому відображаються виміряні значення метеопараметрів або візуалізація графіків та прогнозів погоди.

– Передача даних: Дані можуть передаватися через безпроводний інтерфейс, такий як Bluetooth, Wi-Fi або сотова мережа, на мобільні пристрої або комп'ютери для подальшого аналізу, збереження та обробки.

Основні характеристики:

Типи вимірюваних параметрів: Різні пристрої можуть вимірювати різні метеопараметри, такі як температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, опади тощо. Характеристики можуть варіюватися залежно від моделі та виробника.

Діапазони вимірювання: Кожен пристрій має свої обмеження щодо мінімальних і максимальних значень, які він може вимірювати для кожного параметра.

Точність вимірювання: Це показник, який вказує на ступінь точності вимірювань пристрою. Він визначає, наскільки результати вимірювань відповідають реальним значенням.

Роздільна здатність: Це показник, який вказує на найменшу зміну, яку пристрій може виявити в міркуванні параметра. Він впливає на деталізацію та точність вимірювань.

Живлення: Пристрої можуть працювати від батарей, акумуляторів або мережі електроживлення. Час роботи від живлення може варіюватися в залежності від типу пристрою та його характеристик.

Ці характеристики можуть різнитися в залежності від моделі, виробника та цільових потреб. Вибір пристрою повинен бути здійснений з урахуванням конкретних потреб і вимог користувача.

Існує багато відомих та популярних марок та моделей портативних пристроїв моніторингу метеопараметрів на ринку. Ось декілька прикладів таких марок та моделей:

– Davis Instruments: Компанія Davis Instruments виробляє високоякісні метеостанції, такі як Vantage Vue та Vantage Pro2. Вони відомі своєю точністю, надійністю та широким спектром функцій.

– Ambient Weather: Ambient Weather пропонує різноманітні метеостанції та портативні метеодатчики. Їх моделі, такі як WS-2902C та WS-2000, мають сучасний дизайн, зручне керування та безпроводний доступ до даних.

– Oregon Scientific: Oregon Scientific виробляє портативні метеодатчики та метеостанції, такі як модель WMR89 і WMR300. Вони пропонують широкий спектр вимірюваних параметрів та забезпечують надійну та точну роботу [12].

– AcuRite: AcuRite відомий своїми доступними та легкими у використанні метеостанціями. Їх моделі, такі як AcuRite 01024 та AcuRite 01536, мають чіткі дисплеї, безпроводні підключення та додаткові функції, такі як прогноз погоди.

– Kestrel: Компанія Kestrel спеціалізується на виробництві портативних анемометрів та метеодатчиків. Їх пристрої, наприклад Kestrel 5500, пропонують високу точність вимірювання швидкості вітру та інші функції для зовнішнього використання.

Ось порівняльна таблиця 1.1 характеристик, функцій та можливостей декількох популярних пристроїв моніторингу метеопараметрів.

Зазначена таблиця надає загальний огляд деяких характеристик, функцій та можливостей різних пристроїв. Варто враховувати, що конкретні характеристики та функції можуть відрізнятися в залежності від моделі та версії пристрою.

Рекомендується провести детальне дослідження та порівняння перед придбанням пристрою, щоб вибрати той, який відповідає вашим потребам і вимогам найкраще [13].

Ці пристрої моніторингу метеопараметрів допомагають користувачам отримувати точну та актуальну інформацію про погоду. Вибір конкретного пристрою залежить від потреб користувача, бюджету та функціональних вимог. Окрім основних метеопараметрів, які вимірюються, деякі пристрої можуть також надавати додаткову інформацію, наприклад, індекс якості повітря, рівень

UV-випромінювання та інші показники, які можуть бути корисними для здоров'я та безпеки. В цілому, популярні пристрої моніторингу метеопараметрів допомагають користувачам бути краще підготовленими до змін погодних умов, планувати свої дії та забезпечувати безпеку у різних ситуаціях.

Таблиця 1.1 – порівняльна таблиця характеристик, функцій та можливостей

Марка/Модель пристрою	Тип пристрою	Вимірювані параметри	Точність вимірювання	Безпроводний інтерфейс	Додаткові функції
Davis Instruments Vantage Vue	Метеостанція	Температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, опади	Висока	Wi-Fi	Графіки, прогноз погоди, сповіщення
Ambient Weather WS-2902C	Метеостанція	Температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, опади	Висока	Wi-Fi	Графіки, прогноз погоди, сповіщення, сумісність з Alexa та Google Assistant
Oregon Scientific WMR89	Метеостанція	Температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, опади	Середня	Bluetooth	Прогноз погоди, годинник, будильник
AcuRite 01024	Метеостанція	Температура, вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, опади	Середня	Wi-Fi	Графіки, прогноз погоди, сповіщення, сумісність з Alexa
Netatmo Weather Station	Метеостанція	Температура, вологість, атмосферний тиск, якість повітря	Висока	Wi-Fi	Прогноз погоди, графіки, сповіщення, сумісність з Google Assistant та Apple HomeKit
Kestrel 5500	Портативний анемометр	Швидкість вітру, температура, вологість, атмосферний тиск	Висока	Bluetooth	Альтиметр, графіки, сповіщення, навігація GPS

2 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРТАТИВНОГО ПРИБОРУ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ З БЕЗПРОВІДНИМ ІНТЕРФЕЙСОМ

2.1 Вибір та обґрунтування схеми пристрою

У цьому проекті розглядається розробка пристрою з Wi-Fi інтерфейсом, який згідно технічному завданню буде з'єднуватись з пристроєм за допомогою мобільного телефона на операційній платформі андроїд або передавати дані про температуру та вологість на сайт. Для цього на мобільний телефон встановлюється програмне забезпечення, яке по каналу Wi-Fi від контролера керування отримує значення температури, вологості і виводиться на екран мобільного додатку або через Wi-fi точку доступу на сайті. Структурна схема пристрою, що розробляється зображена в додатку Б.

Основним елементом керування є модуль з мікроконтролером, який здійснює приймання, передавання та обробку команд по каналу Wi-Fi.

Живлення модуля керування буде здійснюватися через AC/DC перетворювач, який буде підключений до мережі, змінної напруги 220 В.

Згідно технічного завдання пристрій повинен з'єднуватися з мобільним телефоном по каналу Wi-Fi, для реалізації цього потрібно використати Wi-Fi модуль. Для цього підходить модуль на базі ESP8266, як виявляється, це не просто модуль Wi-Fi, а й повноцінний мікроконтролер зі своїм набором GPIO, в тому числі має підтримку шин SPI, UART, I²C. При цьому модуль складається з мінімальної кількості деталей: чіп ESP8266, Flash-пам'ять та кварцевий генератор. Основні параметри модулів побудованих на основі ESP8266 наведені в таблиці 2.1 [14].

Таблиця 2.1 – Параметри модулів на ESP8266

Частота	Wi-Fi 2,4–2,5МГц
Стандарт	802.1 b/g/n
Потужність	+20дБ
Підтримуванні режими роботи	Клієнт (STA), точка доступу(AP), клієнт+точка доступу(STA+AP)
Напруга живлення	1,7+3,6 В
Споживання струму	70 мА
Кількість доступних виводів GPIO	4-10
Зовнішня Flash-пам'ять	512 кБ
RAM даних	80 кБ
RAM інструкцій	32 кБ
Температурний режим	Від -40 до +70 С

На теперішній час випускається більш 12 модифікації плат модулів ESP8266, які відрізняються кількістю виводів і варіантами виконання .

Вибір пав на плату WeMos D1 Mini Pro яка володіє значними можливостями. Платформа WeMos цілком здатна стати повноцінною заміною Arduino, при цьому вона набагато перевищує свій прямий аналог в продуктивності і функціональності. Потужний 32-розрядний процесор дозволяє виконувати обчислення або обробку даних на порядок швидше, а здатність спілкуватися з іншими електронними пристроями за допомогою бездротового зв'язку WiFi відкриває неосяжний простір в розробці і проектуванні простих або складних розумних пристроїв. Безсумнівно, оригінальна повнорозмірна плата NodeMCU значно функціональніше за рахунок кількості доступних виводів, але в своїй більшості набагато габаритніша. З метою збереження простору, у контролера WeMos D1 Mini Pro просто відсутні кілька контактів. Та на відміну від NodeMCU, WeMos D1 Mini Pro має можливість підключення зовнішньої антени.

Сучасні електронні продукти WeMos входять в категорію ефективних низькоцінових рішень і позиціонуються творцями як відкрита платформа для са-

мостійної розробки багатоцільових пристроїв на основі бездротового зв'язку за технологією WiFi. При цьому основний акцент зроблено на створення і розвиток виробів з підтримкою мереж нового покоління "Інтернет речей" (англ. - Internet of Things, IoT), чому активно сприяють існуючі можливості хмарних обчислень і між машинної взаємодії.

Зовнішня антена, з'єднується з контролером WeMos D1 Mini Pro через роз'єм IPEX, дозволить сформувати більш стійкий WiFi-сигнал, стабільність якого необхідна при експлуатації пристрою в різних умовах, особливо при трансляції сигналу поза приміщеннями. Спочатку, D1 Pro Mini WeMos налаштований на роботу лише з вбудованою керамічною антеною. Перемикання між зовнішньою і внутрішньою антеною потребують невеликої самостійної доопрацювання плати шляхом перепайки перемички у вигляді SMD-резистори з нульовим опором в відповідне положення. Знайти його на платі не складе труднощів. Він розташований на верхній лицьовій стороні плати, по середині між двома антенами. Зовнішній вигляд плати зображений на рисунку 2.1.

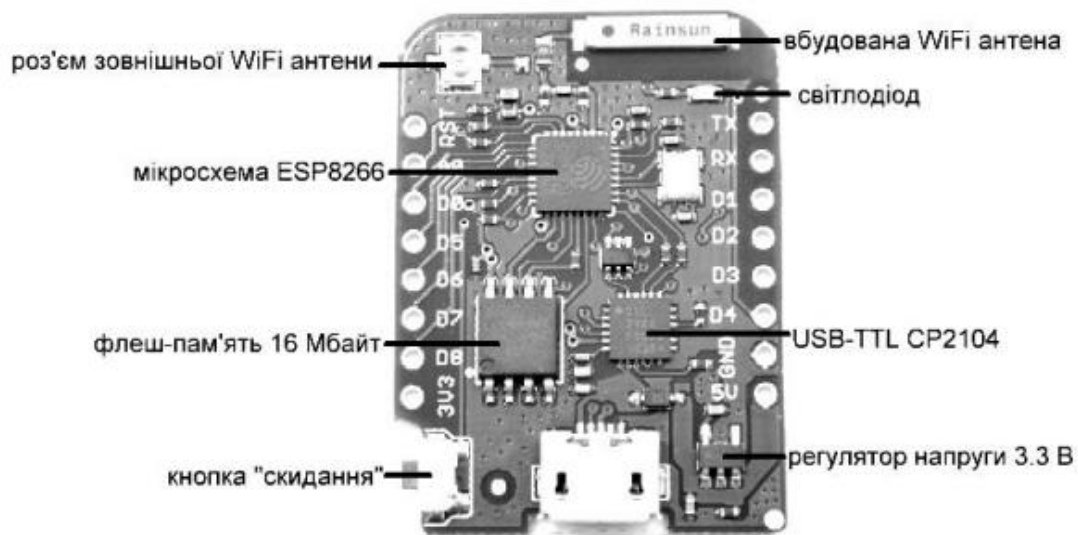


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд WeMos D1 Mini Pro

В нашому випадку перетворювачем напруги буде AC/DC перетворювач, який перетворювати змінні 220 В напруги в постійні 5В, буде стояти на вході

схеми, про нього нижче і іншому розділі. Wemos D1 Mini Pro може працювати з різних джерел живлення. Схема живлення модулю наведена на рисунку 2.2.

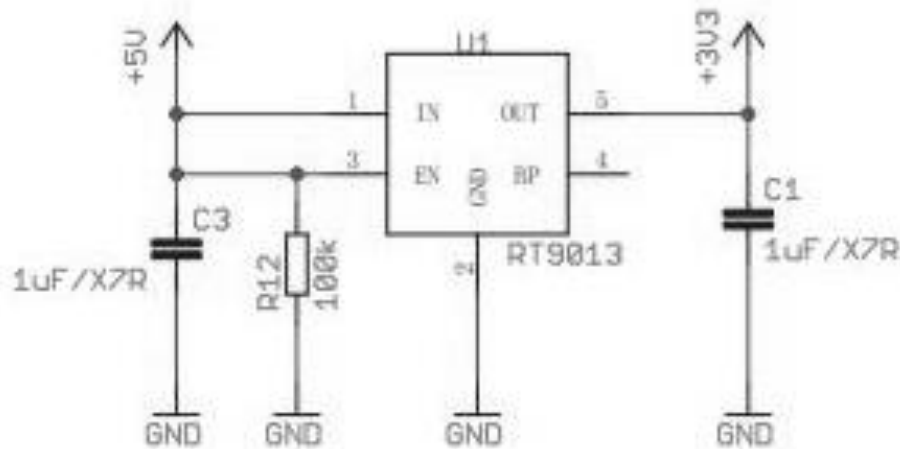


Рисунок 2.2 – Схема живлення модулю Wemos D1 Mini Pro

За винятком стандартних режимів повного функціонування і вимкненого стану, контролер WeMos D1 Mini Pro підтримує енергозберігаючі режими, призначені для кожного певного випадку.

Modem-sleep - налаштовується для додатків, що використовують функції ШІМ або I2S, змушують процесор працювати. У випадках, коли WiFi-зв'язок встановлено і передача даних не потрібна, схема WiFi-модему може бути відключена для економії енергії.

Наприклад, в режимі DTIM3, коли ESP8266 "спить" 300 мілісекунд і прокидається на 3 мілісекунди для прийому від точки доступу пакетів бездротових маяків (Beacon), загальне споживання струму складає близько 20 мА.

Light-sleep - використовується в задачах, в яких підтримується з'єднання WiFi і передача даних не потрібно, при цьому процесор може бути припинений. Наприклад, режим комутатора WiFi. Загальна середня споживання струму складає близько 2 мА.

Deep-sleep - глибокий сон оптимальний для додатків, які не вимагають підключення WiFi і передають дані з великими затримками за часом. До таких

завдань відносяться датчики температури, які виконують вимірювання кожні 100 секунд.

Наприклад, коли ESP8266EX "спить" 300 секунд і прокидається для з'єднання з точкою доступу (близько 0.3-1 секунди), загальне середнє споживання струму набагато менше 1 мА [15].

Згідно технічного завдання метеостанція повинна вимірювати температуру та вологість, тому треба вибрати датчик який буде задовольняти ТЗ. Проаналізувавши датчики які є на сьогоднішній день, були виділенні такі датчики, які були занесені до таблиці 2.2 [16].

Проаналізувавши дані таблиці 2.2 можна побачити, що датчик BME280 вимірює температуру, вологість та тиск у діапазоні, що задано в технічному завданні. Не доцільно використовувати окремі датчики, якщо можна реалізувати усе на одному, тому для подальшого використання вибирається BME280.

Таблиця 2.2 – Основні характеристики датчиків

Назва	Показники, що вимірюються		Інтерфейс
	Температура	Вологість	
DHT11	Від -20 С до +60 С	Від 5% до 95%	1-Wire
DHT22	Від -40 С до +125 С	Від 0% до 100%	1-Wire
DS18B20	Від -55 С до +125 С	немає	1-Wire
BME280	від -40 С до +85 С	Від 0% до 100%	1-Wire

Модуль датчика BME280 (температура, вологість, тиск) - нове покоління датчиків тиску, що дозволяють вимірювати не тільки значення атмосферного тиску, а й температуру і вологість.

В основі модуля знаходиться цифровий датчик температури, вологості і тиску нового покоління виробництва Bosch - BME280. Він є наступником таких датчиків, як BMP180, BMP085 або BMP183, чіп зображено на рисунку 2.3.

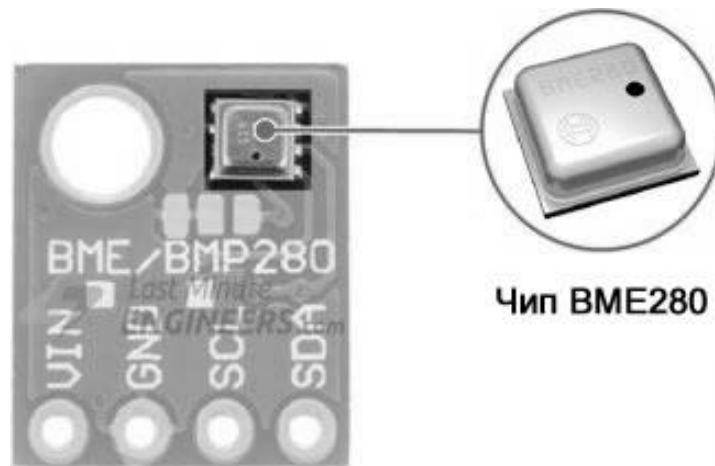


Рисунок 2.3 – Чип BME280

Датчик характеризується високою точністю вимірювання, високою швидкістю інтерфейсу та надмалим споживанням. Для підключення використовується I2C. Структурну схему зображено на рисунку 2.4.

Параметри датчика вологості та температури:

- 1) максимальна швидкість інтерфейсу I2C до 3.4МГц;
- 2) межі вимірювання температури від – 40 до 85 градусів;
- 3) точність вимірювання температури – від 0.5 до 1 градуса;
- 4) межі вимірювання вологості – від 0 до 100%;
- 5) точність вимірювання вологості – 3%;
- 6) межі вимірювання тиску – від 300 до 1100 гПа;
- 7) точність вимірювання тиску – 1гПа;
- 8) напруга живлення – від 1.8 до 5 В;
- 9) струм в режимі вимірювання тиску – 714 мкА;
- 10) струм в режимі вимірювання вологості – 340 мкА;
- 11) споживаний струм в режимі вимірювання температури – 350 мкА;
- 12) струм в режимі сну – від 0.1 мкА до 0.5 мкА;
- 13) розміри модуля – 15 x 12 x 3 мм.

Під час вимірювань BME280 споживає менше 1 мА і тільки 5 мкА в режимі очікування. Таке низьке енергоспоживання дозволяє використовувати його

го в пристроях з батарейним живленням, тобто в телефонах, модулях GPS або годинниках, в нашому випадку, він повністю задовольняє ТЗ [17].

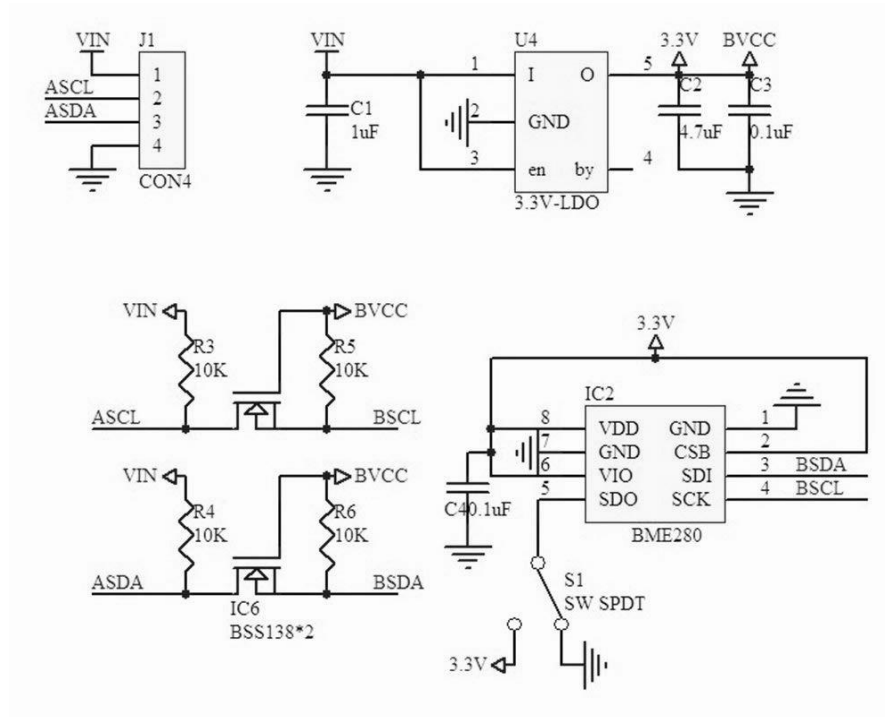


Рисунок 2.4 – Структурна схема датчика BME280

Датчик має 4 виведення стандарту 2,54 мм (рисунок 2.5):

- 1) 1 – VCC (живлення 3.3 – 5 В);
- 2) 2 – GND (земля).;
- 3) 3 – SCL (вивід синхронізації для інтерфейсу I2C);
- 4) 4 – SDA (вивід даних для інтерфейсу I2C).

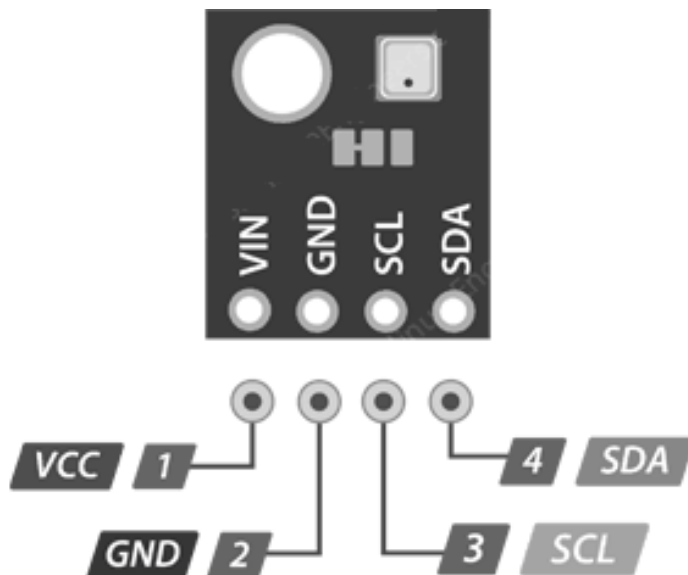


Рисунок 2.5 – Виводи датчика BME280

Модуль використовує простий двухпровідний інтерфейс I2C, який можна легко підключити до будь-якого мікроконтролеру.

Адреса I2C за замовчуванням для модуля BME280 дорівнює 0x76 HEX і може бути легко змінений на 0x77 HEX за допомогою перемички з припою, яка встановлюється між майданчиками поруч з мікросхемою. Пайку показано на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 - Модуль BME280. Майданчики для пайки перемички для вибору адреси I2C

Цифрові термодатчики видають інформацію про температуру через один із цифрових інтерфейсів: 1-Wire, I2C, SPI. Схема підключення датчика до модулю Wemos D1 Mini Pro зображена на рисунку 2.7.

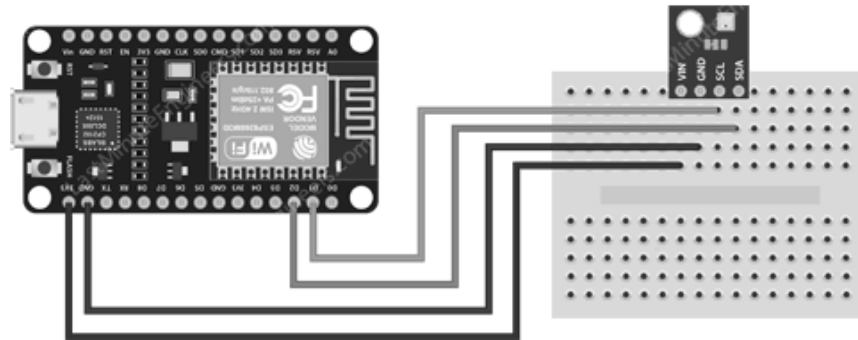


Рисунок 2.7 – Схема з'єднання Wemos D1 Mini Pro та датчика BME280

Отже, серед всіх датчиків найдоцільніше використати BME280, оскільки він не сильно уступає технічними характеристиками іншим датчикам, а також він є досить не дорогим, можна сказати бюджетним варіантом і передбачає з'єднання та передачу інформації щодо температури та вологості в приміщенні по мережі Wi-fi. Функціональна схема наведена в додатку Б.

Так як пристрій, буде знаходитися в приміщенні, він не має автономного живлення, а має живлення через AC/DC перетворювач від мережі 220 В.

Також немає потреби в автономному живленні, адже через його взаємодію з Wi-fi роутером, при вимкненні світла – вимикається Wi-fi роутер, тому дані не будуть передаватись і відображатись на сайті або в онлайн додатку.

AC-DC перетворювач напруги або блок живлення Hi-Link HLK-PM01 з вихідною напругою 5 В і максимальним вихідним струмом 0.6 А. Блок має малогабаритний герметичний корпус з ніжками для монтажу на друковану плату. Є вбудований захист від короткого замикання [18].

Модуль може використовуватися, як блок живлення для електроніки, яка споживає невеликий струм, в тому числі різних вбудованих датчиків з робочою напругою 5В, модулів системи "розумний будинок", тощо.

В нашому випадку, його використання є обов'язковим, адже він компактний та малогабаритний та задовольняє умову компактності самого пристрою, його зображено на рисунку 2.8. та на рисунку 2.9., зображено його типові розміри та виводи.

Характеристики:

- 1) вхідна напруга – 100 ... 240В (АС);
- 2) вихідна напруга – 5В (DC);
- 3) вихідний струм – 600 мА;
- 4) максимальна потужність – 3 Вт;
- 5) ККД – > 70%
- 6) діапазон робочих температур – 20 °С ... + 60 °С;
- 7) захист від перевантаження і короткого замикання;
- 8) вага – 18гр;
- 9) розміри – 34х20х15 мм.



Рисунок 2.8 – Зображення АС-DC перетворювача Hi-Link HLK-PM01

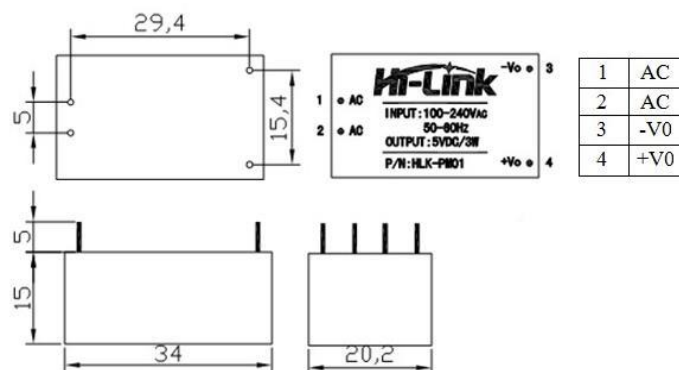


Рисунок 2.9 – Типові розміри та виводи АС-DC перетворювача Hi-Link HLK-PM01

Також для ввімкнення подачі води та її відключення, тобто для регулювання електронного клапану в схемі передбачено реле, нижче про нього.

SRD-5VDC-SL-C - популярна модель електромеханічного реле від компанії Songle. Герметичний корпус, розміри та виводи зображені на рисунку 2.10 [19].

Характеристики:

- 1) номінальна робоча напруга котушки – 5В;
- 2) номінальний робочий струм котушки – 30 мА;
- 3) опір котушки – 400 Ом;
- 4) споживана потужність – 0,36 Вт;
- 5) максимальний комутований струм – 10А;
- 6) максимальна напруга, що комутується (постійна напруга) – 28 В;
- 7) максимальна напруга, що комутується (змінна напруга) – 250 В;
- 8) робоча температура – 25 ° С ... + 70 ° С.

SRD це серія реле. 05VDC – це Nominal coil voltage, дослівно номінальна напруга котушки, тобто напруга управління реле, або ту напругу, яка треба подати на котушку реле, щоб реле спрацювало і переключилася. SL - перша буква S це Sealed type, реле закритого типу. Друга, L, Coil sensitivity, з даташита бачимо 0.36W, тобто потужність, яку необхідно подати на котушку - простіше кажучи, скільки котушка споживає. C - Contact form, встановлений режим роботи контактів реле, коли в нормальному стані (без подачі на обмотку напруги) перший контакт замкнутий з другим, при подачі живлення на котушку і спрацюванні реле перший контакт розмикається з другим і замикається з третім.

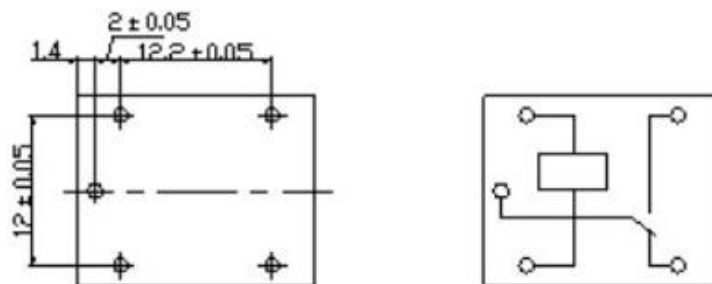


Рисунок 2.10 – Типові розміри та виводи SRD-5VDC-SL-C

Як бачимо, схема реле SRD-05VDC-SL-C проста: з того боку, де три виводи, крайні два - це котушка, на них треба подавати керуючі 5 вольт. Середній - це той, до якого ми підводимо напругу, що комутується, 220 вольт, наприклад. І з протилежного боку ми можемо знімати напругу, з одного виводу при відсутності керуючого напруги, або з другого при спрацьовуванні реле (при подачі напруги на обмотку).

Перейдемо до споживання котушки реле. У характеристиці сказано 0.36 ват, ділимо на 5 вольт, маємо отримати 72 міліампера. Але оскільки це з графі "чутливість котушки", то я припускаю, що це мінімум, при якому реле спрацює.

З таким споживанням реле не можна підключати безпосередньо до ніг Arduino або мікроконтролера, так як можна запросто спалити порт. Тому треба підключати через транзистор в режимі ключа. В нашому випадку цим транзистором буде стандартний і відомий біполярний NPN транзистор BC547. Зображення самого транзистора, його виводів та реле зображена на рисунку 2.11.

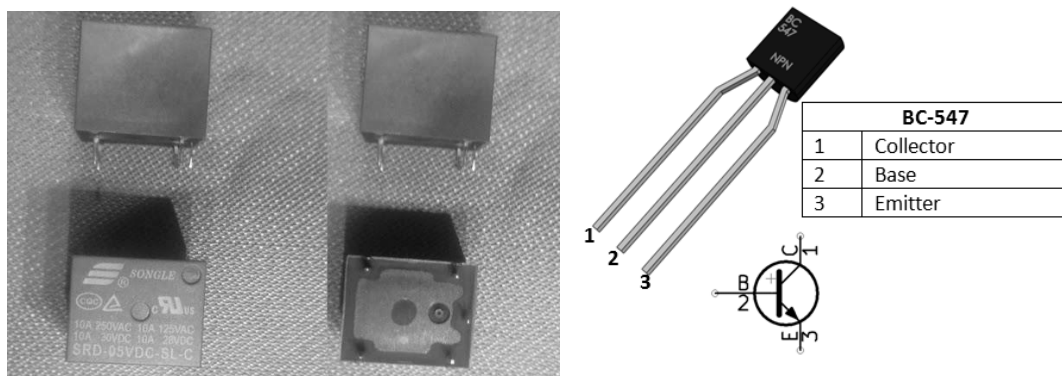


Рисунок 2.11 – Зображення транзистора BC547, його виводів та реле SRD-05VDC-SL-C

Головною частиною плати Wemos, є ESP8266, який являє собою енергоємний мікроконтролер. Буде використовуватись режим Deep Sleep, який являється найбільш енергоефективним варіантом режиму роботи ESP. Саме цей режим підходить для роботи з датчиками вимірювання. Тому його використанні обов'язкове.

На рисунку 2.12 зображено виводи, які будуть відповідати за передачу по різним протоколам даних. В випадку підключення датчика BME280, буде використовуватися шина I2C для обміну та передачі даних між мікроконтролером та датчиком, яка буде використовувати виводи D2, 3V3 та GND [20].

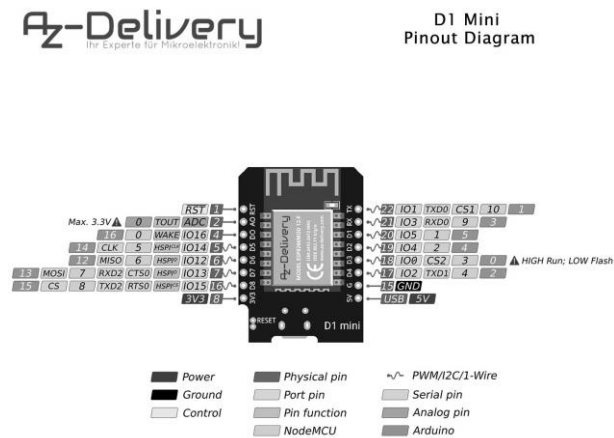


Рисунок 2.12 – Розпіновка виводів Wemos D1 Mini Pro

Електричний клапан – DANFOSS 220В NC TWA-K 088Н3142, пристрій, призначений для регулювання і підтримки заданої температури в приміщенні. Виконаний у вигляді термостатичною головки і управляє відкриттям / закриттям термостатичного клапана [21].

Термостат простий в монтажі, не вимагає використання спеціальних інструментів і встановлюється на радіаторних клапанах з різьбленням М30х1.5. Живиться від мережі 220V. Зображення наведено на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 – Зображення електричного клапану DANFOSS 220В NC TWA-K 088Н3142

Функції та особливості:

- 1) призначений для регулювання та підтримки заданої температури в приміщенні;
- 2) встановлюється на радіаторних клапанах типу M30 x 1.5;
- 3) управляє відкриттям / закриттям термостатичного клапана;
- 4) має нормально закрите положення приводу (NC);
- 5) живиться від мережі 220V.

Для розробки програмного забезпечення для Wemos D1 mini існує безліч середовищ такі як Programino, B4R, ESPlorer, Arduino IDE.

Programino – середовище розробки, але вона вимагає, щоб була встановлена Arduino IDE. Мова яка використовується в цьому середовищі – такаж сама, як і в оригінальній Arduino IDE - C.

Однак крім цього, дана IDE пропонує такий зручний спосіб швидкої розробки як автодоповнення коду. Тобто, не доведеться постійно користуватися довідником по командам і методам Arduino. Якщо набирати код, середовище розробки запропонує вибрати з доступних варіантів той, який потрібен. Наприклад, набирається "digi" і IDE пропонує варіанти: "digitalRead", "digitalWrite". Дане середовище має інструменті Analog Plotter .

Цей засіб дозволяє візуалізувати те, що приходить в COM-порт від Arduino. Це може бути корисно, наприклад, для відображення показань якихось аналогових датчиків: температури, вологості, тиску, освітленості та інших. Серед багатьох плюсів середовища має великий недолік – воно являється платним .

B4R, або "Basic for Arduino". Це середовище розробки цікава тим, що використовує мову Basic замість C. Вона також підтримує функцію автодоповнення коду. Крім того, вона повністю безкоштовна.

В даному середовищі розробки можна ставити точки зупинки, що вельми корисно в процесі налагодження, а також використовувати закладки для більш швидкої навігації по коду.

Відразу почати програмувати в цьому середовищі розробки, тому що вона використовує інший, більш об'єктно-орієнтована мова, ніж класична Arduino IDE, з іншим синтаксисом. Проте, зручність цього середовища і наявність хорошого довідник від розробників окупає ці недоліки [22].

ESPlorer - ESPlorer - це середовище розробки, або по-іншому IDE, де LUA, Python і AT команди будуть у вас в одному місці. Відмінні риси щодо інших програм для WeMos і ESP8266:

- 1) працює на безлічі платформ;
- 2) підтримка декількох відкритих файлів;
- 3) підсвічування коду LUA, python;
- 4) Undo / Redo;
- 5) кольорові теми редактора: dark, Eclipse, IDEA, Visual Studio;
- 6) автозавершення коду по CTRL + Space;
- 7) розумна відправка файлів, з очікуванням відповіді;
- 8) підтримка декількох прошивок одночасно: NodeMCU, AT.

2.2 Розробка програмного забезпечення

Arduino IDE – середовище в якому можна, ґрунтуючись лише на знаннях C++, вирішувати найрізноманітніші творчі завдання, пов'язані з програмуванням і моделюванням. Інтерфейс порівняно простий в освоєнні, його основою є мова C++, тому освоїти інструментарій можуть навіть початківці програмісти. Arduino IDE має підтримку усіх плат та додаткових модулів (давачі, модулі керування реле і тд.) які є на даний час.

Так, як Arduino IDE підтримує плати Wemos та датчик BME280, доцільніше використовувати це середовище, бо має багато учбових матеріалів та відео для вивчення роботи з цими платами та різними модулями, також вона легша в написанні коду [23].

Розглянемо процес створення програми у середовищі Arduino IDE. Запустимо програму Arduino IDE. Для створення проекту потрібно вибрати «Файл» > «Новый», зображено на рисунку 2.14.

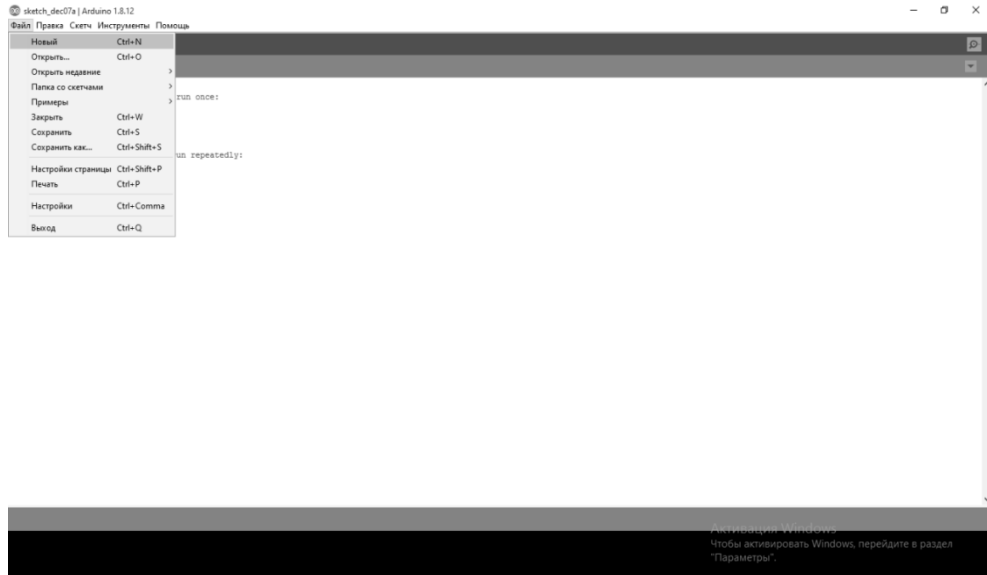


Рисунок 2.14 – Вікно провідника створення проектів

У вікні, що з'явиться вибираємо тип плати на рисунку 2.15. У нижче наведеному списку «Инструменты» > «Плата», обираємо Wemos D1 R1.

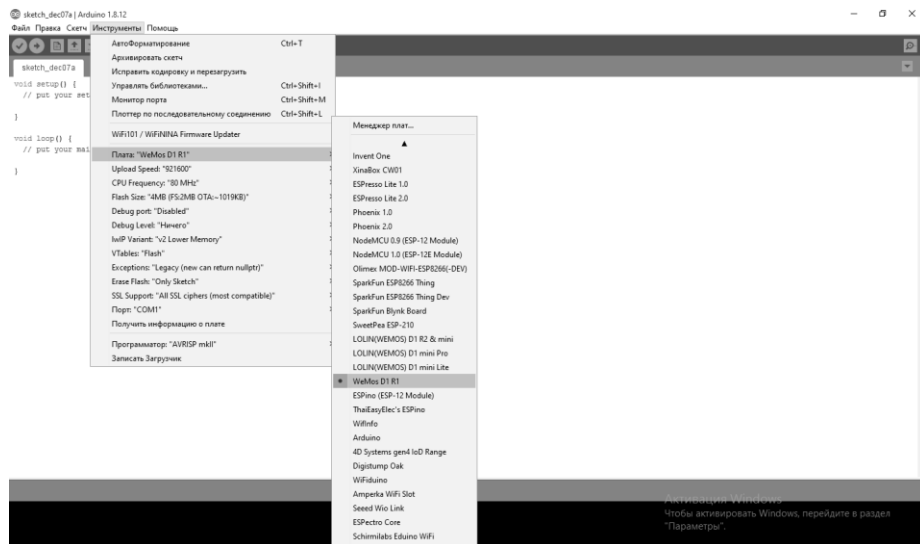


Рисунок 2.15 – Вибір типу плати Wemos D1 R1

Після проведення налаштування можна приступати до написання так званого скетчу, що зображено на рисунку 2.16.

```

sketch_nov30a | Arduino 1.8.12
Файл Правка Сервис Инструменты Помощь

sketch_nov30a
// Example testing sketch for various DHT humidity/temperature sensors
// Written by ladyada, public domain

// REQUIRES the following Arduino libraries:
// - DHT Sensor library: https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library
// - Adafruit Unified Sensor Lib: https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor

#include "DHT.h"

#define DHTPIN 2 // Digital pin connected to the DHT sensor
// Feather HUZZAH ESP8266 note: use pins 3, 4, 5, 12, 13 or 14 --
// Pin 15 can work but DHT must be disconnected during program upload.

// Uncomment whatever type you're using!
// #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302), AM2321
// #define DHTTYPE DHT21 // DHT 21 (AM2301)

// Connect pin 1 (on the left) of the sensor to +5V
// NOTE: If using a board with 3.3V logic like an Arduino Due connect pin 1
// to 3.3V instead of 5V!
// Connect pin 2 of the sensor to whatever your DHTPIN is
// Connect pin 4 (on the right) of the sensor to GROUND
// Connect a 10K resistor from pin 2 (data) to pin 1 (power) of the sensor

// Initialize DHT sensor.
// Note that older versions of this library took an optional third parameter to
// tweak the timings for faster processors. This parameter is no longer needed
// as the current DHT reading algorithm adjusts itself to work on faster proce-
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("DHTxx test!");
  dht.begin();
}

Субтитриваний подкастівальний порт не може отримати інформацію

```

Рисунок 2.16 – Кінцевий код програми

Так як ми використовуємо модуль-датчик, ВМЕ280 потрібно реалізувати вимірювання температури та вологості, то це все потребує установки спеціальних бібліотек для коректної роботи.

Бібліотека – це набір функцій, призначених для того, щоб максимально спростити роботу з різними датчиками, ЖК-екранами, модулями та ін. Наприклад, вбудована бібліотека LiquidCrystal дозволяє легко взаємодіяти з символьними LCD-екранами. Існують сотні додаткових бібліотек, які можна скачати в Інтернеті. Стандартні бібліотеки Arduino і ряд найбільш часто використовуваних додаткових бібліотек перераховані в довідці. Але перед тим, як використовувати додаткові бібліотеки, необхідно спершу встановити їх.

Для установки бібліотек потрібно у списку, що відкрився натиснути строку «Скетч» > «Подключить библиотеку», далі потрібно обрати нам потрібну бібліотеку для реалізації конкретної функції або для роботи конкретно модуля-датчика, що зображено на рисунку 2.17 [24].

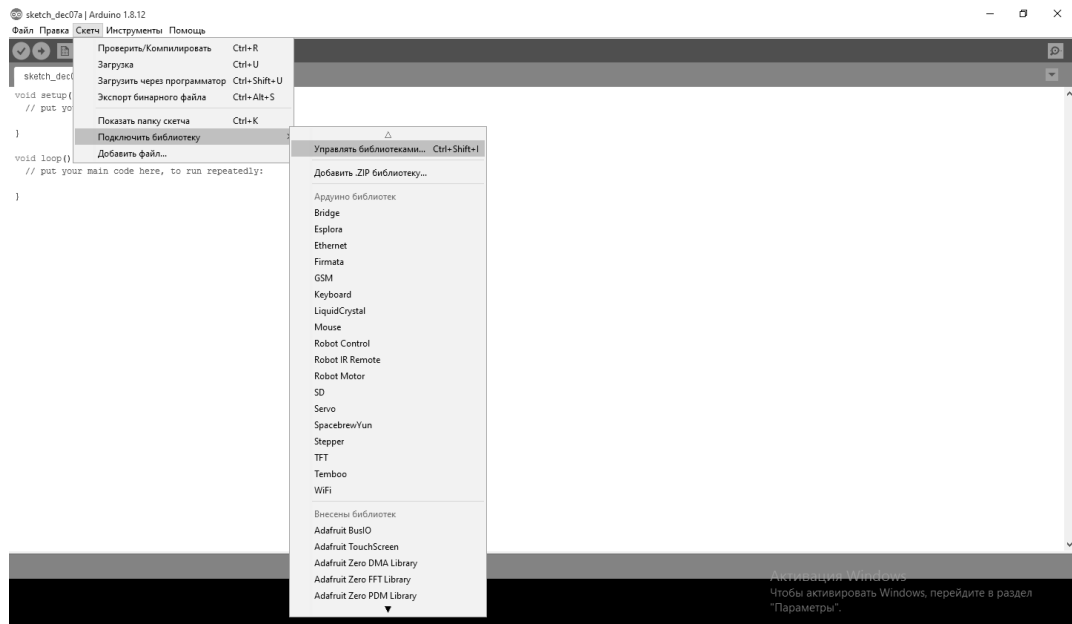


Рисунок 2.17 – Процесс встановлення бібліотеки

Далі за допомогою фільтра, набравши «bme280». Серед декількох різних записів, потрібно знайти бібліотеку Adafruit BME280 by Adafruit . Далі натискаємо на потрібну бібліотеку, а потім натискаємо «Установка». Встановлення бібліотеки BME280 в Arduino IDE зображена на рисунку 2.18.

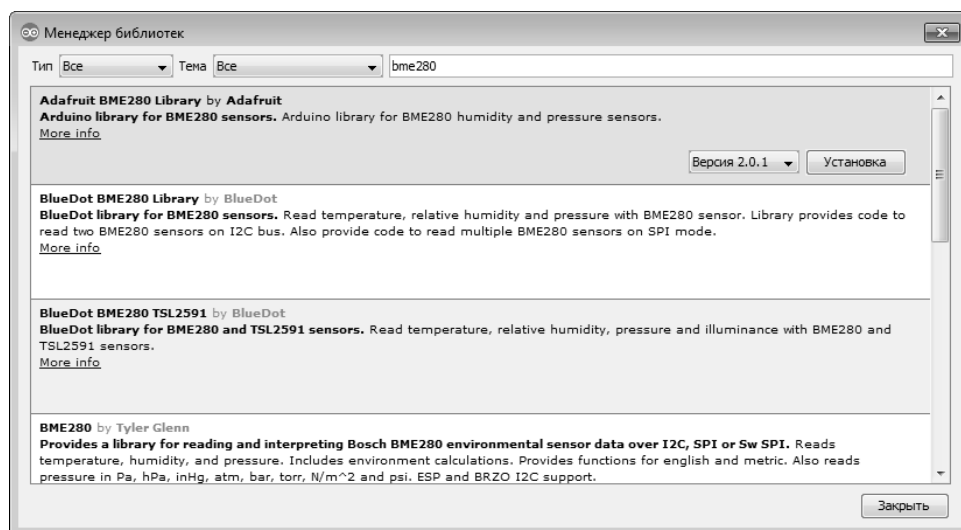


Рисунок 2.18 – Установка бібліотеки BME280 в Arduino IDE

Також, бібліотека датчиків BME280 використовує Adafruit Sensor support backend , тому при установці Arduino IDE запропонує встановити і ці бібліотеки. Натискаємо «Встановити всі (Install all)», все зображено на рисунку 2.19.



Рисунок 2.19 – Встановлення Adafruit Unified Sensor

Після цього потрібно у випадяючому списку «Скетч» > «Подключить библиотечку», обрати добавлену бібліотеку. Потім потрібно скомпілювати прошивку, далі обрати у списку «Скетч» > «Проверить/Компилировать», в разі вдалої компіляції побачимо, що написано «Компиляция завершена» та відповідну інформацію про це в вікні Arduino IDE, яке зображено на рисунку 2.20.

```

sketch_nov0a [Arduino 1.8.12]
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_nov0a
// Example testing sketch for various DHT humidity/temperature sensors
// Written by ladyada, public domain

// REQUIRES the following Arduino libraries:
// - DHT Sensor library: https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library
// - Adafruit Unified Sensor lib: https://github.com/adafruit/Adafruit\_Sensor

#include "DHT.h"

#define DHTPIN 2 // Digital pin connected to the DHT sensor
// Feather HUZZAH ESP32 note: use pins 3, 4, 5, 11, 13 or 14 --
// Pin 18 can work but DHT must be disconnected during program upload.

// Uncomment whatever type you're using!
// #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302), AM2321
// #define DHTTYPE DHT21 // DHT 21 (AM2301)

// Connect pin 1 (on the left) of the sensor to +5V
// NOTE: If using a board with 3.3V logic like an Arduino Due connect pin 1
// to 3.3V instead of 5V!
// Connect pin 2 of the sensor to whatever your DHTPIN is
// Connect pin 4 (on the right) of the sensor to GROUND
// Connect a 10K resistor from pin 2 (data) to pin 1 (power) of the sensor

// Initialize DHT sensor.
// Note that older versions of this library took an optional third parameter to
// tweak the timings for faster processors. This parameter is no longer needed
// as the current DHT reading algorithm adjusts itself to work on faster proc.
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println(F("DHTxx test!"));
  dht.begin();
}

Компиляция завершена
Скетч использует 267092 байт (25%) памяти устройства. Всего доступно 1044464 байт.
Максимальное переменные используют 26716 байт (52%) динамической памяти, осталось 54084 байт для локальных переменных. Максимум: 61920 байт.

```

Рисунок 2.20 – Вікно Arduino IDE з завершеною компіляцією

Коли виконали успішну компіляцію, підключаємо плату Wemos D1 R1 до ПК та у випадяючому вікні «Инструменты» > «Порт» обираємо порт по якому у нас підключена плата та нажимаємо «Загрузка» в пункті меню «Скетч», після цього почнеться загрузка прошивки в нашу Wemos D1 R1. Після успішної загрузки побачимо відповідну інформацію в вікні Arduino IDE, що зображено на рисунку 2.21 [25].

```

sketch_nov30a | Arduino 1.8.12
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_nov30a

void loop() {
  // Wait a few seconds between measurements.
  delay(2000);

  // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
  // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
  float h = dht.readHumidity();
  // Read temperature as Celsius (the default)
  float t = dht.readTemperature();
  // Read temperature as Fahrenheit (isFahrenheit = true)
  float f = dht.readTemperature(true);

  // Check if any reads failed and exit early (to try again).
  if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
    Serial.println(F("Failed to read from DHT sensor!"));
    return;
  }

  // Compute heat index in Fahrenheit (the default)
  float hif = dht.computeHeatIndex(f, h);
  // Compute heat index in Celsius (isFahrenheit = false)
  float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);

  Serial.print(F("Humidity: "));
  Serial.print(h);
  Serial.print(F("% Temperature: "));
  Serial.print(t);
  Serial.print(F("°C "));
  Serial.print(f);
  Serial.print(F("°F Heat index: "));
  Serial.print(hic);
  Serial.print(F("°C "));
  Serial.print(hif);
  Serial.println(F("°F"));
}

Загрузка...
Скетч использует 267092 байт (25%) памяти устройства. Всего доступно 1044464 байт.
Глобальные переменные используют 26936 байт (32%) динамической памяти, оставила 54964 байт для локальных переменных. Максимум: 81920 байт.

```

Рисунок 2.21 – Вікно Arduino IDE з завершеною загрузкою прошивки

2.3 Вибір методів регулювання та вимірювальної апаратури

Для розробки технологічного процесу регулювання необхідно використати безпосередній метод регулювання. Такий метод передбачає вимірювання і досягнення раніше відомих електричних характеристик пристрою.

Для застосування такого методу передбачається вибрати наступні вимірювальні прилади:

- 1) цифровий мультиметр DT9205M (зі звуковим пробником) [26];
- 2) блок живлення AIDA AD-1502D+/15V/2A [27];
- 3) портативний вимірювач температури та вологості MH2001T [28];

4) маршрутизатор Xiaomi Mi WiFi Router 4C [29];

5) персональний комп'ютер з програмним забезпеченням Arduino IDE, їх параметри наведені у таблиці 2.3.

Під час регулювання пристрою, що розробляється передбачається встановлення в пристрої відомих параметрів так, як невідповідність цих параметрів призводить до неправильної роботи цього пристрою, а інколи і до його виходу з ладу [30]. Вищеперераховані прилади мають наступні параметри:

Таблиця 2.3 – Прилади для регулювання та їх параметри.

Маршрутизатор Xiaomi Mi WiFi Router 4C	
1	2
Швидкість LAN портів	100 Мбіт/с
Частота роботи Wi-Fi	2.4 ГГц
WAN-порт	Ethernet
Швидкість Wi-Fi	300 Мбіт/с
Інтерфейси	2 порти LAN, 1 порт WAN
Сховище пам'яті	64 Мб
Тип шифрування	WPA2-PSK
Габаритні розміри, мм	195 x 107 x 25.3
Маса, кг	0,241
Цифровий мультиметр DT9205M (із звуковим пробником)	
1	2
Постійна напруга, В	$0,1 \cdot 10^{-3} \dots 1000$
Постійний струм, А	$1 \cdot 10^{-6} \dots 20$
Змінна напруга, В	$0,1 \cdot 10^{-3} \dots 750$
Опір, Ом	$0,1 \dots 200 \cdot 10^6$
Габарити, мм	191 × 89 × 35
Маса, кг	0,310
Програма Arduino IDE	
Функціональні можливості	Програмування модулів Arduino
Персональний Комп'ютер	
Потужність блоку живлення, Вт	550
Оперативна пам'ять, ГБ	8
Процесор, ГГц	4,10
Програмне забезпечення	Windows10, Arduino IDE
Портативний вимірювач температури і вологості MH2001T	
Діапазон вимірювання температури, °С	-50...180
Діапазон вимірювання вологості, %	10...99
Похибка вимірювання температури, °С	0.2
Похибка вимірювання вологості (залежить від типу датчика), %	3
Габарити, мм	120×80×35
Маса, кг	0,15

Продовження таблиці 2.3 Прилади для регулювання та їх параметри

Блок живлення імпульсний AD-1502D +	
Вихідна напруга, В	0...15
Вихідна сила струму, А	0...2
Максимальна потужність, Вт	30
Пульсації напруги, В	$0,5 \cdot 10^{-3}$
Коефіцієнт стабілізації по напрузі, %	$0,01 \pm 2 \cdot 10^{-3} \text{В}$
Індикація сили струму	Цифрове
Індикація напруги	Цифрове
Точність індикації напруги, В	$\pm 0,1$
Точність індикації сили струму, А	$\pm 0,01$
Габарити, мм	275 x 126 x 155
Маса, кг	1,8

Вимірювач температури та вологості призначений для порівняння показань датчика температури та вологості та модуля з даними які є найбільш точні.

Програма і персональний комп'ютер, застосування цих приладів може бути спричинено:

- 1) некоректне відображення температури та вологості;
- 2) велика похибка виміру температури та вологості;
- 3) невідповідність роботи щодо програмування модуля та датчика температури та вологості;

Маршрутизатор слугує для перевірки роботи модуля, передачі потрібної інформації на сайт та її відображення, настройки адреси для передачі інформації:

- 1) некоректне відображення або відсутність температурних значень та вологості на сайті;
- 2) відсутність потрібної інформації на сайті;
- 3) перевірка роботи модуля;
- 4) перевірка наявності адреси для передачі інформації
- 5) спотвореність інформації на сайті.

Мультиметром можна перевірити і визначити такі несправності:

- 1) некоректна робота мережі, перевірка напруги живлення;
- 2) відсутність напруги, перевірка мікросхеми АС-DC перетворювача;

3) некоректна робота датчика, модуля, перевірка на коротке замикання на платі;

2.3.1 Розробка технологічного процесу регулювання та настройки

Для регулювання необхідно вибрати безпосередній метод, що дозволяє підвищити продуктивність праці, оскільки настройка зводиться до перевірки параметрів приладу, перевірки роботи всіх вузлів і діагностування роботи всіх блоків приладу [31]. Технологічний процес настройки приладу наведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технологічний процес настройки

Технологічна операція	Вимірювальні прилади	Примітка
Підготовча		
Перевірка друкованої плати на відсутність механічних пошкоджень провідників.		Візуально
Перевірка друкованої плати на відсутність коротко замкнутих або обірваних друкованих провідників.	Мультиметр DT9205A	Візуально
Перевірка правильності встановлення елементів і відсутності контакту між корпусами елементів		Візуально
Перевірка та програмування контролера ESP8266 ESP-12 (Драйвера та інші налаштування приведено під таблицею)	Комп'ютер та кабель Micro USB	За допомогою програми «Arduino IDE»
Основна		
Наявність потрібних бібліотек в папці з програмним скетчем	Комп'ютер	Перевірити наявність
Постійне горіння світлодіода на платі мікроконтролера		Візуально
Не горить світлодіод на платі мікроконтролера		Перевірити наявність живлення
Часте мигання світлодіода на платі мікроконтролера	Комп'ютер та кабель Micro USB	Відсутній потрібний скетч, потрібно завантажити за допомогою програми «Arduino IDE»

Продовження таблиці 2.4 Технологічний процес настройки

Контрольна		
Перевірити наявність вихідної напруги мікросхеми AC/DC перетворювача +5В.	Мультиметр DT9205A	Типове значення має бути +5В.
Перевірити струм, споживаний схемою приладу.	AD-1502D+	Струм повинен бути не більше 0,7 А
Перевірити працездатність приладу		Візуально
Заключна		
Відключити блок живлення, та зібрати пристрій у корпус.	Викрутка і перехідні контакти	З'єднати всі частини приладу за допомогою гвинтів, клею і тд.
Прибрати робоче місце.	Ганчірка	

2.4 Програмування мікроконтролера ESP8266 ESP-12 через середовище програмування Arduino IDE

Для того щоб уникнути різних проблем під програмування контролера потрібно провести відповідну настройку:

1) після підключення мікроконтролера через кабель Micro USB до комп'ютера, відбувається настройка порта до якого він підключений, інтерфейс програми показаний на рисунку 2.22;

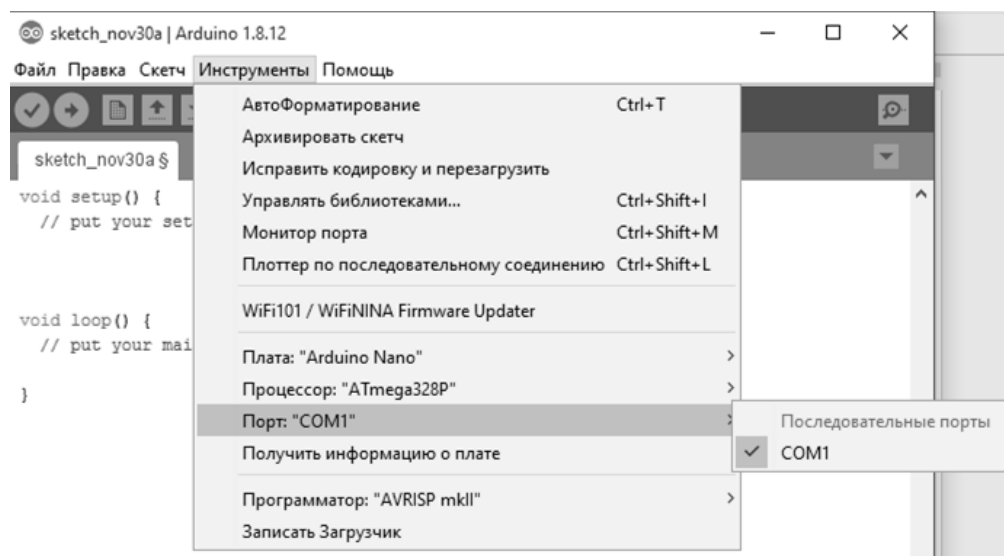


Рисунок 2.22 – Інтерфейс програми Arduino IDE

2) після настройки порта переходимо у вкладку «Файл» > «Настройки», інтерфейс показаний на рисунку 2.23, тоді відкриється вікно вікно зображене на рисунку 2.24, де потрібно, в поле «Дополнительные ссылки для Менеджера плат» ввести посилання і натиснути кнопку «Ок»;

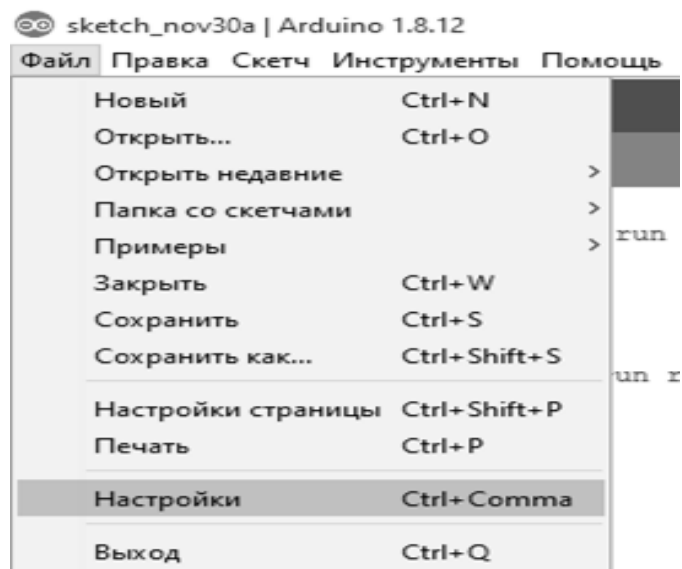


Рисунок 2.23 – Строка «Настройки»

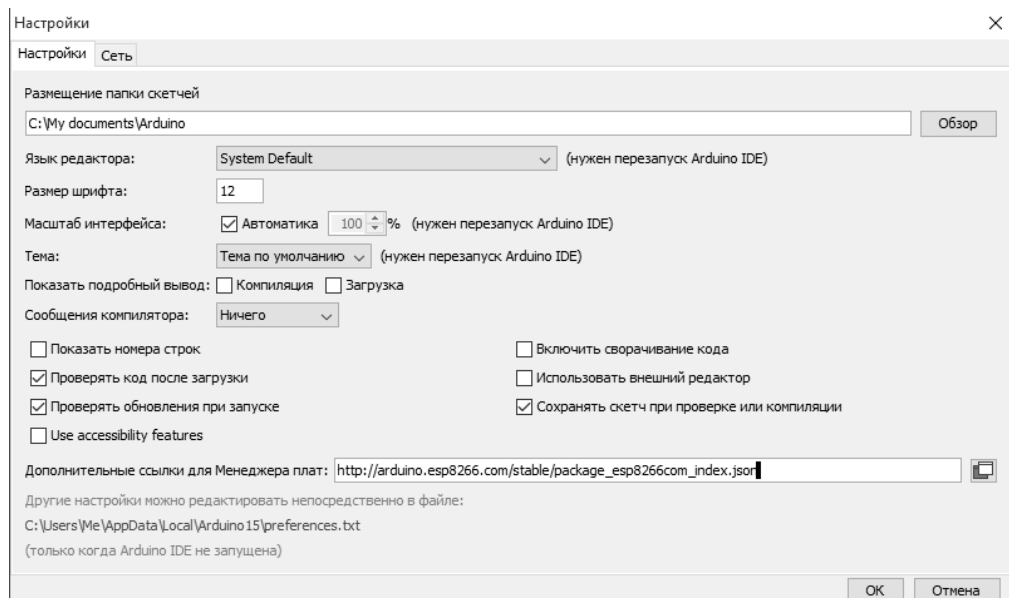


Рисунок 2.24 – Вставка посилання в поле

3) для того, щоб обрати потрібну для роботи програми плату, нам потрібно її встановити, переходим у вкладку «Инструменты» > «Плата» вкладка

показана на рисунку 2.25, далі заходимо в поле «Менеджер плат» та в строці пошуку, шукаємо esp8266 by ESP8266 Community та вибір показаний на рисунку 2.26 та обираємо потрібну нам плату.

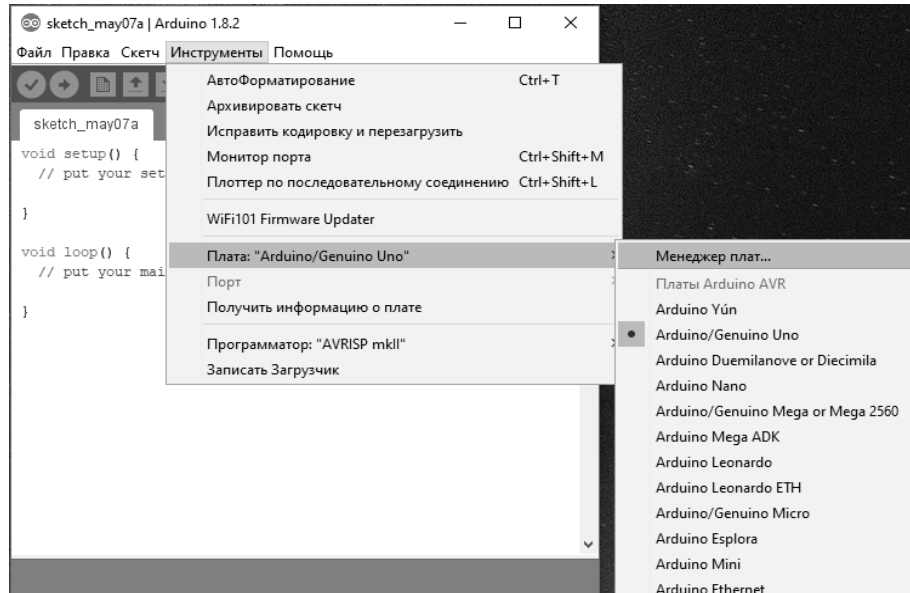


Рисунок 2.25 – Менеджер плат



Рисунок 2.26 – Вибір esp8266 by ESP8266 Community

4) в вкладці «Инструменты» > «Плата» буде доданий мікроконтролер «WeMos D1» та перед роботою в програмі, потрібно буде виставити потрібні параметри загрузка коду «Upload Using», задати потрібну частоту «CPU frequency», вибрати розмір флеш пам'яті «Flash Size», задати швидкість переда-

чі «Upload Speed» і обрати потрібний порт, обирання порта показане на рисунку 2.27.

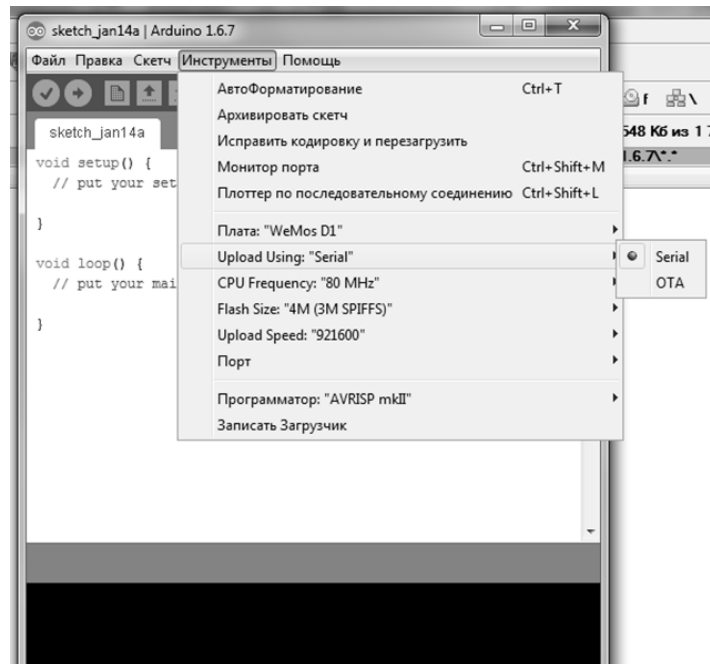


Рисунок 2.27 – Задання потрібних параметрів

2.4.1 Робота датчика температури, вологості та тиску через середовище програмування Arduino IDE

Для того щоб уникнути різних проблем під час роботи датчика потрібно знайти та встановити необхідну бібліотеку:

1) потрібно у списку, що відкрився натиснути строку «Скетч» > «Подключить библиотеку», далі потрібно обрати нам потрібну бібліотеку для реалізації конкретної функції або для роботи конкретно модуля-датчика. Вибір потрібної бібліотеки зображений на рисунку 2.28.

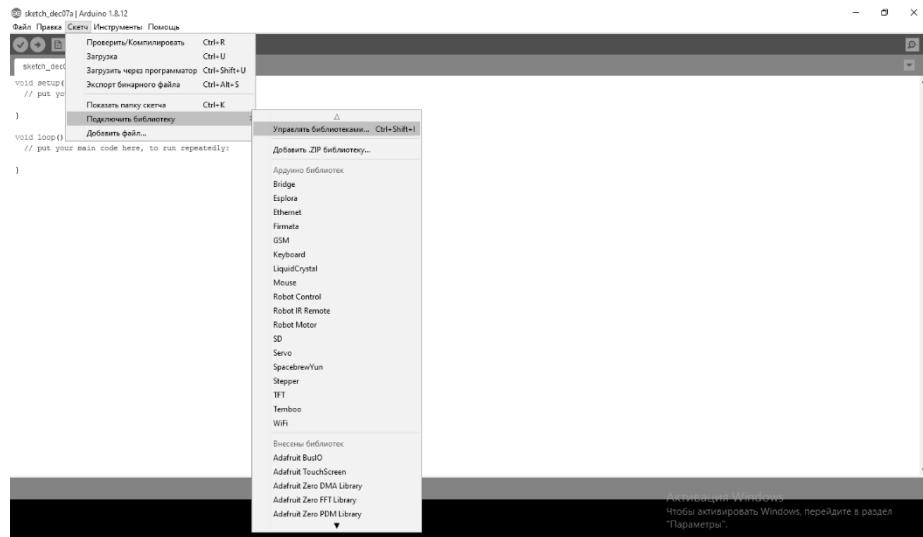


Рисунок 2.28 – Процес встановлення бібліотеки

Далі за допомогою фільтра, набравши «bme280». Серед декількох різних записів, потрібно знайти бібліотеку Adafruit BME280 by Adafruit . Далі натискаємо на потрібну бібліотеку, а потім натискаємо «Установка». Установка бібліотеки BME280 в Arduino IDE зображена на рисунку 2.29.

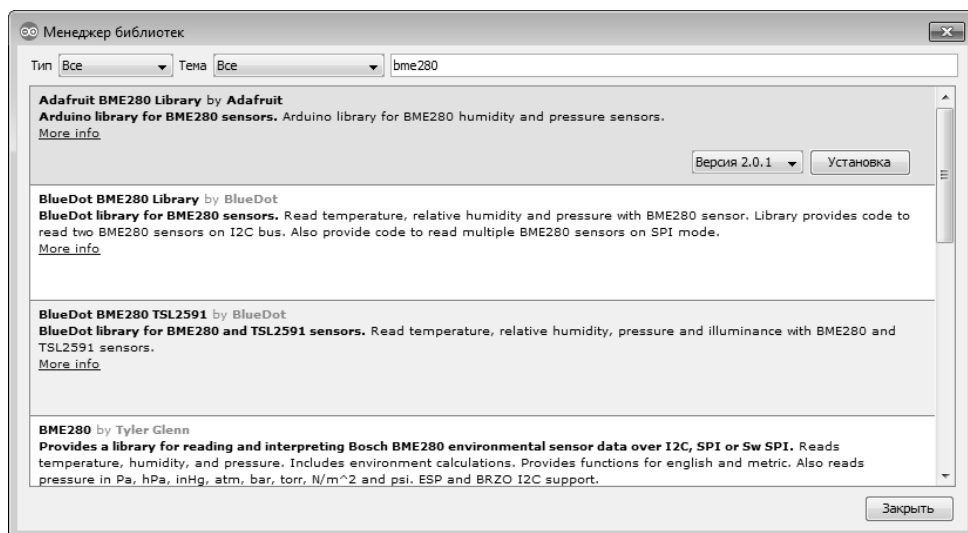


Рисунок 2.29 – Установка бібліотеки BME280 в Arduino IDE

Також, бібліотека датчиків BME280 використовує Adafruit Sensor support backend , тому при установці Arduino IDE запропонує встановити і ці бібліотеки. Натискаємо «Встановити всі (Install all)», все зображено на рисунку 2.30.



Рисунок 2.30 – Установка Adafruit Unified Sensor

Для настройки модуля, на потрібно виставити параметри, а саме Завантаження скетчів показане на рисунку 2.31, далі виставляємо частоту - рисунок 2.32, встановлюємо потрібний розмір пам'яті - рисунок 2.33, встановлюємо швидкість передачі даних - рисунок 2.34 і обираємо потрібний порт COM5 - рисунок 2.35.

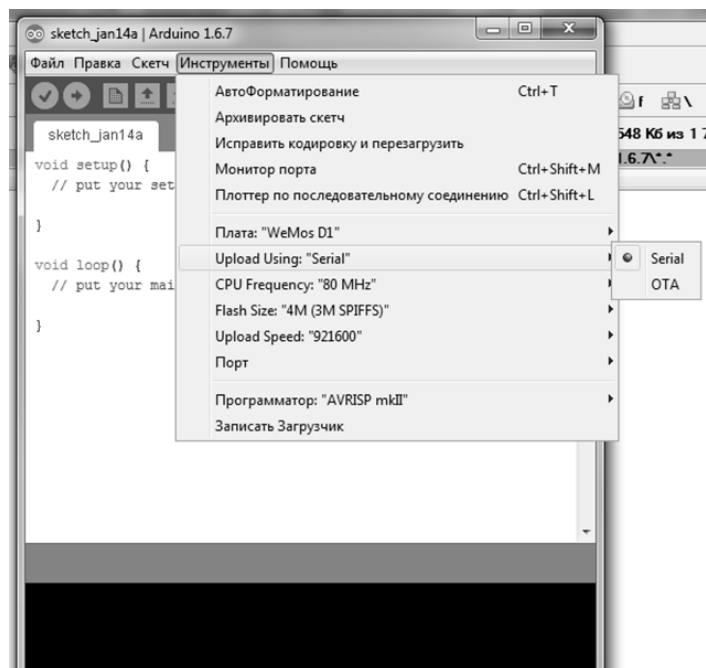


Рисунок 2.31 – Завантаження скетчів

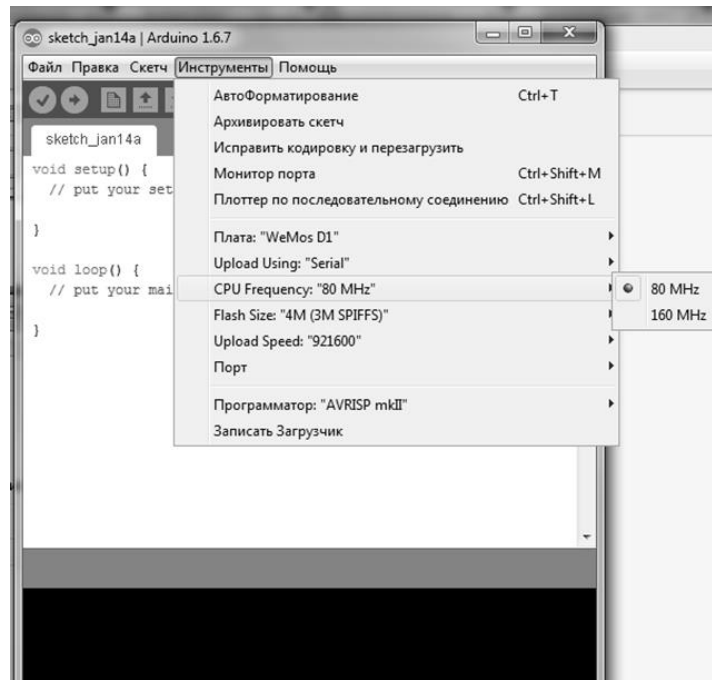


Рисунок 2.32 – Встановлення частоти

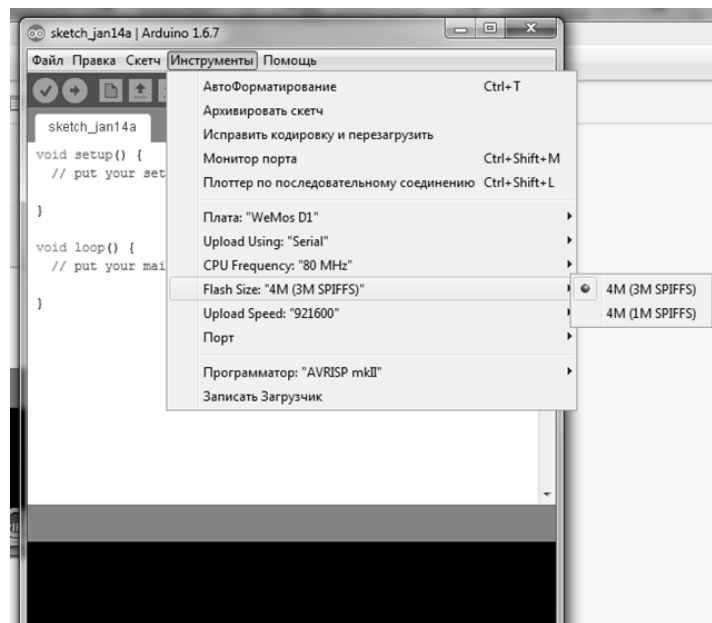


Рисунок 2.33 – Встановлення розміру пам'яті

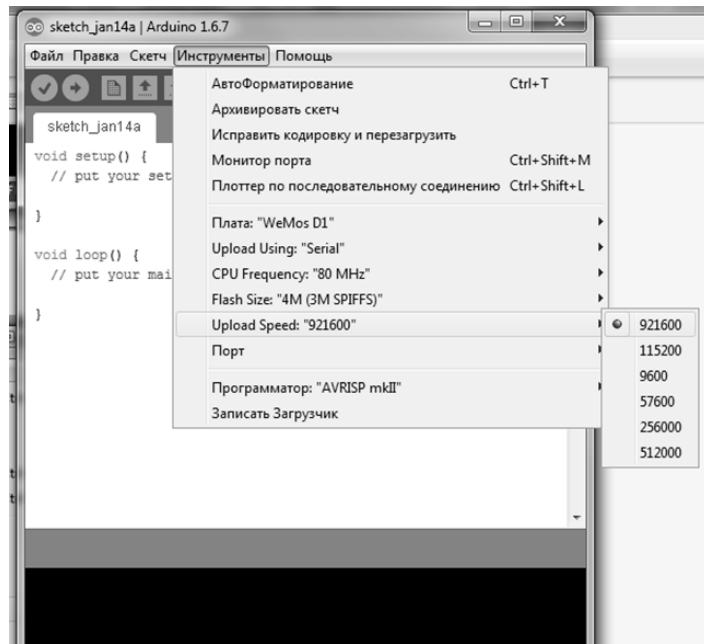


Рисунок 2.34 – Встановлення швидкості передачі даних

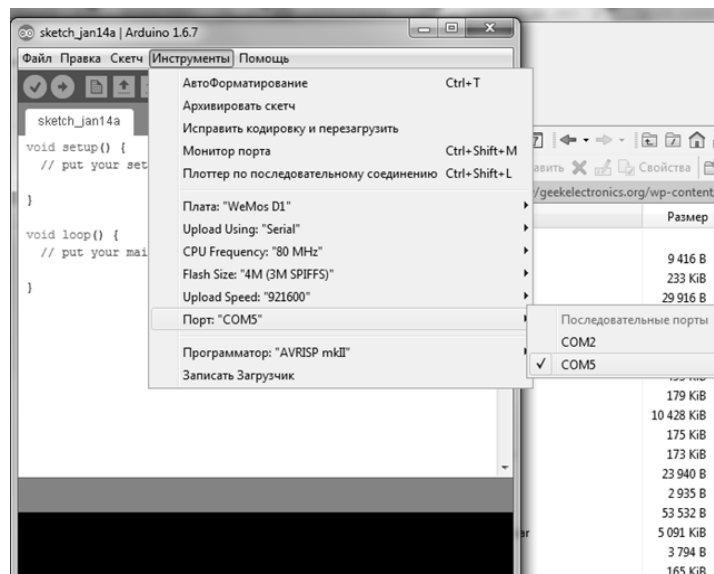


Рисунок 2.35 – Обирання потрібного порту COM5

Для тестування перевірки роботи Wemos D1 Mini Pro, був залитий скетч з прикладу для сканування Wi-Fi, скетч зображений на рисунку 2.36.

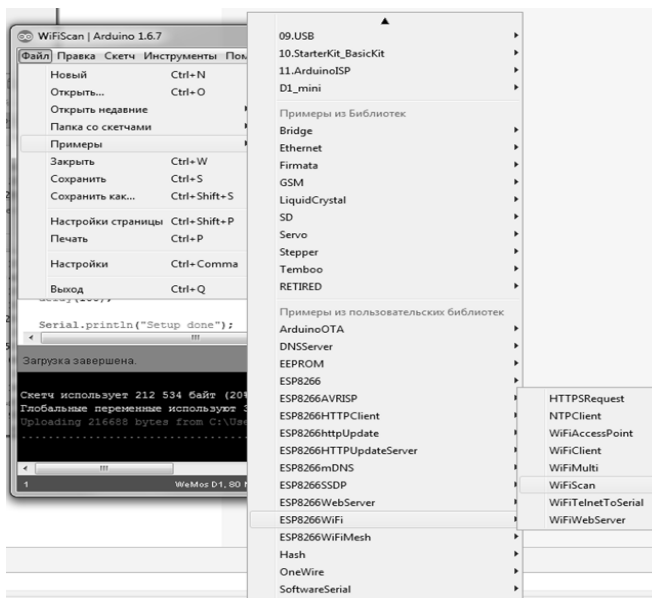


Рисунок 2.36 – Залиття скетчу з прикладу

Результат роботи скетчу зображено на рисунку 2.37.



Рисунок 2.37 – Результат роботи скетчу

Помилка компіляції для плати WeMos D1 mini Pro. При появі повідомлення «Ошибка компиляции» для плати WeMos D1 Mini Pro необхідно в Arduino IDE зайти в меню «Файл» > «Настройки», натиснути на шлях до папки розміщених завантажених доповнень рисунок 2.38. [32].

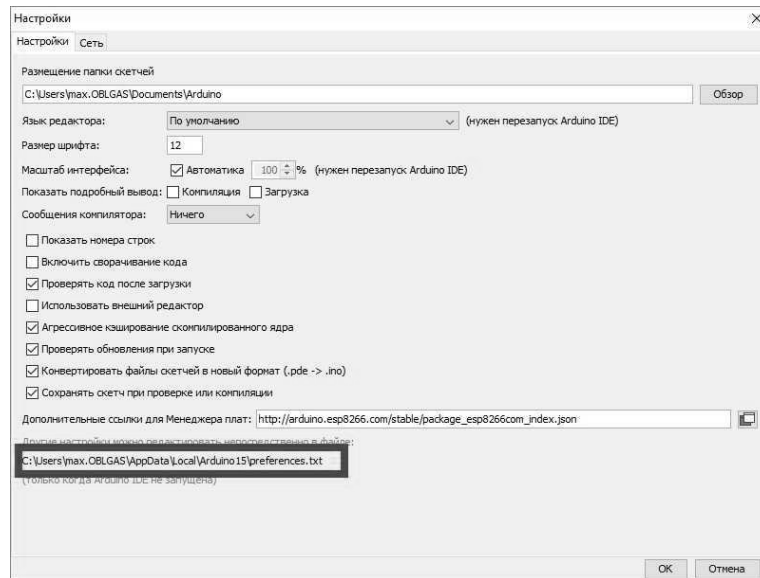


Рисунок 2.38 – Шлях до папки

У відкритому провіднику заходимо в папку «packages», папка показана на рисунку 2.39. Видаляємо з неї папку esp8266, процес видалення зображений на рисунку 2.40. Після цього перезапускаємо Arduino IDE і заново через меню «Инструменты» > «Плата» > «Менеджер плат» встановлюємо бібліотеку для роботи з Wemos рисунок 2.41.

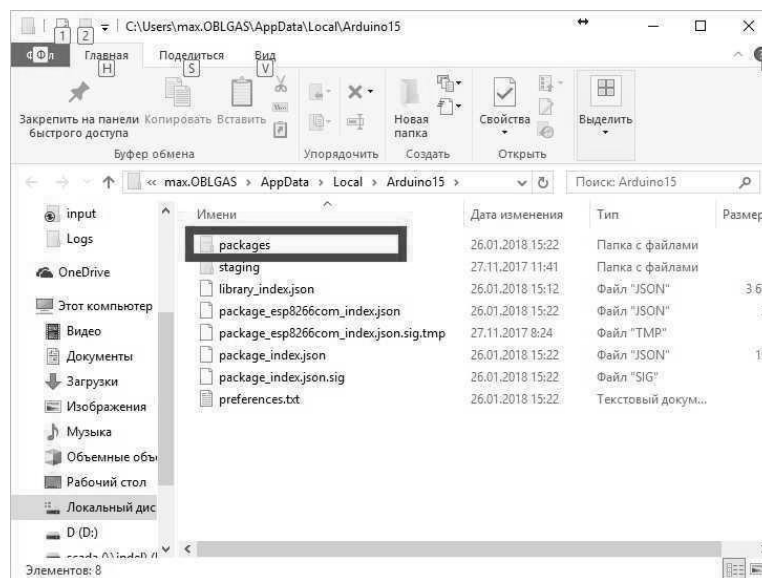


Рисунок 2.39 – Місцезнаходження папки

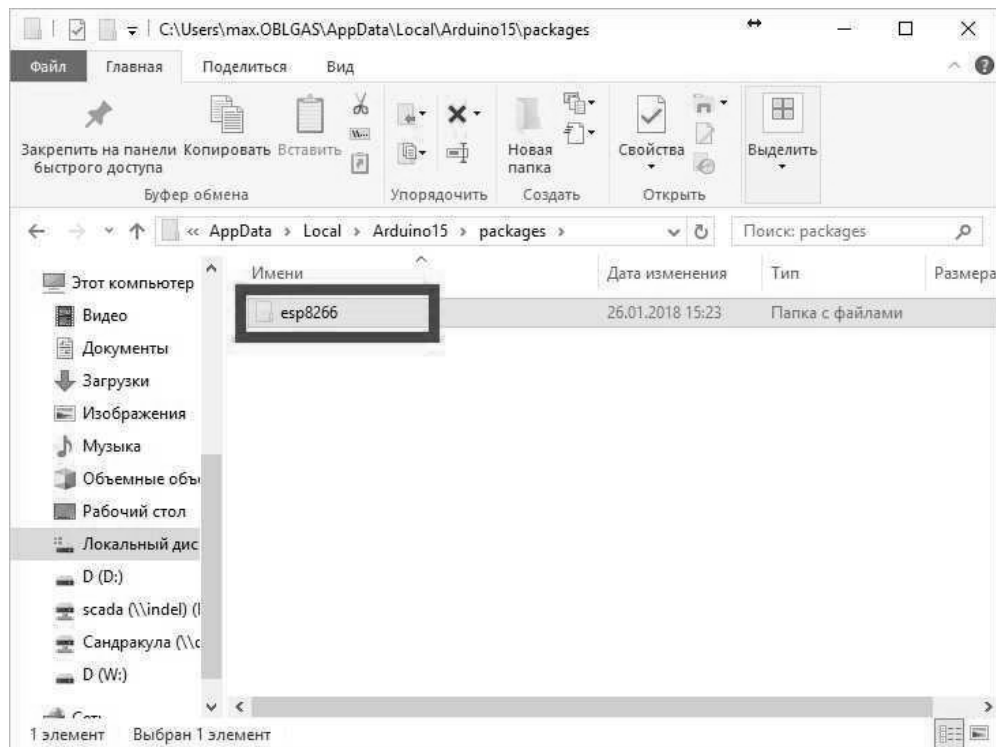


Рисунок 2.40 – Видалення папки esp8266



Рисунок 2.41 – Встановлення бібліотеки esp8266

Для того, щоб перевірити чи працює модуль і передає температуру та вологості на сайт, скористаємось сайтом dweet.io, який у разі чого відобразить потрібні нам покази.

Далі наведено алгоритм перевірки модуля на передачу потрібної інформації:

- 1) встановити плату ESP8266 для IDE Arduino, що було показано раніше в розділі;
- 2) встановити бібліотеку BME;
- 3) зібрати схему і підключити конвертер USB FTDI до комп'ютера, але не підключати поки перемичку, яка йде на вивід VCC модуля ESP-01;
- 4) вставити код програми в Arduino IDE;
- 5) вибрати в меню «Інструменти» > «Порт», відповідний COM-порт;
- 6) вибрати в меню «Інструменти» > «Плата» та обрати плату Generic ESP8266 Module;
- 7) натиснути кнопку «Загрузка»;
- 8) підключити перемичку, яка йде на вивід VCC модуля ESP-01.

Оскільки вихід GPIO0 підключений до землі, модуль при включенні перейде в режим завантаження.

- 1) дочекатися завантаження;
- 2) далі відкриваємо браузер і переходимо за потрібною адресою <https://dweet.io/follow/TESTID> [33], де замість TESTID потрібно вказати свій унікальний ідентифікатор, який ми раніше задали в коді.

Якщо дані ще не надходять, то сторінка буде порожньою. Як тільки плата успішно відправить дані, вони будуть відображатися на сторінці і оновлюватися кожні 10 секунд, оновлення та відображення даних показане на рисунку 2.42;

- 3) У моніторі послідовного порту буде відображатися відповідь сервера dweet.io.



Рисунок 2.42 – Відповідь сервера dweet.io

Цей спосіб зручний тим, що по схемі в нас передбачено для кожного датчика ВМЕ280, модуль Wi-fi, що є досить зручно, оскільки ми можемо перевірити різні блоки схеми, за допомогою сайту окремо.

Тобто, якщо ми склали схему блока вимірювання і хочемо перевірити датчик та модуль на справність за допомогою цього сайту ми це реалізуємо, тобто в нас є можливість перевірити кожен блок схем окремо та дізнатись, якщо немає температурних показів та вологості.

Що ж до блока обробки та передачі інформації, історія та сама, за умови, якщо в нас справний блок вимірювання, ми за допомогою сайту, можемо перевірити справність модуль обробки і передачі, за рахунок перевірки його на сервері.

2.5 Основні несправності та методи їх усунення

Визначення та пошук несправності є досить трудомістким при наладці та ремонті будь-якої апаратури. Існує декілька методів пошуку несправностей: зовнішній огляд, метод виключення, метод заміни окремих елементів та вузлів, метод порівняння.

Розглянемо основні несправності самої частини та несправності, які можуть виникнути при настройці [34].

Таблиця 2.5 – Основні несправності

Характер несправності	Причини несправності	Спосіб усунення
1	2	3
Некоректне відображення інформації	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код в блок А1
	Замикання доріжок, ніжок	Усунути замикання за допомогою паяльника чи скальпелю, промити плату від флюсу спеціальним розчином або спиртом
	Несправність DD1	Заміна DD1
	Несправність DD2	Заміна DD2
	Несправність К1	Заміна К1
Відсутність відображення температури та вологості	Несправність HL1	Заміна HL1
	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код в модуль А1
	Несправність DD1	Заміна DD1
Некоректне відображення температури та вологості	Несправність DD2	Заміна DD2
	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код в модуль А1
Неправильне відображення температури та вологості	Несправність DD1	Заміна DD1
	Несправність DD2	Заміна DD2
Відсутність напруги +5В	Несправність DA2	Заміна DA2
	Несправність DA1	Заміна DA1
	Несправність XP1	Заміна XP1
Невідповідність роботи що до налаштувань	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код в модуль А1
	Несправність DD1	Заміна DD1
	Замикання доріжок, ніжок	Знайти мультиметром замикання та за допомогою паяльника чи скальпелю, промити плату від флюсу спеціальним розчином або спиртом
Неможливість підключення модуля або датчика	Програмна помилка	Виправити і перезаписати код в модуль А1
	Несправність DD1	Заміна DD1
	Несправність DD2	Заміна DD2
Індикація модуля (не світиться)	Несправність DD1	Заміна DD1
	Відсутність напруги живлення	За допомогою мультиметра перевірити чи подається на вхід напруга, якщо там, то перевірити DA2, DA1, XP1, якщо якийсь компонент несправний, замінити.
Індикація модуля (періодично мигає)	Відсутність програми	Записати код в блок А1

2.5.1 Електричний розрахунок

При проектуванні друкованих плат часто потрібно розрахувати ті чи інші електричні властивості об'єктів плати і вплив їх механічних розмірностей на поведінку і цілісність електричних сигналів.

Також буває потрібно по відомим значенням струмів і напруг обчислити мінімально допустимі відстані між провідниками, ширину доріжок і температуру нагрівання шарів міді.

Для вирішення подібних питань зручно використовувати утиліту Saturn PCB Design Toolkit, що працює в середовищі Windows, має 18 різних вкладок, кожна з яких призначена для певного виду розрахунків.

Розрахунок властивостей перехідного отвору (Via Properties), зображено на рисунку 2.43. За результатами розрахунків буде створена друкована плата.

Таблиця 2.6 – Результати розрахунку перехідного отвору

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Temp Rise (температура)	25 °C
Material (матеріал)	FR 4 STD (склотекстоліт)
Layers (кількість шарів)	2
Via Hole Diameter (діаметр перехідного отвору), мм	0,6
Via Height (висота отвору), мм	2
Via Plating Thickness (товщина металізованих стінок), мм	0,0025
Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Via DC Resistance (опір отвору), Ohms	0.00926
Via Inductance (індуктивність отвору), nH	1.4361
Power Dissipation (розсіювана потужність), Watts	0.00792
Conductor Cross Section (площа поперечного перерізу перехідного отвору), Sq.mm	0.0047
Via Current (Струм перехідного отвору), Amps	0.9249

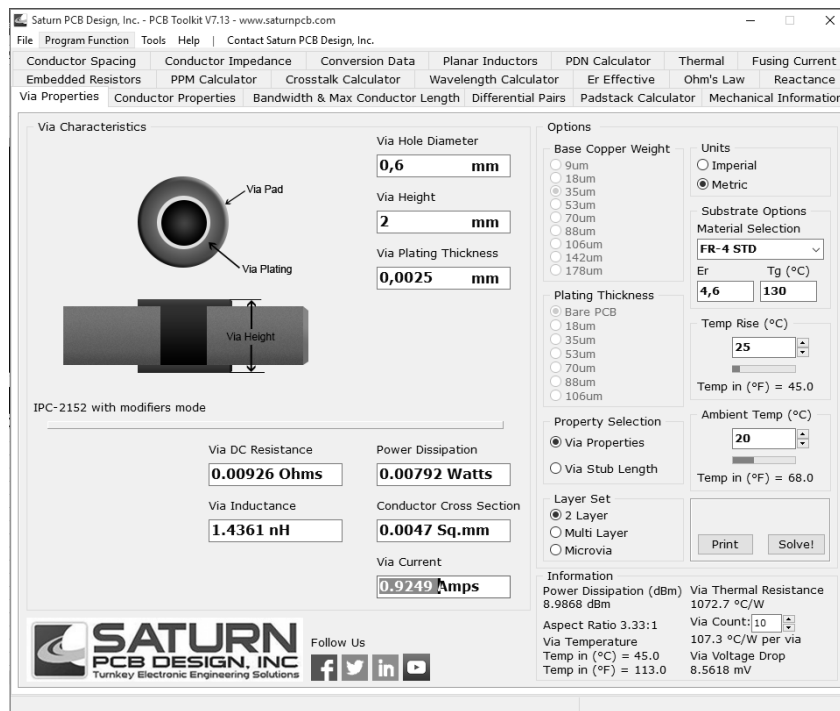


Рисунок 2.43 – Результати розрахунку перехідного отвору друкованої плати

Далі було проведено розрахунок властивостей друкованого провідника, процес введення даних зображений на рисунку 2.44.

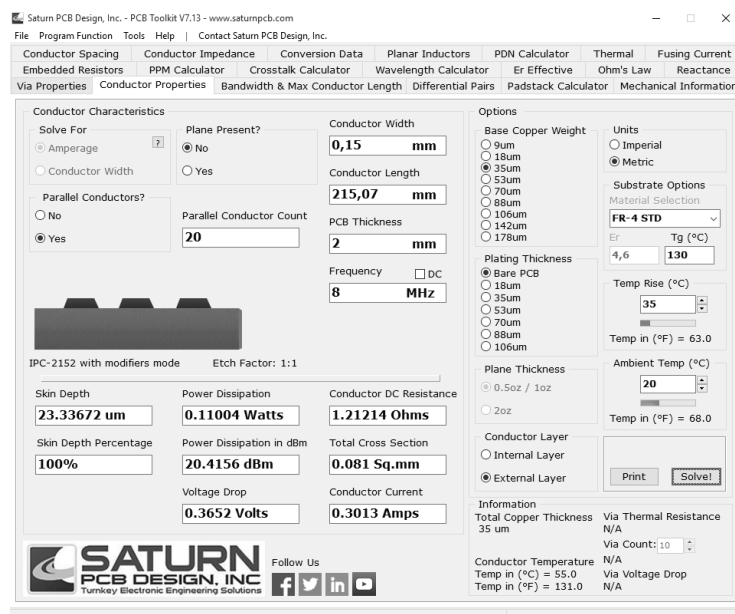


Рисунок 2.44 – Результати розрахунку друкованого провідника друкованої плати

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку друкованого провідника

Вхідні параметри:	Початкові дані:
1	2
Er (діелектрична постійна),	4,6
Tg (температури склування), °C	130
Ambient Temp (температура навколишнього середовища), °C	25
Plating thickness (товщина додаткового покриття шару металізації ДП), мкм	Bare PCB
Base Copper Weight (товщина доріжок на ДП), мкм	35
Conductor Layer (шар ДП: зовнішній або внутрішній)	External (зовнішній)
Material (матеріал)	FR 4 STD (склотекстоліт)
Temp Rise (Температура провідників) °C	35
Conductor Width (ширина провідника), мм	0,15
Conductor Length (максимальна довжина провідника), мм	215,07
PCB Thickness (Товщину ДП), мм	2
Parallel Conductors (кількість паралельних провідників)	20
Frequency (частота сигналу), МГц	8
Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Skin Depth (Глибину проникнення струму в товщу провідника – скін-ефект), мкм	23.33672
Skin Depth Percentage (відношення скін-ефекту до заданої товщини доріжки), %	100
Power Dissipation (розсіювана потужність), Watts	0.11004
Power Dissipation in dBm (розсіювана потужність), dBm	20.4156
Voltage Drop (падіння напруги), Volts	0.3652
Conductor DC Resistance (опір провідника), Ohms	1.21214
Total Cross Section (площа перерізу провідника), Sq.mm	0.081
Conductor Current (допустимий струм), Amps	0.3013

Розрахунок імпедансу диференціальних пар – дозволяє на підставі розмірностей провідників і заданого матеріалу підкладки друкованої плати розрахувати імпеданс як диференціальної пари ($Z_{\text{differential}}$), так і одиночного провідника в ній (Z_0). Розрахунок зображений на рисунку 2.45.

Таблиця 2.8 – Результати розрахунку імпедансу диференціальних пар

Вхідні параметри:	Початкові дані:
1	2
Er (діелектрична постійна),	4,6
Differential Layer (вибір диференціального шару)	Edge Cpld Ext (зовн. шар)
Material (матеріал)	FR 4 STD (склотекстоліт)
Base Copper Weight (товщина доріжок на ДП), мкм	35
Plating thickness (товщина додаткового покриття шару металізації ДП), мкм	Bare PCB
Conductor Width (ширина провідника), мм	0,15
Conductor Spacing (відстань між провідниками), мм	1,3
Conductor Height (висота провідника), мм	1,2
Target Zdiff (Опір матеріалу провідника), Ohms	100
Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Zdifferential (опір пари провідників), Ohms	226.018
Zo (опір одного провідника), Ohms	136.099
W/H (відношення ширини провідника до товщини діелектрика)	0.125
S/H (відношення відстані між провідниками до товщини діелектрика)	1.083

Формули, що використовуються в програмі Saturn_PCB_Toolkit справедливі, якщо ці значення не виходять за межі $0,1 < W/H < 3,0$ і $0,2 < S/H < 3,0$.

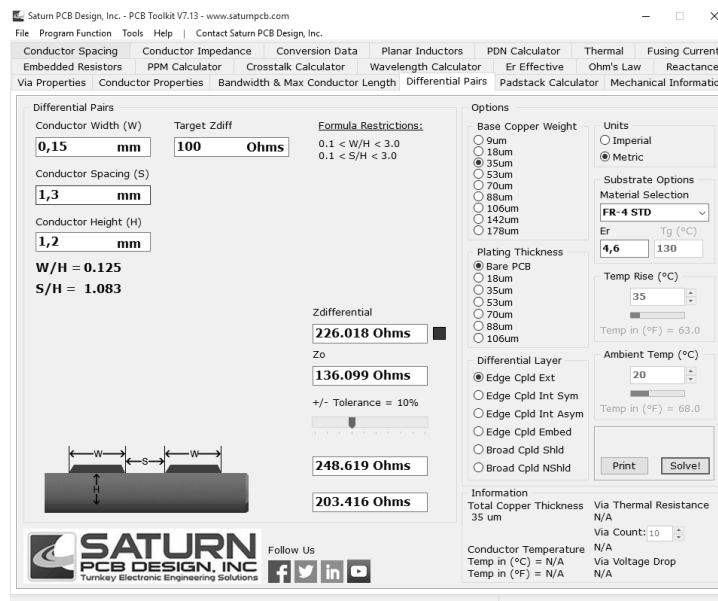


Рисунок 2.45 – Результати розрахунку імпедансу диференціальних пар друкованої плати

Розрахунок імпедансу провідника в залежності від частоти сигналу (Conductor Impedances) зображено нижче на рисунку 2.46.

Таблиця 2.9 – Результати розрахунку імпедансу провідника

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Er (діелектрична постійна),	4,6
Passive Circuits (вибір пасивного кола)	Microstrip (мікросмужкова лінія)
Material (матеріал)	FR 4 STD (склотекстоліт)
Base Copper Weight (товщина доріжок на ДП), мкм	35
Plating thickness (товщина додаткового покриття шару металізації ДП), мкм	Bare PCB
Conductor Width – W (ширина провідника), мм	0,15
Frequency (частота), МГц	8
Conductor Height – H (висота провідника), мм	1,2
Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Zo (опір провідника), Ohms	136.2911
Lo (індуктивність провідника на 1 см), nH/cm	7.7366
Co (ємність провідника на 1 см), pF/cm	0.4165
Trpd (необхідний тепловідвід), ps/cm	56.7649

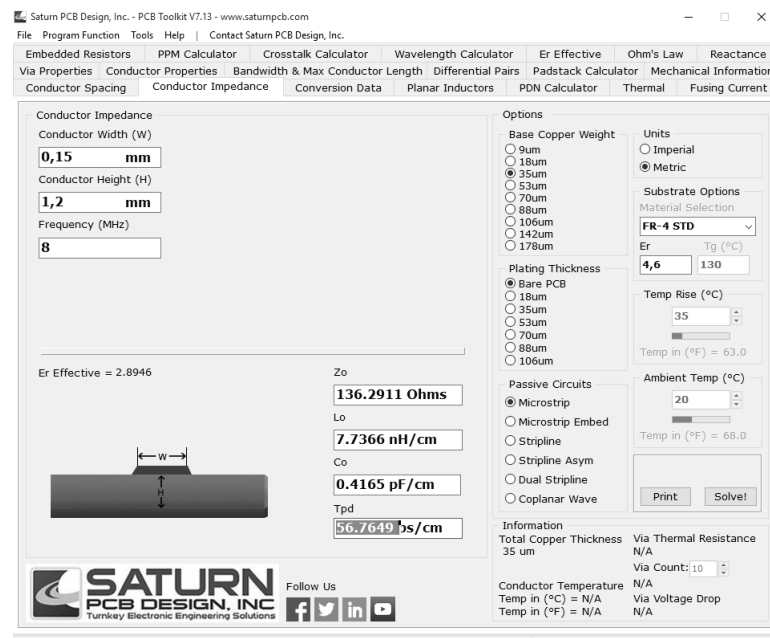


Рисунок 2.46 – Результати розрахунку імпедансу зовнішнього провідника

Далі розрахунок мінімальної відстані між провідниками ДП (Conductor Spacing), який зображений на рисунку 2.47.

Таблиця 2.10 – Результати розрахунку мінімальної відстані між провідниками

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Voltage Between Conductors (напруги між провідниками), V	5
Device Type Selection (типу провідника або компонента ДП)	B2 Bare PCB
Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Minimum Conductor Spacing (мінімальна відстань між провідниками), мм	0.10

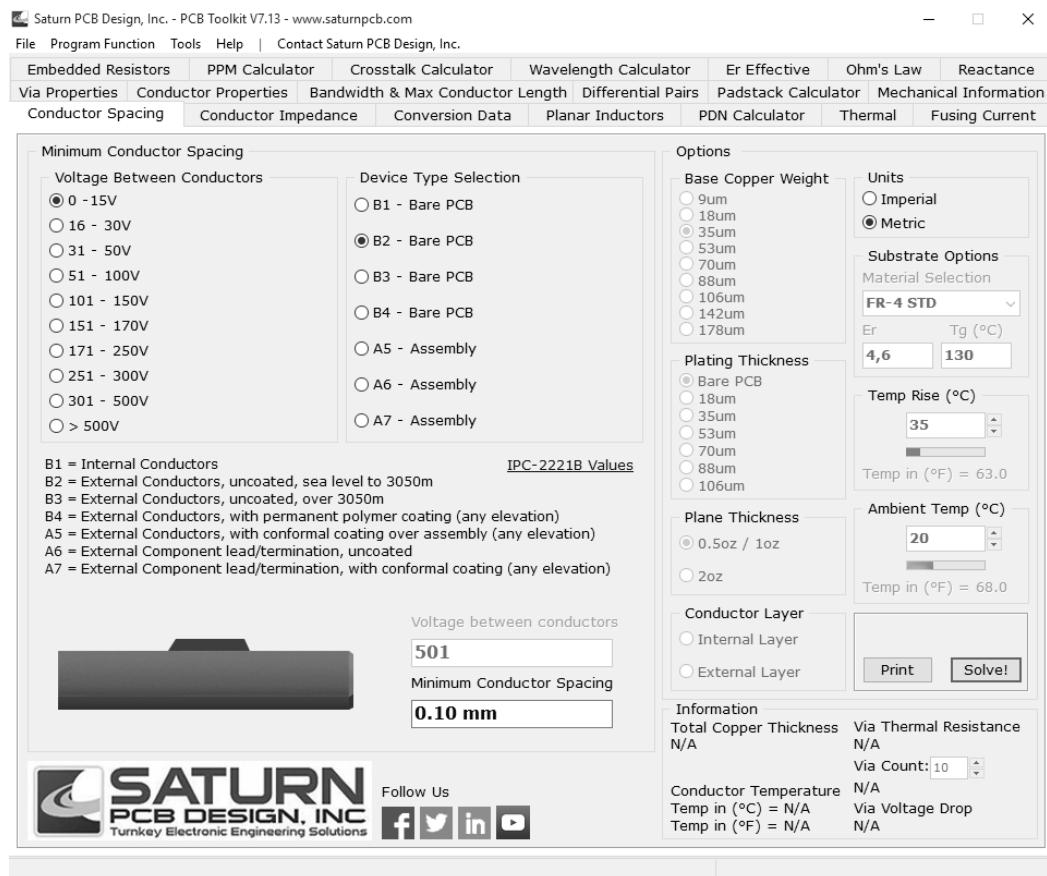


Рисунок 2.47 – Результати розрахунку мінімальної відстані між провідниками ДП

Наступний розрахунок імпедансу силової мережі провідників на ДП (Plane Calculator), який зображений на рисунку 2.48.

Таблиця 2.11 – Результати розрахунку силової мережі провідників

Вхідні параметри:	Початкові дані:
Er (діелектрична постійна),	4,6
Material (матеріал)	FR 4 STD (склотекстоліт)
Supply Voltage (напруга живлення), VDC (В)	5
Maximum Current (максимальне значення струму), Amps	0,9
Total Noise Margin (сумарні нелінійні спотворення), %	1
Transient Percentage (Відсоток переданої напруги), %	50
Вихідні параметри:	Результати розрахунків:
Target PDN Impedance (повний опір мережі живлення), Ohms	0.07778
Capacitive Reactance (ємнісний опір), Ohms	4.8054
Total Plane Capacitance (загальна ємність), pF	33120.00

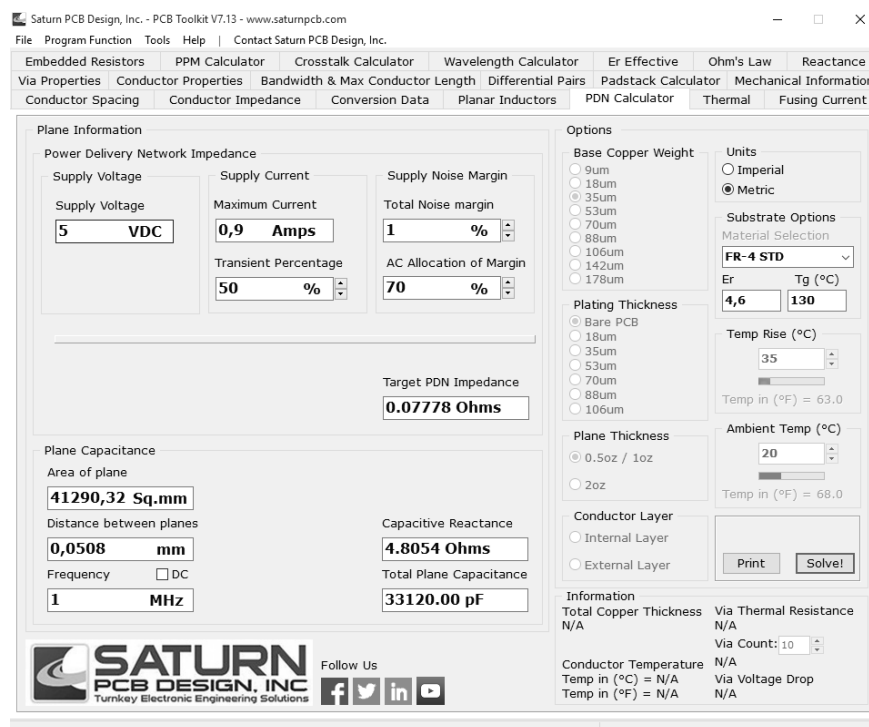


Рисунок 2.48 – Результати розрахунку силової мережі провідників

За результатами розрахунків проведемо трасування друкованої плати в середовищі Protheus 8 Professional, результат зображений на рисунку 2.49. Отже після проведенням електричного розрахунку плати, спроектована друкована плата підходить по всім параметрам [35].

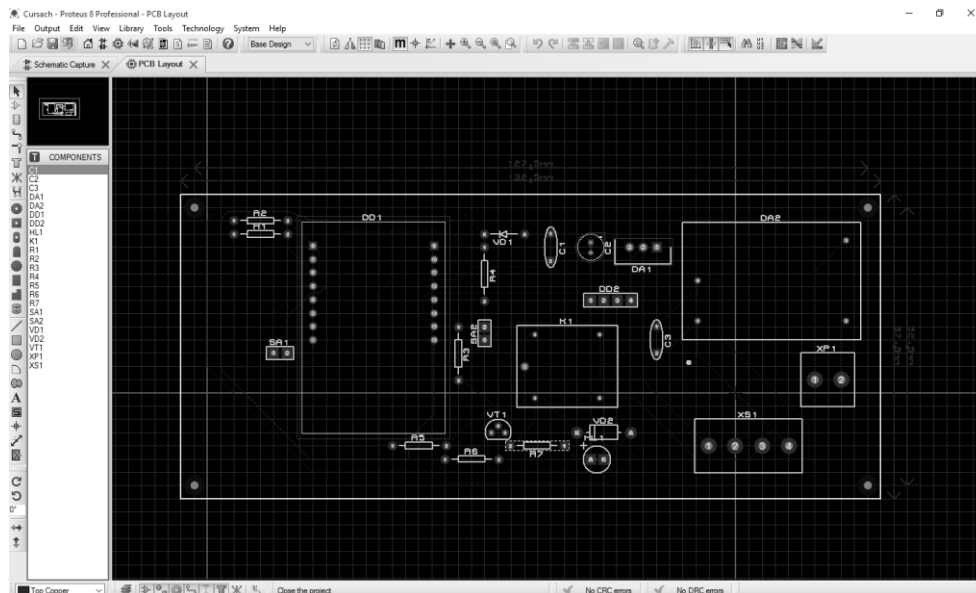


Рисунок 2.49 – Трасування друкованої плати в середовищі Proteus 8 Professional

2.5.2 Розрахунок надійності

Розрахунок надійності за раптовими відмовам проводиться з метою оцінки середнього часу напрацювання пристрою на відмову та ймовірність безвідомовної роботи до певного моменту часу.

Надійність – це властивість технічних об'єктів зберігати у часі у встановлених межах значення всіх параметрів, необхідних для виконання технічних (технологічних та ін.) функцій в заданих режимах і умовах застосування. Під технічними об'єктами розуміють пристрої, прилади, механізми, машини, комплекси обладнання, будівельні конструкції і споруди, технологічні операції і процеси, системи зв'язку, тощо [36].

Раптові відмови виникають раптово та приводять до повно втрати робоздатності вузла, а при відсутності дублювання, і всього пристрою. Причинами таких відмов можуть слугувати невірні умови експлуатації (підвищена вологість, напруга живлення і т.д.). Також до цього можуть призвести дефекти самих радіоелементів (мікротріщини, дефекти напівпровідників) .

Поступові відмови настають в наслідок процесів старіння, зносу радіоелементів, чи інших вузлів пристрою. Відмова настає тоді, коли зміна того чи

іншого параметру виходить за допустимі межі. Значно скоротити такі відмови можна розрахувавши час безвідмовної роботи пристрою, та спланувавши після цього терміни проведення профілактичних ремонтів та оглядів пристрою. Під інтенсивністю відмов $\lambda(t)$ розуміють відношення числа елементів, що відмовили, за одиницю часу до середнього числа елементів, що справно працюють у даний відрізок часу за формулою 2.1:

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N(t)\Delta t}, \quad (2.1)$$

де $n(t)$ – число елементів, що відмовили;

При $\lambda(t)=\text{const}$ ймовірність безвідмовної роботи виробу дорівнює: $P(t)=e^{-\lambda t}$.

Таким чином, знаючи інтенсивність відмов елементів як функцію часу, можна визначити ймовірність безвідмовної роботи протягом часу t .

Під середнім часом безвідмовної роботи T_{cp} розуміється математичне очікування часу роботи системи до відмови за формулою 2.2:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N_0} . \quad (2.2)$$

де N_0 - число елементів, що випробуються; t_i - час справної роботи виробу.

Для розрахунку ймовірність безвідмовної роботи використаємо інтерактивну систему основних конструкторсько-технологічних розрахунків РЕЗ (ІСОКТР РЕЗ), яка покликана допомогти у вирішенні основних завдань конструкторсько-технологічного проектування студентам радіотехнічних спеціальностей будь-якого ВНЗ. Програма працює з браузером тому для роботи з програмою необхідно мати підключення до мережі інтернет і браузер MS Internet Explorer. [37]

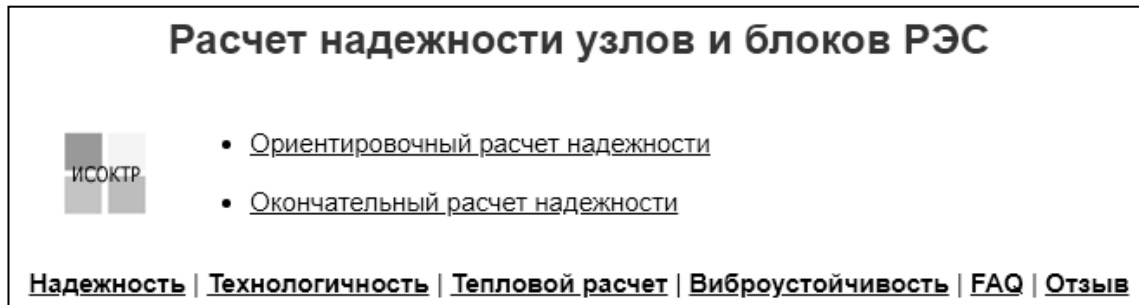


Рисунок 2.50 – Вікно програми ІСОКТР для розрахунку надійності

Окончательный расчет надежности узлов или блоков РЭС

Выберите условия эксплуатации РЭС:

- Лабораторные
- Стационарные
- Автофургонные
- Железнодорожные
- Корабельные
- Самолетные

Выберите условия окружающей среды (температура, влажность):

- температура - 20-40 °С, влажность - 60-70%
- температура - 20-25 °С, влажность - 90-98%
- температура - 30-40 °С, влажность - 90-98%

Выберите высоту, на которой эксплуатируется РЭС (атмосферное давление):

- 0-1 км (90...100 кПа)
- 1-2 км (80...90 кПа)

Рисунок 2.51 – Вікно програми ІСОКТР для розрахунку надійності (форма для заповнення інформації по радіоелементам)

Введите данные по ЭРЭ и элементам конструкции:

№	Наименование	Количество	Интенс. отказов λ_0	Кoeffициент $\alpha(T,$
1	Транзисторы кремниевые д	1	0.5 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	0.16
2	Диоды кремниевые	1	0.2 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	0.77
3	Диоды германиевые	1	0.157 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	0.15
4	Конденсаторы керамически	2	0.15 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	0.08
5	Конденсаторы электролити	1	0.035 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	0.40
6	Резисторы композиционны	7	0.016 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	0.26
7	Микросхемы со средней ст	2	0.013 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	
8	Большие интегральные схе	2	0.01 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	
9	Гнезда	2	0.01 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	
10	Реле малогабаритные	1	0.25 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	
11	Плата печатной схемы	1	0.7 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	
12	Пайка объемного монтажа	75	0.02 $\cdot 10^{-6}$ 1/час	

Рисунок 2.52 – Вікно програми ІСОКТР для розрахунку надійності (продовження)

FR	5,61 E-6, 1/год
MTBF	178218,17 год

Рисунок 2.56 – Результати розрахунку надійності

<i>T, тис. год</i>	0	40	80	90	100	143,348	167,913	172,826	177,739
<i>P(t)</i>	1,00	0,80	0,64	0,60	0,57	0,45	0,39	0,38	0,37

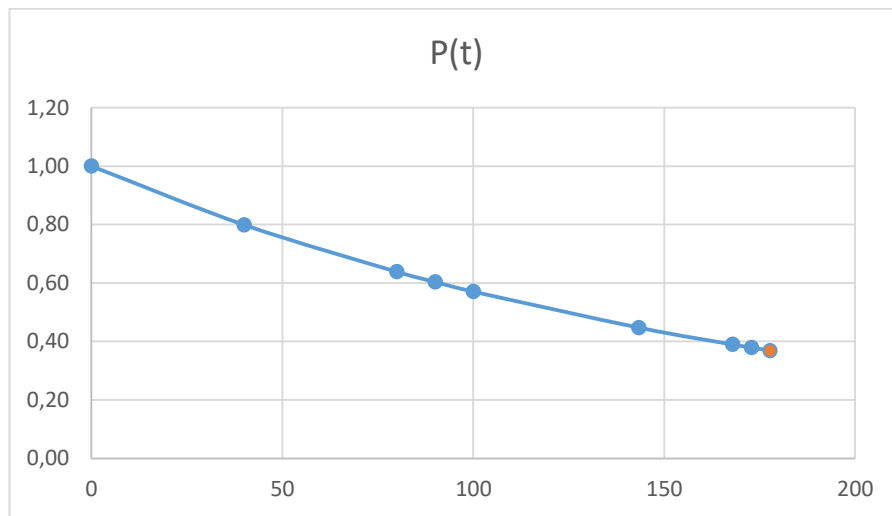


Рисунок 2.53 – Графік ймовірності безвідмовної роботи пристрою

З результатів розрахунку видно що інтенсивність відмови приладу приблизно $\lambda = 5,61 \cdot 10^{-6}$ 1/год., а час безвідмовної роботи приблизно $T_{cp} = 178000$ год, помаранчевим кольором виділена точка з ймовірністю 0,37.

3 МОДЕЛЮВАННЯ ОБМІНУ ДАНИМИ ДАТЧИКІВ ПРИСТРОЮ ТА ТЕСТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ

3.1 Дослідження підключення датчиків до сервера MQTT брокера та перевірка їх відображення у системі openHAB

Метою цього дослідження буде перевірка чи справно працює сервер, підключення датчиків та показано, як реалізоване підключення та їх відображення у системі.

Для того, щоб додати датчики індикації до сервера MQTT брокера, необхідно перейти до вкладки “Controllers”, далі натиснути кнопку “Add”, це показано на рисунку 3.1.

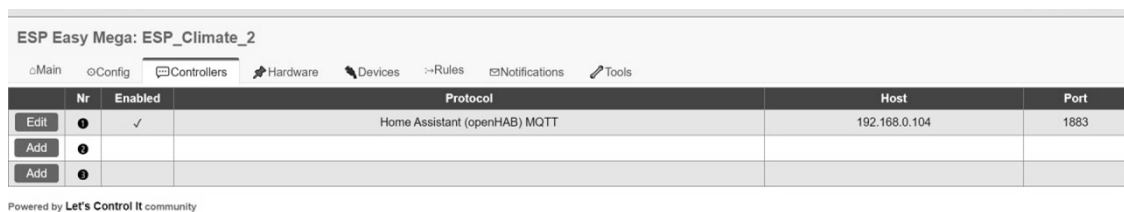


Рисунок 3.1 – Вкладка “Controllers”

Після натиснення кнопки, йде створення та прописання усіх потрібних параметрів для створення датчику індикації на сервері і його відображення у системі openHAB. Вибір протоколу зображено на рисунку 3.2.

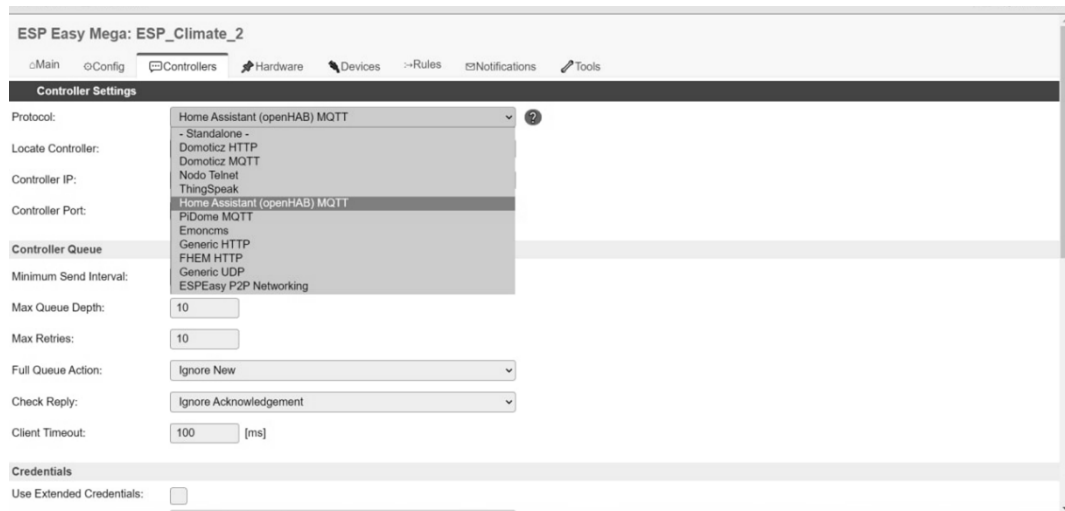


Рисунок 3.2 – Вибір протоколу

Після обрання потрібного протоколу, йде встановлення усіх необхідних параметрів для датчиків, починаючи з IP адреси мережі і порта, закінчуючи встановленням частоти вимірювання і показів інформації про температуру, вологість та тиск, все це зображено на рисунку 3.3.

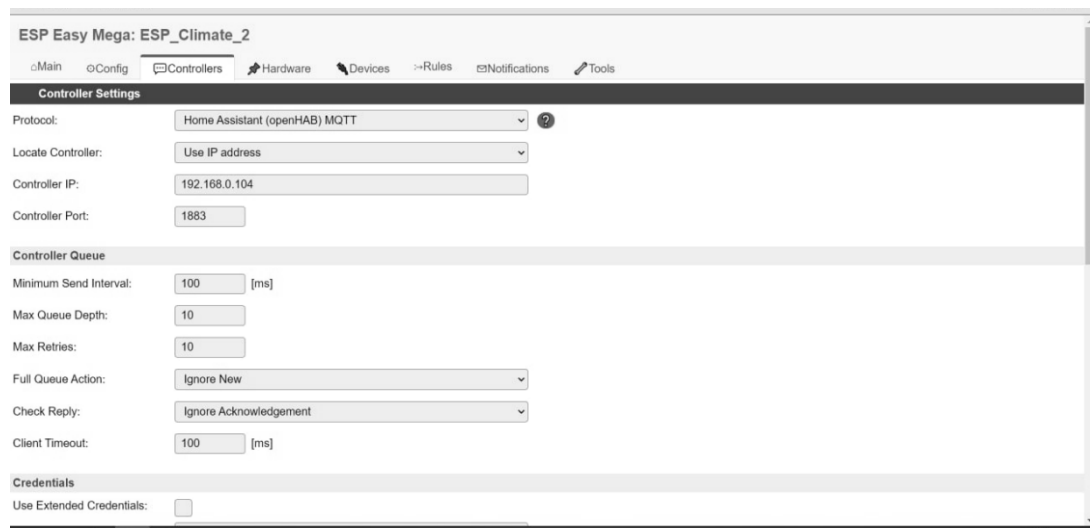


Рисунок 3.3 – Встановлення параметрів і значення для датчиків

Після встановлення усіх потрібних параметрів, йде встановлення значень для MQTT брокера, на рисунку 3.4.

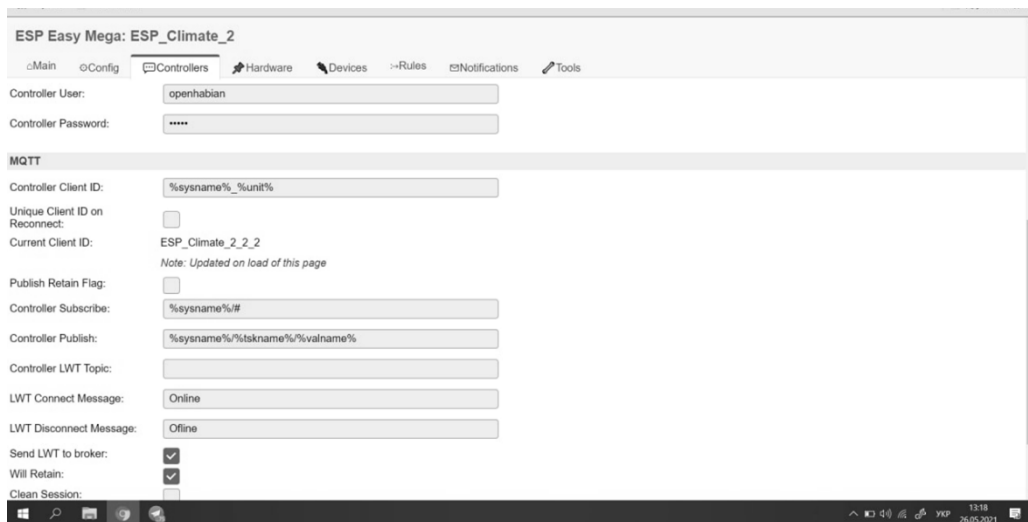


Рисунок 3.4 – Встановлення потрібних значень для MQTT брокера

Після встановлення усіх необхідних параметрів і натиснувши кнопку “Submit”, в системі openHAB датчик буде відображено, оскільки він ввімкнений, то в строці статус, відображено “Online”, це свідчить, що датчик успішно підключений, в системі відображено усі необхідні данні, шар датчика, IP адреса, місцезнаходження і його ідентифікаційний ключ в системі. Все зображено на рисунку 3.5.

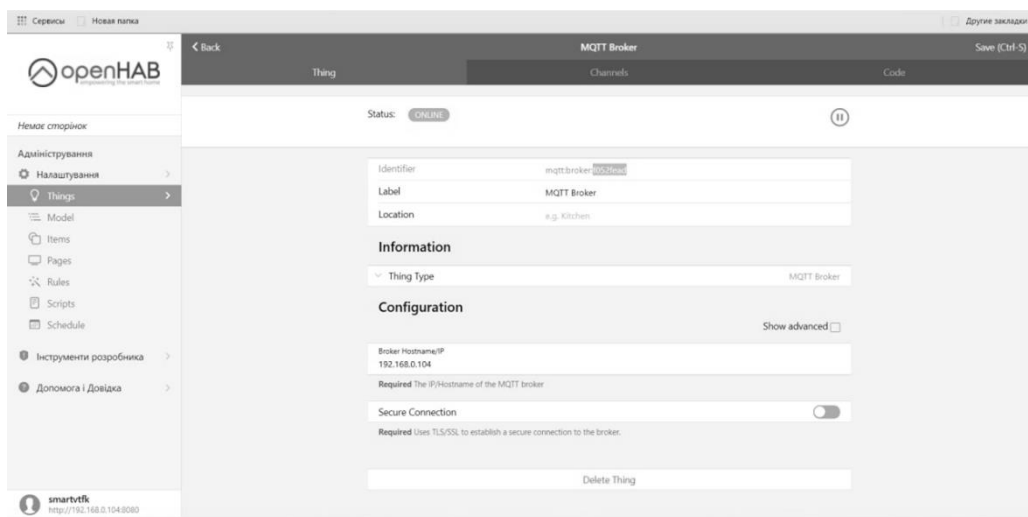


Рисунок 3.5 – Відображення та статус датчика в системі openHAB

На рисунку 3.6 показано статус усіх доданих датчиків та MQTT брокера та інформації по виміру температури, вологості та тиску, все вище перераховане знаходить в вкладці «Channels».

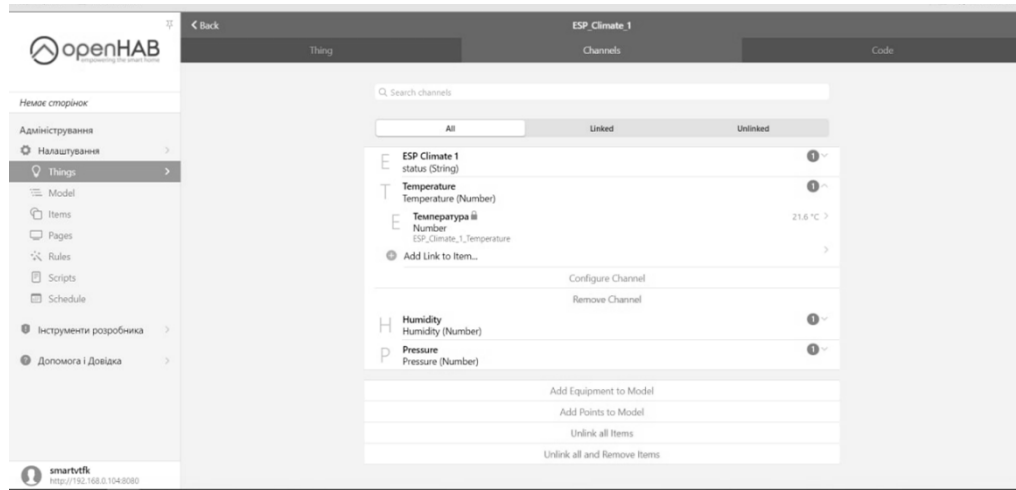


Рисунок 3.6 – Статус усіх датчиків в системі openHAB

Отже, після проведення дослідження було отримано бажаний результат, показана реалізація підключення датчиків до сервера та їх відображення у системі openHAB. Всі датчики показують справну роботу та передають дані на сервер, які можна переглянути у режимі реального часу. Також сам сервер було успішно створено та показана його робота.

3.2 Дослідження роботи датчиків та відображення інформації по температурі, вологості та тиску

Метою цього дослідження буде точність передання інформації по температурі, вологості та тиску. Чи немає якихось хибних даних у системі та чи працює модуль.

На рисунках 3.7 и 3.8, зображений інтерфейс системи openHAB та роботу двох датчиків, тобто статус, покази температури, вологості та тиску, також була додана українська мова для зручнішого перегляду даних.

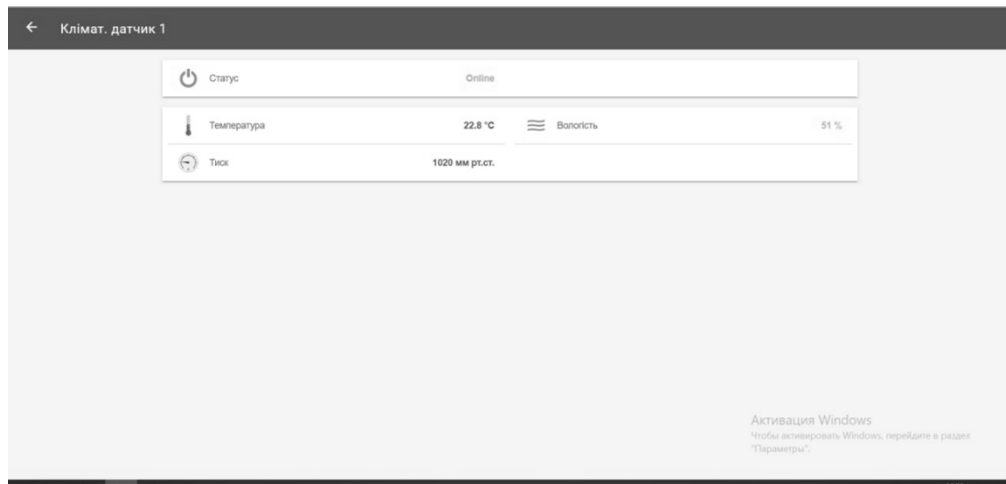


Рисунок 3.7 – Статус першого датчика та відображенні дані про стан температури, вологості та тиску

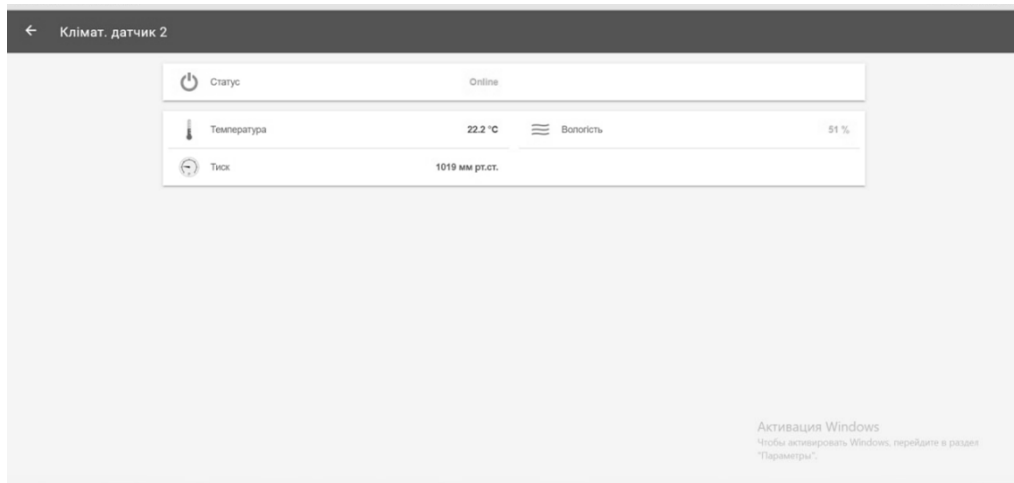


Рисунок 3.8 – Статус другого датчика та відображенні дані про стан температури, вологості та тиску

Далі на рисунках 3.9, 3.10, 3.11 відображено графіки температури вологості, тиску для першого датчика, також вказано дату та час виміру даних.

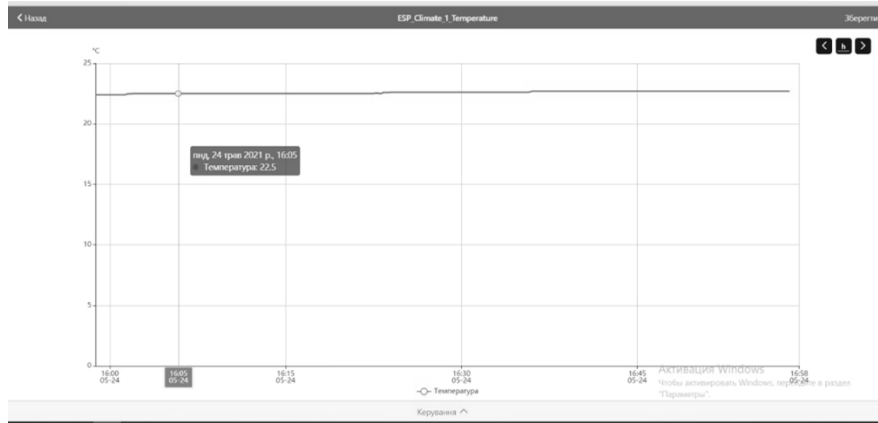


Рисунок 3.9 – Відображення температури першого датчика

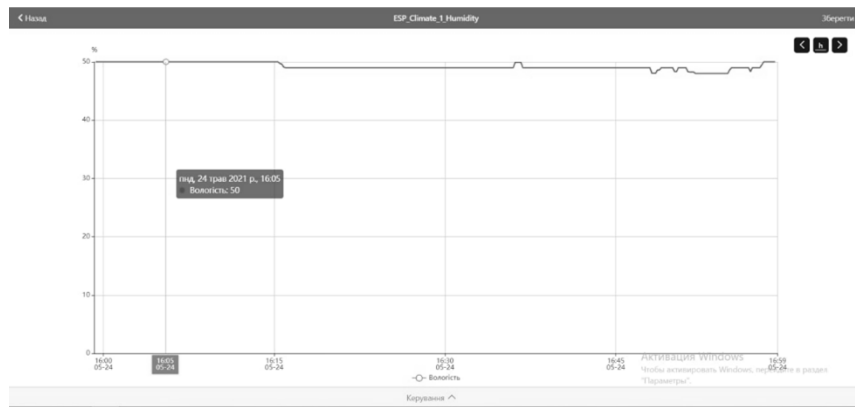


Рисунок 3.10 – Відображення вологості першого датчика

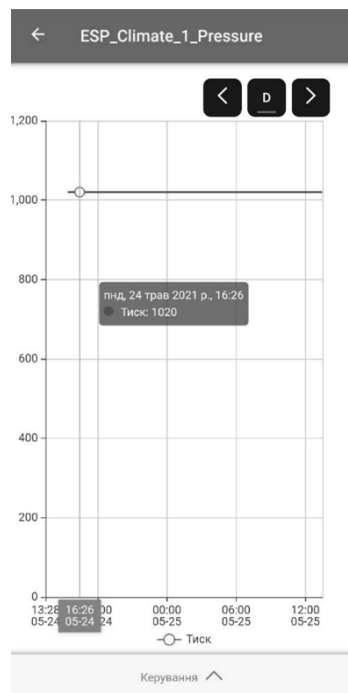


Рисунок 3.11 – Відображення тиску першого датчика

Далі на рисунках 3.12, 3.13, 3.14 відображено графіки температури вологості, тиску для другого датчика, також вказано дату та час виміру даних.

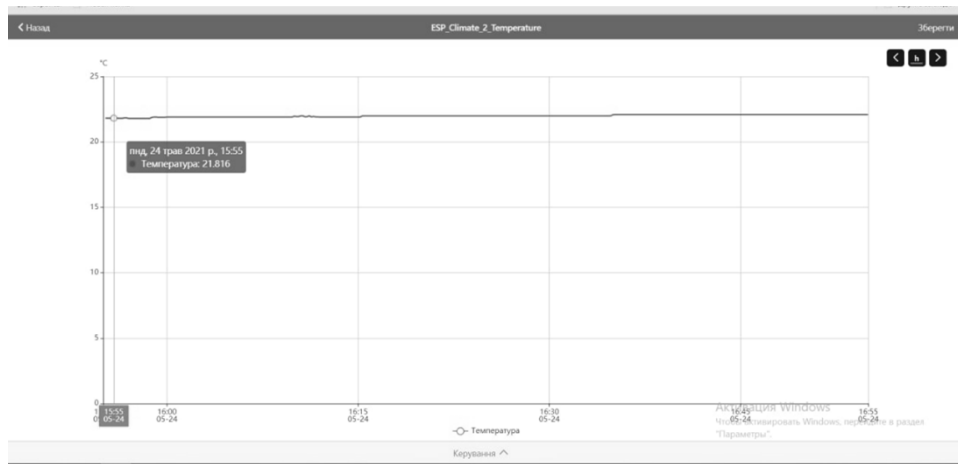


Рисунок 3.12 – Відображення температури другого датчика

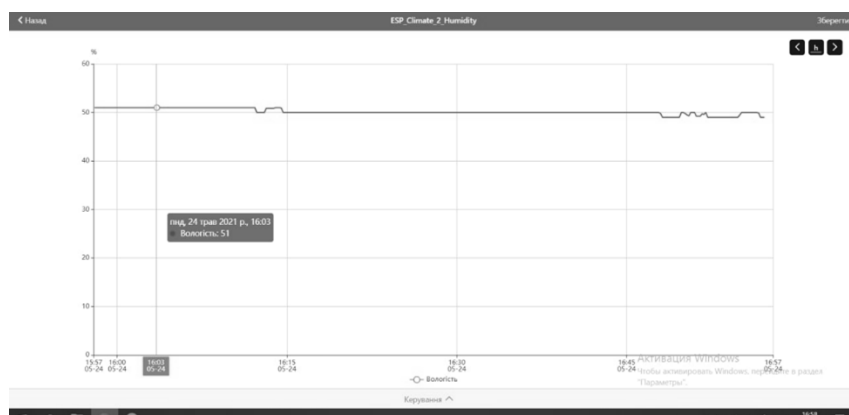


Рисунок 3.13 – Відображення вологості другого датчика

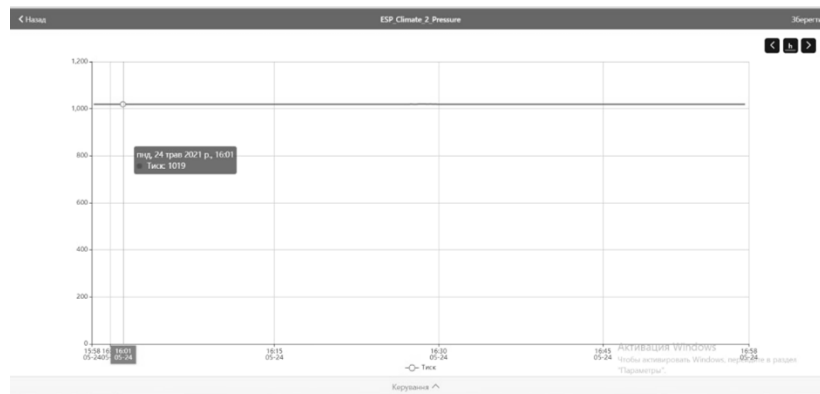


Рисунок 3.14 – Відображення тиску другого датчика

Також на рисунку 3.15 зображено вигляд мобільного інтерфейсу для системи openHAB, з виведенням основних значень та місцезнаходження датчиків на мапі [38].

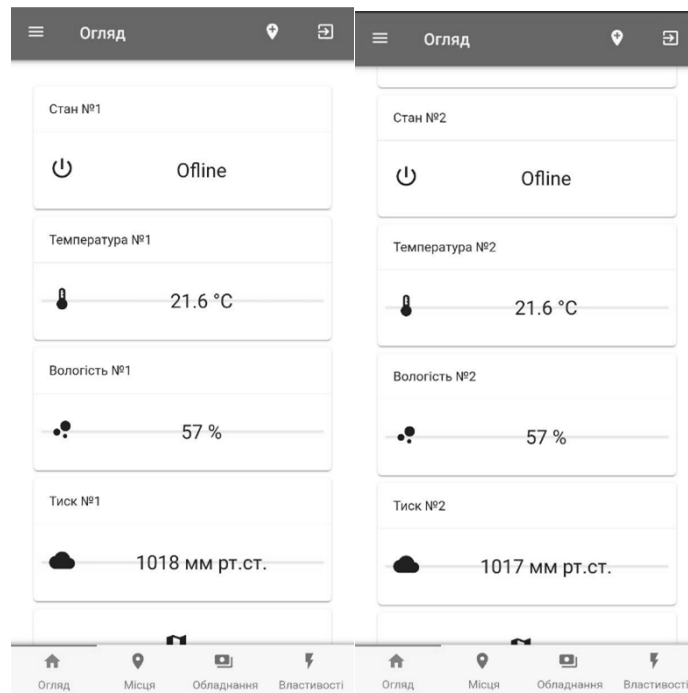


Рисунок 3.15 – Вигляд мобільного інтерфейсу системи openHAB

Отже після проведення усіх вимірювання, датчики передають не хибну інформацію. Модуль працює у відповідності з ТЗ, точність даних також відповідає ТЗ.

Процес його встановлення та настройки не передбачає якихось великих складнощів та професійних навичок. Усі графіки та величини відображенні у відповідності з реальним часом, також місцезнаходження мережі. Інтерфейс настроєний та працює, як у веб-інтерфейсі, так і в мобільному додатку.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці відіграє важливу роль у сучасному суспільстві, особливо в контексті прогресуючих технологій. Специфіка розробки технологічних продуктів, таких як портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом, вимагає особливої уваги до питань безпеки праці.

Аналізуються потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть призвести до травм або ушкодження здоров'я працівників. Застосовується методика, включаючи використання Наказ №246 [39] для аналізу цих факторів та розгляду методів управління їх безпекою.

У цій роботі обмежується розгляд питань безпечної експлуатації портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом, а також гігієни праці та промислової санітарії. Подано рекомендації щодо забезпечення безпеки працівників, а також розглянуто питання пожежної безпеки, які стосуються даної теми.

У процесі розробки портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом можуть виникнути різні шкідливі і небезпечні фактори.

Фізичні фактори, такі як підвищений рівень шуму від обладнання, надмірна освітленість або її недостатність, підвищена або понижена температура робочого простору, електромагнітні випромінювання від безпроводного інтерфейсу, статичне електричне поле.

Психофізіологічні фактори, такі як монотонна робота, що може призвести до втоми, стрес від високих термінів виконання роботи, перевантаження інформацією, що може призвести до психологічного стресу, довгий час проведений за екраном, що може призвести до проблем зі зором, недостатня фізична активність, що може призвести до проблем зі здоров'ям, некомфортна робоча поза, що може призвести до проблем з хребтом або шийним відділом хребта.

4.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи

4.1.1 Обладнання приміщення та робочого місця

Важливим аспектом є оптимальне розташування всіх компонентів робочого місця з урахуванням антропометричних, фізичних і психологічних вимог. Також потрібно враховувати характер роботи.

При організації простору для розробки робочого місця необхідно дотримуватися таких ключових умов: оптимальне розташування обладнання, що входить до складу робочого місця, і наявність достатнього робочого простору, що дозволяє виконувати всі необхідні рухи і переміщення.

У приміщенні загальною площею 21,05 м² і стелі висотою 3,1 м розташовано 3 робочі місця з комп'ютерами. Кожне робоче місце обладнане робочим столом площею 1,35 м², стільцем та персональним комп'ютером, який складається з монітора, системного блоку, клавіатури та миші.

При розташуванні елементів робочого місця користувача ПК слід враховувати наступні фактори:

- Комфортна робоча поза: Необхідно забезпечити таке розташування елементів робочого місця, щоб користувач міг зайняти комфортну позу під час роботи. Це означає правильну висоту та нахил монітора, належне розташування клавіатури та миші, а також підтримку правильної пози спини та кистей.

- Достатній простір: Робоче місце повинно мати достатній простір для розміщення користувача та його рухів. Це дозволяє виконувати рухи без обмежень і забезпечує комфортну роботу.

- Оптимальні характеристики робочого крісла: Важливо використовувати робоче крісло з належною підтримкою спини, налокітниками та можливістю регулювання висоти та нахилу. Це сприяє правильній позі і запобігає напруженню та втомі.

- Оптимальне розташування елементів: Елементи робочого місця, такі як монітор, клавіатура та миша, повинні бути розташовані таким чином, щоб користувач міг легко оглядати їх без напруження для очей або шиї.

– Регульованість: Додаткова можливість регулювання елементів робочого місця, таких як висота столу або монітора, дозволяє користувачу налаштувати їх відповідно до своїх індивідуальних потреб.

– Розміщення документації та матеріалів: Документація та матеріали, які використовуються користувачем, повинні бути зручно розміщені поруч з робочим місцем, щоб уникнути зайвих зусиль та непродуктивного переміщення.

Площа приміщення, що припадає на кожного працівника, становить 7,01 кв. м, а об'єм повітря в робочій зоні - 20,85 куб. м. Знайдені значення відповідають встановленим вимогам, оскільки площа одного робочого місця для працівника, що використовує комп'ютер, не повинна бути меншою за 6 кв. м, а об'єм - менший за 20 куб. м [40].

У робочому місці розробника стіл і крісло є основними складовими. Сидяче положення є основним робочим станом, який сприяє зниженню стомлення працівника. Планування робочого місця включає чіткий порядок і постійність розташування предметів, робочих інструментів і документів. Предмети, які використовуються найчастіше, повинні бути розташовані в зоні легкого доступу всередині робочого простору.

Для забезпечення комфорту під час роботи необхідно дотримуватися наступних вимог до столу:

– Поверхня столу повинна мати властивості, що уникають появи відблисків у полі зору, забезпечуючи комфортне сприйняття робочого середовища;

– Вибір висоти столу має забезпечувати вільне сидіння в зручній позі і можливість спиратися на підлокітники за необхідності;

– Стіл повинен мати конструкцію з наявністю висувних шухляд, не менше трьох, для зручного зберігання документації та канцелярських приладь;

– Нижня частина столу повинна бути спеціально сконструйована, щоб дослідник міг комфортно сидіти, не відчуваючи дискомфорту через обтискання ніг;

– Рекомендована висота робочої поверхні столу повинна знаходитися в діапазоні 680-760 мм. Висота поверхні, на яку розміщується клавіатура, рекомендується близько 650 мм [41].

4.1.2 Електробезпека приміщення

Приміщення, де використовуються персональні комп'ютери, відносяться до приміщень, які не є особливо небезпечними щодо електричного струму. Вимоги щодо електробезпеки та пожежної безпеки для таких приміщень полягають у належній відповідності комп'ютерам, обладнанню, проводам та кабелям вимогам безпеки та наявності пристроїв захисту від короткого замикання.

Лінії електричної мережі комп'ютерів у приміщенні втілені як окрема групова трипровідна мережа, використовуючи фазовий, нульовий робочий та нульовий захисний провідники. При цьому площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідників повинна бути не меншою за площу перерізу фазового провідника.

Мережі для під'єднання комп'ютерів мають електричні з'єднання та розетки, які, крім контактів фазового і нульового робочого провідників, мають спеціальні контакти для під'єднання нульового захисного провідника, який під'єднується перед ними. Порядок розімкнення мережі має бути зворотним.

Мережі штепсельних з'єднань та електричних розеток виконані за основною схемою, по 3-6 в одному ланцюжку. Оскільки вони розташовані вздовж стін, проводи прокладені по підлозі в металевих трубах і гнучких металевих каналах. Металеві трубки і гнучкі металеві канали мають заземлення.

Для забезпечення безпеки від електротравм в приміщенні вживаються такі заходи:

- Використання захисних пристроїв (автоматичні вимикачі, RCD);
- Правильна установка та обслуговування електрообладнання;
- Безпечна організація робочого простору;
- Правильне використання розеток та електричних приладів;
- Правила особистої безпеки (навчання персоналу правилам безпеки).

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень нормується в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і періоду року.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [42], мікроклімат виробничих приміщень визначає умови внутрішнього середовища, що впливають на тепловий обмін працюючих. Ці умови залежать від температури, вологості, швидкості руху повітря, температури поверхонь та інтенсивності опромінення.

Портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом відноситься до категорії 1 а. [43].

Допустимі параметри мікроклімату для категорії 1а наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату здійснюється: Вентиляція приміщення, регулювання опалення та кондиціонування повітря, утримання оптимальної вологості.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

У сучасній техніці використовуються багато речовин, які можуть потрапляти в повітря і становити небезпеку для здоров'я людей. Токсичні речовини - це речовини, які, взаємодіючи з організмом людини через порушення техноло-

гічного процесу, можуть спричиняти професійні захворювання, промислові травми або відхилення у стані здоров'я.

Токсичні речовини у робочій зоні можуть поширюватися у формі парів, газів або пилу. Вплив на організм людини залежить від хімічного складу, розміру, форми частинок та їх кількості.

У приміщенні, де проводяться дослідження властивостей портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з бездротовим інтерфейсом, може відбуватися збільшена концентрація пилу та озону. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин, які присутні в даному приміщенні (відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [44]), перелічені у таблиці 4.2.

Для забезпечення якості повітря у робочій зоні рекомендується застосовувати механічну вентиляцію та забезпечувати регулярне прибирання та провітрювання.

Таблиця 4.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1

4.2.3 Виробниче освітлення

Освітлення на робочих місцях має на меті забезпечення необхідних умов для виробничого процесу, безпечного переміщення людей та руху транспорту. Це є обов'язковим вимогами у всіх приміщеннях виробництва.

Щодо природного освітлення, рекомендується використовувати бічне освітлення, якщо це можливо, з одного боку приміщення. Сучасні стандарти визначають мінімальний рівень освітленості, який встановлюється з урахуванням зорової активності, контрастності об'єкта та фону.

Один з нормативних параметрів для природного освітлення - це коефіцієнт природного освітлення (КПО). Значення КПО встановлюються залежно від

виду зорової діяльності. Норми освітленості для штучного освітлення та КПО (для регіону зі світловим кліматом III) при природному та комбінованому освітленні наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Високої точності	0,3 – 0,5	III	г	великий	світлий	700	300	5	2	3	1,2

Заходи, що передбачені для забезпечення відповідного освітлення, включають: Встановлення достатньої кількості освітлювальних приладів, використання підсвічування, розміщення джерел світла на оптимальній висоті та регулярне обслуговування освітлювальної системи.

4.2.4 Виробничий шум

Під час проведення досліджень властивостей портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом, на робочому місці дослідника виникає перешкодний звук, який походить від функціонування системних блоків, принтерів, сканерів, обладнання для кондиціонування повітря, вентиляторів систем охолодження і трансформаторів.

Нормативні вимоги щодо шуму, ультразвуку та інфразвуку на робочому місці описані в ДСН 3.3.6.037-99 [45]. За умови виконання роботи (характер ро-

біт і характер шуму), допустимі рівні звукового тиску повинні відповідати гігієнічним стандартам, і рівні звуку L_A не повинні перевищувати 50 дБА, що можна знайти в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску та звуку

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструювання та проектування	82	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення прийнятних рівнів шуму (поліпшення шумового середовища) в приміщенні рекомендується використовувати безшумні комп'ютери з пасивним охолодженням.

4.2.5 Виробничі випромінювання

В проекті, де присутні електромагнітні випромінювання, важливо дотримуватися вимог щодо рівнів електромагнітного випромінювання та магнітних полів, щоб забезпечити безпеку працівників.

Необхідно зберігати рівні інфрачервоного випромінювання в межах припустимих норм, а також контролювати рівні ультрафіолетового випромінювання, щоб вони не перевищували лімітів.

Максимально допустиме значення напруженості електростатичного поля на робочих місцях також повинно бути в межах встановлених вимог.

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на працівників рекомендується оптимізувати організацію робочого простору, правильно розташовувати технологічне обладнання, дотримуватися гігієнічних режимів праці та відпочинку, а також обмежувати перебування в зоні випромінювання.

4.3 Пожежна безпека

Для запобігання виникненню пожеж здійснюється, передусім, шляхом усунення можливості утворення горючих або вибухонебезпечних середовищ і джерел запалювання. На підприємстві повинна бути належна пожежна безпека, яка запобігає небезпечним пожежним факторам, що впливають на людей, та обмежує матеріальні збитки від них.

Забезпечення пожежної безпеки об'єкта вимагає системи запобігання пожеж, системи протипожежного захисту і системи організаційно-технічних заходів [46].

Основною метою пожежної безпеки об'єкта є запобігання виникненню пожежі на рівнях, встановлених нормативами, а у разі виникнення пожежі - обмеження її поширення, своєчасне виявлення та гасіння, а також захист людей і матеріальних цінностей. Категорія приміщення Д. можливими причинами пожежі є:

- Порушення правил експлуатації техніки;
- Надмірне навантаження електричної мережі та перегрів проводів і з'єднань.
- Електричні короткі замикання
- Запалення сміття або інших матеріалів
- Куріння
- Необережність персоналу
- Невиконання пожежних норм і правил
- Відсутність або неефективність систем пожежогасіння

Система запобігання пожежі передбачає:

- Регулярний контроль ізоляції для забезпечення її цілісності;
- Наявність спеціально відведених місць для куріння;
- Проведення періодичних навчань з протипожежної безпеки;
- Уникання накопичення горючих матеріалів у приміщенні;
- Встановлення системи захисту від атмосферних розрядів.

4.3.1 Технічні рішення системи протипожежного захисту

Серед причин, що можуть призвести до виникнення пожежі в приміщенні, можна виділити наступні:

- КЗ (коротке замикання) електричного кола;
- надмірне навантаження електричної мережі, що може спричинити перегрів струмопровідних деталей та з'єднань;
- порушення правил з техніки безпеки.

При аварійних ситуаціях може відбутися раптове викидання теплової енергії, яке може послужити причиною пожежі.

Заходи щодо запобігання пожежі включають:

- систематичну перевірку електричних частин обладнання на наявність дефектів;
- регулярне проведення навчань з пожежної безпеки;
- дотримання вимог пожежної безпеки на робочому місці.

Після закінчення роботи від усіх електроприладів, а також з мереж їх живлення повинна бути відключена напруга (за винятком протипожежних та охоронних установок). Електропроводи для підключення комп'ютерів, приладів повинні прокладатися по негорючих конструктивних елементах.

Згідно норм [47] на кожні 20 м² площі приміщення вказаних категорії та класу пожежовибухонебезпеки та можливих класів пожеж – А, В і Е розміщується один порошковий або вуглекислотний вогнегасник з масою заряду від 3 до 5 кг. Крім того на поверсі, де знаходиться приміщення слід забезпечити наявність двох порошкових вогнегасники з масою заряду 10 кг.

Тому в приміщенні буде розташовуватися два порошкових вогнегасники, які будуть розміщуватись в різних його кінцях, на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для їх повного відчинення. Підходи до місця розташування вогнегасників мають бути завжди вільними. Для зазначення місцезнаходження вогнегасників буде встановлений вказівний знак. Знак розташовують на видних місцях на висоті 2,0 - 2,5 м від рівня підлоги.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській дипломній роботі було розглянуто питання розробки портативного пристрою моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом Модуль вимірювання реалізований на базі мікроконтролера ESP 8266 з інтерфейсом WiFi, комбінованого датчика BME280, AC-DC перетворювача напруги. У проекті розроблена схема пристрою, розроблено програмне забезпечення в середовищі Arduino IDE, виконаний розрахунок друкованої плати та надійності з застосуванням прикладного програмного забезпечення.

Розглянуто питання програмування мікроконтролера, налаштування пристрою та підключення його до вебсервера openHAB, розглянуто типові несправності та методи їх усунення.

Проведено моделювання роботи з підключенням до середовища openHAB. Сервер показує стабільну роботу та підключенні датчики передають інформацію по температурі, вологості та тиску та є можливість перегляду інформації, як у веб-інтерфейсі, так і в мобільному додатку.

Прилад має значні переваги над схожими аналогами, головними з яких є поєднання в собі декількох функцій такі як вимірювання температури, вологості та тиску, з'єднання по Wi-fi, показ інформації по температурі, вологості та тиску по часу, дню тижня та побудова по вимірюваному значенню графіків, переваги у конструкторському плані такі як компактність, сучасність елементної бази, можливість перегляду в будь-якій точці світу. Також було проведено розрахунки з розділу , охорона праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. S. I. Piltyay, A. V. Bulashenko, and I. V. Demchenko. Wireless sensor network connectivity in heterogeneous 5G mobile systems. IEEE Int. Conf. on Problems of Infocommunications. Science and Technology, Kharkiv, Ukraine, October 2020, pp. 625–630.
2. A.V. Bulashenko. Evaluation of D2D communications in 5G networks. Visnyk NTUU KPI Seriiia – Radiotekhnika, Radioaparotobuduvannia, vol. 81, pp. 21–29, December 2020. DOI:10.20535/RADAP.2020.81.21-29.
3. A.V. Bulashenko, S.I. Piltyay and I.V. Demchenko. Energy efficiency of the D2D direct connection system in 5G networks. IEEE Int. Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology, Kharkiv, Ukraine, October 2020, pp. 537–542.
4. J.G. Chieh, et al. Development of flat panel active phase array antennas using 5G silicon RFICs at Ku- and Ka-band. IEEE Access, vol. 8, pp. 192669–192681, 2020.
5. "Wireless Sensor Networks for Environmental Monitoring: The Climate Challenge" by Jesus Hamilton Ortiz.
6. "Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications" by Kazem Sohraby, Daniel Minoli, and Taieb Znati.
7. "Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems" by Mohammad Ilyas and Imad Mahgoub.
8. "Wireless Sensor Networks: Concepts, Applications, Experimentation and Analysis" by Hossam Mahmoud Ahmad Fahmy and Manoj Kumar Jha.
9. A. Gaudot-Herberich, M. Faure, et al. "Development of a Portable Weather Station for Environmental Monitoring Applications", Sensors, 2018, 18(11), 3751. DOI: 10.3390/s18113751.
10. S. R. Ramachandran, K. Sivakumar, et al. "Design and Development of a Portable Weather Monitoring System using Arduino", International Journal of Engineering Research & Technology, 2015, 4(11), 118-122.

11. K. De Boer, M. Uffelen, et al. "Portable Remote Monitoring Weather Station", Proceedings of the 2nd International Workshop on Environmental Multimedia Retrieval, 2014.
12. Davis Instruments. URL: <http://www.davisinstruments.com/>
13. Ambient Weather. URL: <http://www.ambientweather.com/>
14. Wemos D1 R2 и mini на основі esp8266. URL: <https://cutt.ly/shP6uXk>.
15. Пістун І.П., Катренко Л.А., Кіт Ю.В. Охорона праці. Навчальний посібник з практикумом. Університетська книга. 2011. 540 с.
16. Датчик температури Dallas DS18B20 (18B20). URL: <https://cutt.ly/JnmRRh4>
17. Взаємодія BME280, датчика температури, вологості та тиску, з Arduino. URL: <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v18i2.14843>
18. Блок живлення компактний Hi-Link HLK-PM01. URL: <https://arduino.ua/prod1797-modyl-pitaniya-tsp-05-220v-5v-3vt>
19. Реле SRD-05VDC-SL-C опис, характеристики. URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/srd-05vdc-sl-c_108598.html
20. WeMos D1 Mini Контролер WiFi на чипі ESP8266EX. URL: https://www.wemos.cc/en/latest/d1/d1_mini.html
21. Термоелектричний привід Danfoss 220В NC Twa-k 088H3142 на клапани з різьбленням M30X1.5. URL: <https://magazun.com/p132682-uk/>
22. ESPlorer IDE: середовище розробки для Wemos та ESP8266. URL: <https://www.esp8266.com/viewtopic.php?t=882>
23. Erick Myers. Arduino: The Arduino Book is the Ultimate Guide to Learn And Understand Arduino Programming. NY.: Amazon Digital Services LLC, 2019. 131 p.
24. Practical Electronics: A Complete Introduction. Malcolm Plant. 2014.
25. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects. John Boxall. 2013.
26. Цифровий професійний мультиметр Digital DT9205A. URL: <https://shorturl.at/cCGS9>

27. Блок живлення AIDA AD-1502D+, 15V, 2A, цифрова індикація, RF індикатор, автовідновлення після КЗ. URL: <https://gsm-forsage.com.ua/blok-pitaniya-aida-ad-1502d-15v-2a-cb-00005322.html>
28. Портативний вимірювач температури та вологості повітря МН2001Т. URL: <https://cutt.ly/knmRYO1>
29. Маршрутизатор Xiaomi Mi WiFi Router 4C (DVB4231GL). URL: https://allo.ua/ua/wi-fi-routery/xiaomi-mi-wifi-router-4c-dvb4209cn_2.html
30. Practical Electronics: A Complete Introduction. Malcolm Plant. 2014.
31. How Technology Works. Dorling Kindersley. 2019.
32. Цирульник С. М. Проектування мікропроцесорних систем. Вінниця: ВНТУ, 2012. 191с.
33. Play with dweet. URL: <https://dweet.io/play/>
34. Цирульник С. М. Проектування мікропроцесорних систем. Вінниця: ВНТУ, 2012. 191с.
35. Гаврілов Д. В., Осадчук О. В., Звягін О. С. Основи комп'ютерного проектування та моделювання РЕА. Лабораторний практикум Частина 1: лабораторний практикум. Вінниця : ВНТУ, 2015. 99 с.
36. Database Reliability Engineering: Designing and Operating Resilient Database Systems 1st Edition. Laine Campbell. 2017.
37. Module level reliability performance evaluation of digital reactor protection system considering the repair and common cause failure. URL: <https://shorturl.at/ksxY9>
38. Empowering the smart home. URL: <https://www.openhab.org/>
39. НАКАЗ 21.05.2007 N 246 Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text>
40. Про мінімальні вимоги безпеки при роботі з дисплейним обладнанням URL: <http://docs.pravo.ru/document/view/32704903/>.

41. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php.

42. Правила улаштування електроустановок. URL: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

43. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

44. Гігієнічна класифікація праці (за показниками шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища від 12.08.1986 № 4137-86. - URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4137400-86>

45. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

46. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php

47. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759

Додаток А
(обов'язковий)

**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (БАКАЛАВРСЬКОЇ) ДИПЛО-
МНОЇ РОБОТИ**

**ПОРТАТИВНИЙ ПРИСТРІЙ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОПАРАМЕТ-
РІВ З БЕЗПРОВІДНИМ ІН-ТЕРФЕЙСОМ**

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: «Портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом»

Тип роботи: БДР
(БДР, МКР)

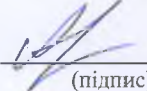
Підрозділ ІРТС, ІЕС
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 90,67% Схожість 9,33%

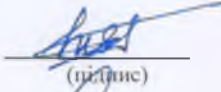
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)

Олександр ЗВЯГІН
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи 
(підпис)

Олександр ЯКИМЕНКО
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи 
(підпис)

Олександр ПАСТУШЕНКО
(прізвище, ініціали)

Додаток Б
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**ПОРТАТИВНИЙ ПРИСТРІЙ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ З
БЕЗПРОВІДНИМ ІН-ТЕРФЕЙСОМ**

Виконав: студент 2(4)-го курсу, групи ТКР-21мс
спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)


Якименко О.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник: асистент каф. ІРТС


Пастушенко О.Л.

(прізвище та ініціали)

« 18 » 06 2023 р.

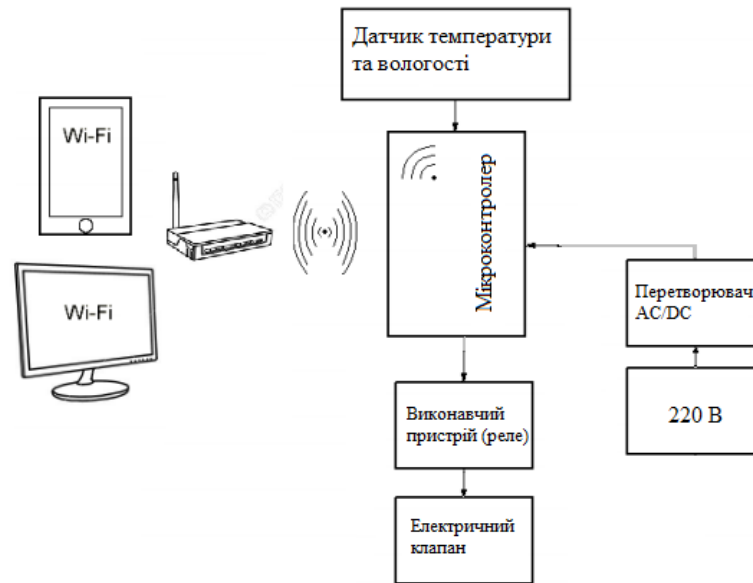


Рисунок 1 – Структурна схема мережі

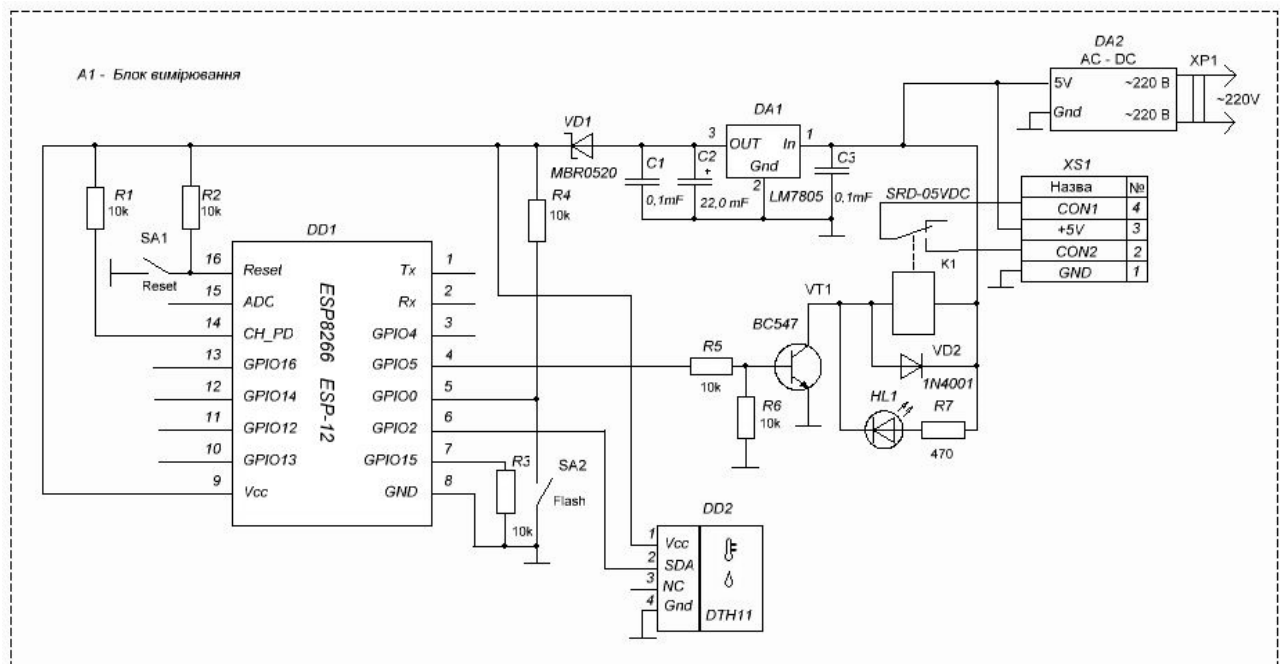


Рисунок 2 – Функціональна схема

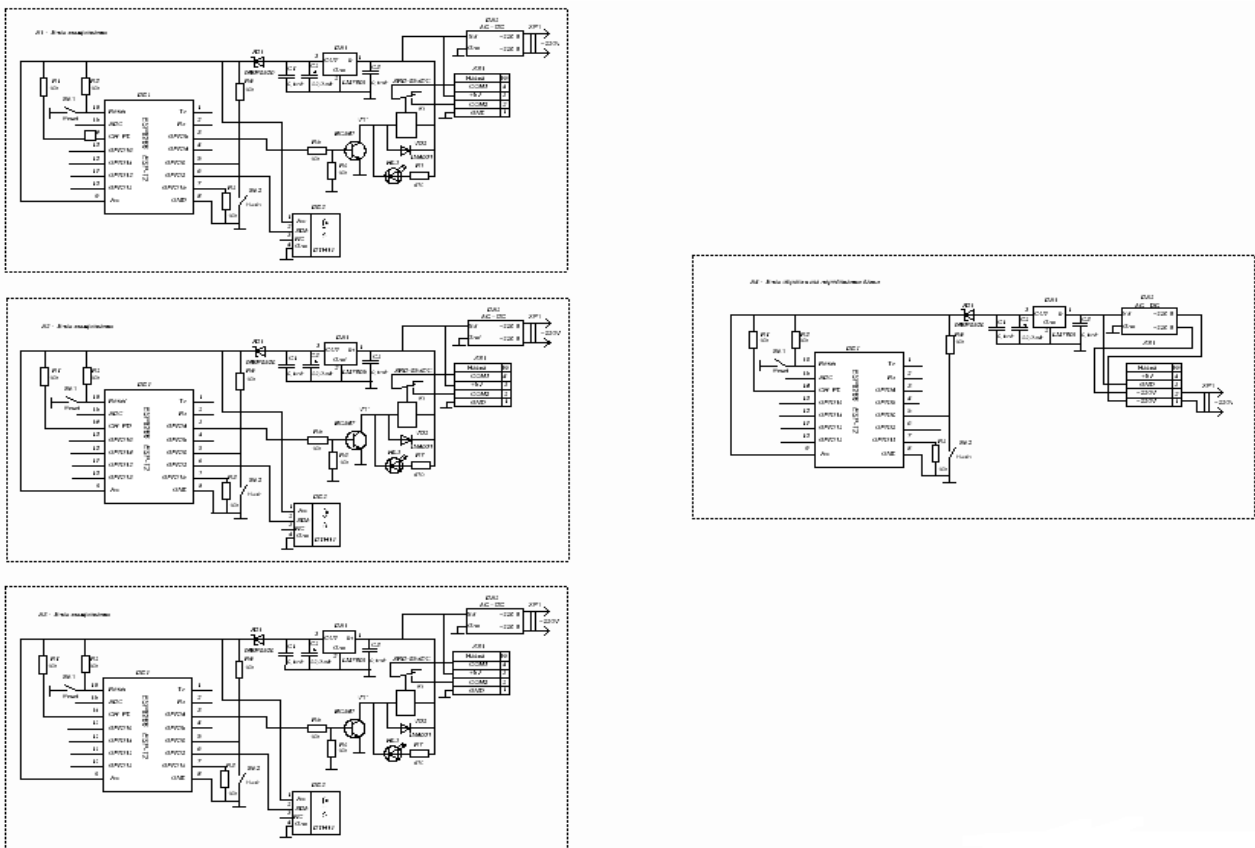
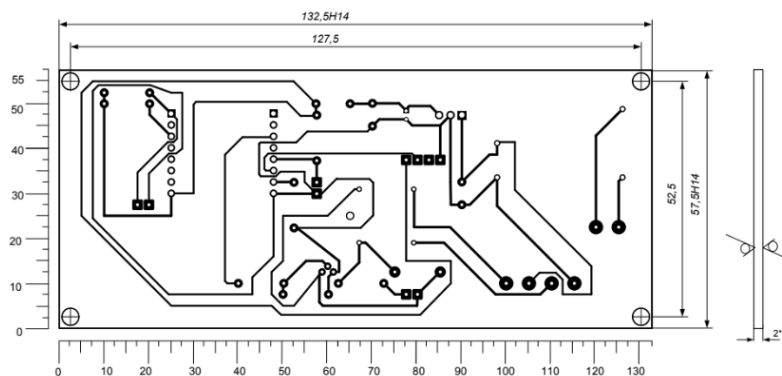


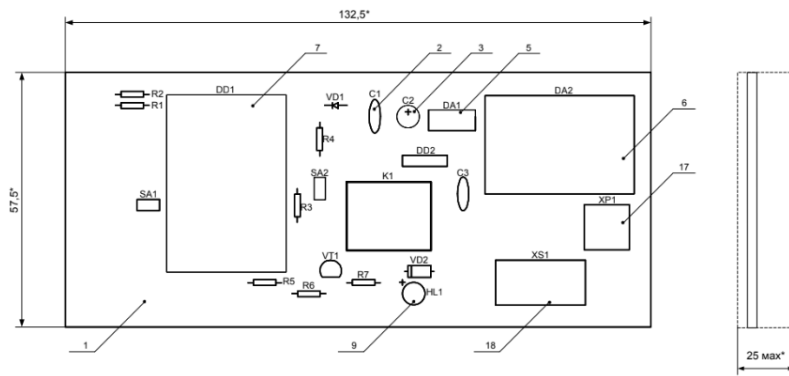
Рисунок 3 – Схема електрична принципова



Умовне позначення отвору	Діаметр отвору, мм	Наявність металізації в отворі	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
■	0,6±0,1	немає	2,35±0,1	10
○	1±0,1	немає	1,2±0,1	14
□	1±0,1	немає	1,5±0,1	2
●	0,7±0,1	немає	1,2±0,1	20
●	0,7±0,1	немає	3±0,1	6
●	0,7±0,1	немає	2,2±0,1	2
○	0,7±0,1	немає	1,6±0,1	3
○	0,7±0,1	немає	1,1±0,1	4
○	0,85±0,1	немає	1,3±0,1	4
⊕	3,5±0,1	немає	немає	4

- 1.* Розмір для довідок.
2. Плату виготовити негативним методом.
3. Крок координатної сітки 2,5 мм. Лінії сітки умовно нанесені через одну.
4. Конфігурацію провідників витримати по координатній сітці.
5. Провідники умовно позначені суцільними лініями виконати шириною 1±0,1 мм, в вузьких місцях 0,5 мм.
6. Відстань між провідниками не менше 0,8мм, в вузьких місцях - 0,4мм.
7. Плата повинна відповідати ГОСТ23752-79.

Рисунок 4 – Друкована плата



1. * Розмір для довідок з елементами.
2. Розмір забезпечується робочим інструментом.
3. Друковані провідники умовно не показані.
4. Припой ПОС61 ГОСТ21930-76.
5. Встановку елементів проводити за ОСТ.4ГО 010.030-81
6. Плату після зборки покрити емаллю ЕП-572, колір білий, ТУ6-10-1539-76.

Рисунок 5 – Складальне креслення

Додаток В
(довідниковий)

Портативний пристрій моніторингу метеопараметрів з безпроводним інтерфейсом

```
#!/usr/bin/env python
#####
#define
#####
from collections import OrderedDict
import os.path
import shlex
import subprocess
import sys
import glob
import os

TOTAL_IRAM = 32786;
TOTAL_DRAM = 81920;

env="spec_memanalyze_ESP8266"

sections = OrderedDict([
    ("data", "Initialized Data (RAM)"),
    ("rodata", "ReadOnly Data (RAM)"),
    ("bss", "Uninitialized Data (RAM)"),
    ("text", "Cached Code (IRAM)"),
    ("irom0_text", "Uncached Code (SPI)")
])

def abort(txt):
    raise(Exception("error: "+txt))
def analyse_memory(elfFile):
    command = "%s -t '%s' " % (objectDumpBin, elfFile)
    response = subprocess.check_output(shlex.split(command))
    if isinstance(response, bytes):
        response = response.decode('utf-8')
    lines = response.split('\n')
    # print("{0: >10}|{1: >30}|{2: >12}|{3: >12}|{4:
>8}".format("Section", "Description", "Start (hex)", "End (hex)",
"Used space"));
    # print("-----");
    -----");
    ret={}
    usedRAM = 0
    usedIRAM = 0
    i = 0
    for (id, descr) in list(sections.items()):
        sectionStartToken = " _%s_start" % id
        sectionEndToken = " _%s_end" % id
        sectionStart = -1
```

```

        sectionEnd = -1

for line in lines:
    if sectionStartToken in line:
        data = line.split(' ')
        sectionStart = int(data[0], 16)

        if sectionEndToken in line:
            data = line.split(' ')
            sectionEnd = int(data[0], 16)

        if sectionStart != -1 and sectionEnd != -1:
            break

    sectionLength = sectionEnd - sectionStart
    # if i < 3:
    #     usedRAM += sectionLength
    # if i == 3:
    #     usedIRAM = TOTAL_IRAM - sectionLength;

    ret[id]=sectionLength
    #                                     print("{0:
    >30}|{2:12X}|{3:12X}|{4:8}".format(id,          descr,          sectionStart,
    sectionEnd, sectionLength))
    # i += 1

    # print("Total Used RAM : %d" % usedRAM)
    # print("Free RAM : %d" % (TOTAL_DRAM - usedRAM))
    # print("Free IRam : %d" % usedIRAM)
    return(ret)

try:

    ##### start
    if len(sys.argv) <= 1:
        print("Usage: \n\t%s%s <path_to_objdump>" % sys.argv[0])
        print(" e.g.")
        print("
                ~/.platformio/packages/toolchain-
xtensa/bin/xtensa-lx106-elf-objdump")
        print("
                c:/Users/gijs/.platformio/packages/toolchain-
xtensa/bin/xtensa-lx106-elf-objdump.exe")

        sys.exit(1)

    # e.g.
    #     ~/.platformio/packages/toolchain-xtensa/bin/xtensa-lx106-
elf-objdump
    #
                c:/Users/gijs/.platformio/packages/toolchain-
xtensa/bin/xtensa-lx106-elf-objdump.exe
    objectDumpBin = sys.argv[1]

    #get list of all plugins
    #which plugins to test?

```

```

tmpplugins = []
plugins = []
pluginnames = {}
plugins.append('CORE_ONLY')
if len(sys.argv)>2:
    tmpplugins=sys.argv[2:]
else:
    tmpplugins=glob.glob("src/_[CPN][0-9][0-9][0-9]*.ino")
tmpplugins.sort()

for plugin in tmpplugins:
    pluginname=plugin[plugin.find('_'):]
    buildflag= "USES{}".format(pluginname[:5])
    pluginnames[buildflag] = plugin
    plugins.append(buildflag)

plugins.append('MQTT_ONLY')
plugins.append('USE_SETTINGS_ARCHIVE')
plugins.append('WEBSERVER_RULES_DEBUG=1')
plugins.append('WEBSERVER_TIMINGSTATS')
plugins.append('WEBSERVER_NEW_UI')

print("Analysing ESPEasy memory usage for env {}".format(env))

output_format="{:<30}|{:<11}|{:<11}|{:<11}|{:<11}|{:<11}"
print(output_format.format(
    "module",
    "cache IRAM",
    "init RAM",
    "r.o. RAM",
    "uninit RAM",
    "Flash ROM",
))
##### test per plugin
results={}
base = {}
for plugin in plugins:
    buildflag= "-D{}".format(plugin)
    my_env = os.environ.copy()
    my_env["PLATFORMIO_BUILD_FLAGS"] = buildflag
    subprocess.check_call("platformio run --silent --
environment {}".format(env), shell=True, env=my_env)
    res = analyse_memory(".pio/build/"+env+"/firmware.elf")
    if plugin == 'CORE_ONLY':
        base = res
        print(output_format.format(
"CORE",

        base['text'],
        base['data'],

```

```
        base['rodata'],
        base['bss'],
        base['irom0_text'],
    ))
else:
    results[plugin] = res
    name = plugin
    if plugin in pluginnames:
        name = pluginnames[plugin]
    print(output_format.format(
        name,
        results[plugin]['text']-base['text'],
        results[plugin]['data']-base['data'],
        results[plugin]['rodata']-base['rodata'],
        results[plugin]['bss']-base['bss'],
        results[plugin]['irom0_text']-base['irom0_text'],
    ))

except:

    raise
    print("\n")
```