Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола
Відділення комп'ютерних технологій
Циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач відділення
комп'ютерних технологій
Наталія СТЕФУРАК _____
(підпис)
«____» _____ 2025р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»
зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

на тему:

«Розподілена система моніторингу показників повітря в закритому приміщенні»

Студент групи КІ-41 Олександр БОНЧУК _____
(підпис)

Керівник роботи Василь ПАВЛЮС _____
(підпис)

Консультанти:

з техніко-економічного обґрунтування Любов МЕЛЕНЧУК _____
(підпис)

нормоконтролер Василь КУЗИК _____
(підпис)

Тернопіль – 2025

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола
Відділення комп'ютерних технологій
Циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач відділення
комп'ютерних технологій
Наталія СТЕФУРАК _____
(підпис)
«____» _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
на здобуття освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»
студенту
Бончуку Олександру Івановичу
(прізвище, ім'я, по-батькові студента)

1. Тема роботи _____
_____
_____
затверджена наказом по коледжу від «___» _____ 2024р., №_____
2. Термін здачі студентом завершеної роботи «___» _____ 2025р.
3. Вихідні дані до роботи: _____
_____
_____
4. Перелік питань, які повинні бути розроблені:
а) основна частина _____
_____
_____
_____
б) техніко-економічне обґрунтування _____
_____
_____
_____
5. Перелік графічного матеріалу _____
_____
_____
_____

6. Консультанти роботи:

Розділ	Консультанти	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання прийнято
з техніко-економічного обґрунтування	Меленчук Л.І. П.І.Б. консультанта		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
виконання кваліфікаційної роботи

№ п/п	Найменування етапу	Термін	
		початку	завершення
1.	Вибір теми, ознайомлення з вимогами до кваліфікаційної роботи.	20.11.2024	10.01.2025
2.	Аналіз предметної області, формулювання мети та завдань, огляд аналогів.	11.01.2025	15.02.2025
3.	Проєктування системи.	15.02.2025	27.02.2025
4.	Встановлення та налаштування середовища розробки.	28.02.2025	28.02.2025
5.	Реалізація апаратної частини та програмної логіки для кожного модуля.	29.02.2025	25.04.2025
6.	Розробка корпусів, 3D-друк та фінальна збірка пристроїв.	26.04.2025	04.05.2025
7.	Розробка, написання та розрахунки економічної частини.	05.05.2025	13.05.2025
8.	Тестування всієї системи, перевірка взаємодії модулів, усунення помилок.	14.05.2025	28.05.2025
9.	Техніко-економічні розрахунки	29.05.2025	31.05.2025
10.	Оформлення пояснювальної записки, нормоконтроль, підготовка графічних матеріалів.	01.06.2025	15.06.2025
11.	Попередній захист кваліфікаційної роботи.	16.06.2025	16.06.2025
12.	Захист кваліфікаційної роботи.	26.06.2025	26.06.2025

Дата видачі завдання «___» _____ 2024р.

Керівник роботи _____ Василь ПАВЛЮС

Завдання прийнято до виконання _____ Олександр БОНЧУК

Реферат

Кваліфікаційна робота. Розподілена система моніторингу показників повітря в закритому приміщенні. 98 сторінок, 33 рисунків, 8 таблиць, 6 додатків, 12 джерела.

Об'єкт дослідження – розподілена система моніторингу показників повітря в закритому приміщенні.

Метою роботи є розробка розподіленої системи, здатної здійснювати постійний контроль якості повітря в приміщеннях, з передачею даних через Wi-Fi та індикацією аномальних значень.

Система складається з одного центрального модуля на базі ESP32 із вбудованим TFT-дисплеєм та кількох сенсорних модулів на базі ESP8266. Кожен сенсорний модуль забезпечує збір і передачу даних про температуру, вологість, тиск та рівень забруднення повітря (PM2.5 і PM10) через Wi-Fi-протокол.

Система має гнучку модульну архітектуру, що дозволяє масштабування без значних змін в апаратному чи програмному забезпеченні. Індикація реалізована через кольорове підсвічування тексту та звук, що забезпечує швидке реагування на критичні відхилення.

Для реалізації проєкту використано: мікроконтролери ESP32 і ESP8266, сенсори DHT22, BMP180, PMS5003, середовище Arduino IDE, інтерфейс HTTP, друковані корпуси. Було виконано тестування, підготовлено техніко-економічне обґрунтування, розраховано окупність.

Розроблена система демонструє надійність, точність вимірювань, економічну доцільність і придатна до впровадження у закритих приміщеннях.

ESP32, ESP8266-01, МОНІТОРИНГ ПОВІТРЯ, СЕНСОРИ, WI-FI, PM2.5, ТЕМПЕРАТУРА, ARDUINO, РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА, IOT.

ABSTRACT

Qualification work. A distributed system for monitoring indoor air quality. 98 pages, 33 figures, 8 tables, 6 appendices, 12 sources.

The object of research is a distributed system for monitoring indoor air quality.

The aim of the work is to develop a distributed system capable of continuous monitoring of indoor air quality, with data transmission via Wi-Fi and indication of abnormal values.

The system consists of one central module based on ESP32 with a built-in TFT display and several sensor modules based on ESP8266. Each sensor module collects and transmits data on temperature, humidity, pressure, and air pollution (PM2.5 and PM10) via Wi-Fi protocol.

The system has a flexible modular architecture that allows for scalability without significant hardware or software changes. Indication is implemented through colour text and sound, which provides a quick response to critical deviations.

To implement the project, we used ESP32 and ESP8266 microcontrollers, DHT22, BMP180, PMS5003 sensors, Arduino IDE, HTTP interface, and printed enclosures. Testing was performed, a feasibility study was prepared, and payback was calculated.

The developed system demonstrates reliability, measurement accuracy, economic feasibility and is suitable for implementation in closed rooms.

ESP32, ESP8266-01, AIR MONITORING, SENSORS, WI-FI, PM2.5, TEMPERATURE, ARDUINO, DISTRIBUTED SYSTEM, IOT.

ЗМІСТ

Вступ 8
1 Аналіз існуючих рішень та постановка завдання 10
1.1 Аналіз предметної області 10
1.2 Аналіз існуючих рішень 11
1.3 Постановка завдання 22
2 Ппроєктування системи 24
2.1 Апаратна архітектура системи 24
2.2 Програмна логіка 25
2.3 Підбір компонентів 26
2.4 Проєктування сценаріїв та поведінки системи 27
3 Реалізація та тестування системи 30
3.1 Архітектура системи 30
3.2 Реалізація та опис модулів 30
3.3 Тестування 46
4 Техніко-економічне обґрунтування 49
4.1 Аналіз ринку 49
4.2 Розрахунок витрат 49
4.3 Економічний ефект 51
4.4 Окупність проєкту 53
Висновки 55
Перелік джерел посилання 56
Додатки 58

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

IoT – інтернет речей (англ. Internet of Things)

IT – інформаційні технології

ОС – операційна система

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

GND – Ground

USB – Universal Serial Bus

VCC – Voltage Common Collector

ВСТУП

Забезпечення якісного контролю параметрів повітря в закритих приміщеннях є актуальним завданням у зв'язку з негативним впливом забрудненого повітря на здоров'я людини. Сучасні дослідження та розробки у цій сфері спрямовані на підвищення точності вимірювань, зменшення габаритів пристроїв та інтеграцію з технологіями Інтернету речей (IoT).

Як показують результати аналізу, на ринку представлені як стаціонарні, так і мобільні системи моніторингу якості повітря. Більшість із них орієнтовані на використання у промислових або лабораторних умовах та мають високу вартість. Разом із тим існує потреба у доступних, енергоефективних та автономних рішеннях для побутового використання.

Зважаючи на світові тенденції, перспективним напрямком є створення розподілених систем, що складаються з кількох вимірювальних модулів, об'єднаних у єдину мережу для передачі та обробки даних. Такі системи дозволяють здійснювати оперативний контроль стану повітря у різних зонах приміщення та виявляти потенційні загрози.

Актуальність теми дослідження полягає у необхідності розробки доступного та ефективного рішення для моніторингу якості повітря, яке могло б використовуватися у побутових, офісних та промислових приміщеннях.

Метою роботи є розробка розподіленої системи моніторингу параметрів повітря в закритому приміщенні, яка дозволятиме вимірювати температуру, вологість, атмосферний тиск, концентрацію чадного та побутового газів, а також передавати отримані дані через бездротовий канал зв'язку.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих рішень та визначити їхні переваги і недоліки;
- розробити архітектуру апаратної та програмної частини системи;
- реалізувати функціональний прототип пристрою;

– здійснити тестування системи та оцінити її ефективність.

Створювана система може бути використана у житлових приміщеннях, навчальних закладах, офісах, складських приміщеннях та інших об’єктах, де контроль параметрів повітря є критично важливим.

Робота базуватиметься на сучасних методах проєктування розподілених систем, використанні мікроконтролерних платформ та бездротових технологій зв’язку.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз предметної області

Сучасний розвиток технологій Інтернету речей (IoT) та автоматизованих систем моніторингу дозволяє значно підвищити рівень контролю за параметрами довкілля в різних типах приміщень. В умовах зростаючих вимог до якості повітря, особливо у закритих просторах, актуальним завданням стає розробка системи моніторингу, що забезпечує безперервний контроль параметрів мікроклімату та оперативне реагування на критичні зміни показників.

Відомо, що основними показниками, які характеризують якість повітря, є температура, вологість, атмосферний тиск, концентрація чадного газу (CO) та рівень побутового газу (наприклад, метану CH_4). Відсутність оперативного контролю цих параметрів може призвести до негативних наслідків, включаючи погіршення самопочуття людей, підвищену небезпеку отруєння чадним газом або вибуху через витік газу.

Традиційні системи моніторингу зазвичай є централізованими, що обмежує їхню гнучкість та можливість адаптації до різних умов експлуатації. Водночас, розвиток бездротових технологій передачі даних дозволяє створювати розподілені системи моніторингу, які складаються з незалежних модулів із сенсорами, здатних працювати автономно та передавати дані до центрального вузла. Такий підхід значно підвищує масштабованість та надійність системи.

Враховуючи ці фактори, розробка системи моніторингу на базі сучасних сенсорів, мікроконтролерів та технологій бездротової передачі даних є важливим кроком до забезпечення більш комфортних і безпечних умов життя. Ключовими функціями такої системи є постійний моніторинг показників якості повітря, включаючи температуру, вологість, атмосферний тиск і рівень забруднення повітря, з автоматичним сповіщенням про досягнення критичних значень. Крім того, система надає можливість віддаленого доступу до даних, що дозволяє

користувачам або адміністраторам отримувати актуальну інформацію про стан мікроклімату та забруднення повітря в реальному часі.

Завданням даної роботи є розробка такої системи, що дозволить забезпечити високий рівень точності вимірювань, легкість інтеграції з іншими системами, а також мінімальні витрати на установку та обслуговування.

1.2 Аналіз існуючих рішень

На сьогоднішній день існує ряд рішень, що реалізують моніторинг показників повітря в закритих приміщеннях, зокрема, такий продукт як Ajax LifeQuality Jeweler [1]. Ця система призначена для моніторингу кількох параметрів, зокрема рівня CO_2, температури та вологості, однак мають певні недоліки, які необхідно врахувати при розробці нової системи. Нижче детально розглянуто апаратну реалізацію приладу та його програмне забезпечення (ПЗ).

Ajax Systems – українська компанія, яка спеціалізується на розробці та виробництві систем безпеки для домів та бізнесу. Вони відомі своїми інноваційними рішеннями в галузі охоронних систем, зокрема датчиками руху, камерами, сигналізаціями та іншими пристроями, що інтегруються в єдину систему управління через мобільний додаток. Технології Ajax забезпечують високу ефективність та зручність, включаючи бездротові підключення та надійний захист від зовнішніх втручань. Далі буде розглянуто продукт компанії Ajax LifeQuality Jeweler, його зовнішній вигляд представлено в рисунку 1.1.

Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд датчику якості повітря Ajax LifeQuality Jeweler

LifeQuality – це розумний датчик якості повітря з сенсорами температури, вологості та CO_2. Датчик відстежує динаміку якості повітря у будь-яких приміщеннях – вдома, в офісі, на виробництві. Як зазначено виробником користувач отримує медичну точність вимірювання, повну інформацію у застосунку та сценарії автоматизації.

Розгляпемо технічну реалізацію даного виробу а саме: сенсори які використано в приладі, елементи живлення, елементи сповіщення про відхилення показників від норми, корпус та елементи кріплення.

Показники температури та вологості вимірює цифровий сенсор SHT40 від швейцарського розробника Sensirion даний датчик в більшості використовується на промислових об'єктах. Чутливий елемент створено для роботи у складних умовах де є ймовірність утворення конденсату, цей вимірювальний прилад має механізм самодіагностики та забезпечує точність до ±0,2°C за температурою та ±2% за вологістю. Вигляд сенсору SHT40 (рис.1.2-а) та його розміщення в самому приладі (рис.1.2-б) наведено нижче.

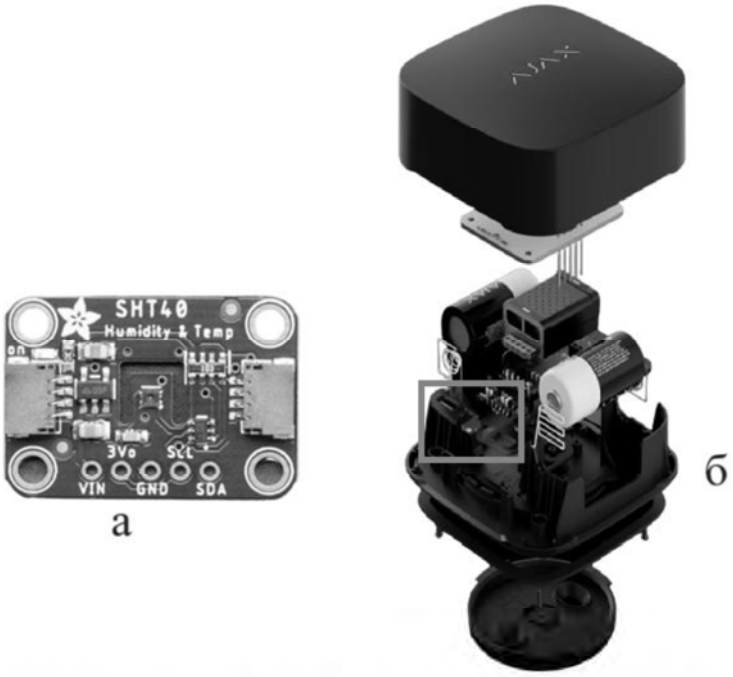

Рисунок 1.2 – Сенсор SHT40 (а – зовнішній вигляд, б – його розміщення в системі)

Рівень CO_2 вимірює оптичний недисперсійний інфрачервоний сенсор Sunrise-006-0-0008-NDIR від шведського розробника Sensair. Він вимірює вуглекислий газ у повітрі прямим методом без використання математичних моделей. Сенсор вирізняється серед інших своєю енергоефективністю із середнім споживанням 45 μA та гарантує мінімум 15 років вимірювань з точністю ±(30 + 3%) ppm. Вигляд сенсору Sunrise-006-0-0008-NDIR (рис.1.3-а) та його розміщення в самому приладі (рис.1.3-б) наведено нижче.

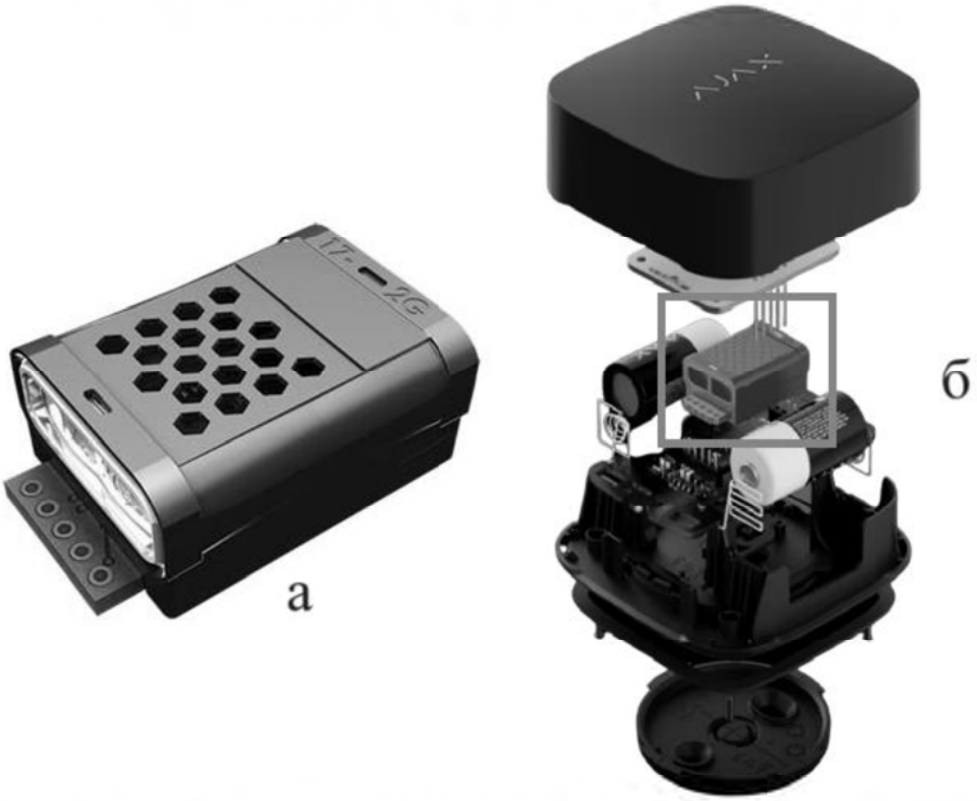

Рисунок 1.3 – Сенсор Sunrise-006-0-0008-NDIR (а – зовнішній вигляд, б – його розміщення в системі)

Елементом живлення є дві змінні батареї CR123A попередньо встановлені які, як заявлено, забезпечують до 3 років автономної роботи, без підзарядок та підключення до розетки. Це компактні літієві батареї з номінальною напругою 3 В, які широко використовуються в портативних пристроях завдяки своїй високій енергетичній щільності та довговічності. Вони мають розмір 17 мм в діаметрі та 34,5 мм в висоту, з ємністю близько 1500-1700 Ah. Вигляд батарей CR123A (рис.1.4-а) та їхнє розміщення в приладі (рис.1.4-б) наведено нижче.

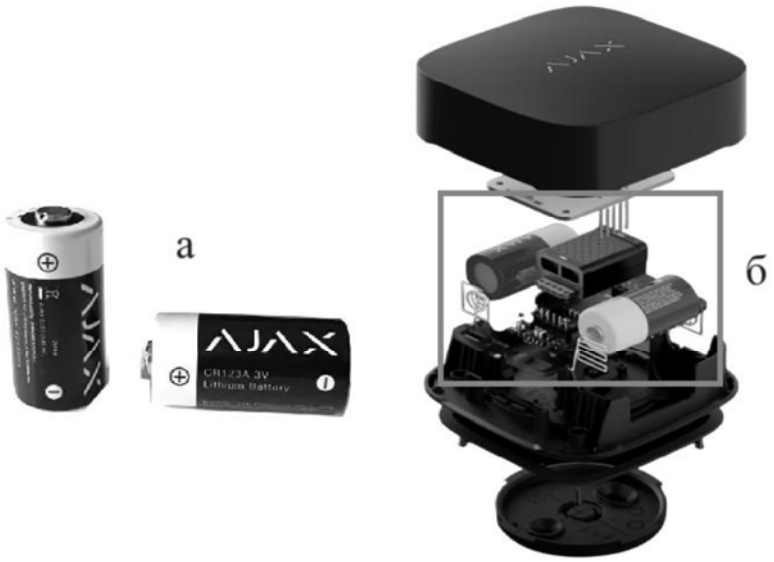

Рисунок 1.4 – Батарея CR123A (а – зовнішній вигляд, б – їхнє розміщення в системі)

Сповіщення про відхилення показників від норми здійснюється за допомогою світлової індикації, яка розміщена на корпусі у вигляді логотипу компанії розробника «AJAX». Не потрібно відкривати застосунок Ajax, щоб дізнатися стан якості повітря в приміщенні. Залежно від показника CO_2 світлодіодний індикатор світиться зеленим, жовтим, червоним або фіолетовим кольором. Достатньо торкнутися логотипу на датчику – і дізнатися поточний рівень CO_2. Зовнішній вигляд та розміщення індикатора наведено в рисунку 1.5.

Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд та розміщення світлового індикатора

Продуманий до деталей корпус враховує розміщення сенсорів і має оптимальну систему отворів для проходження повітря. Корпус доступний в білому або чорному кольорі. Кріпильна панель дозволяє без зайвого клопоту закріпити датчик на плоскій поверхні, при цьому не потрібно розбирати корпус. Датчик знімається з кріплення одним рухом, якщо необхідно взяти його з собою. Вбудований акселерометр повідомить, якщо датчик був знятий з кріпильної панелі або переміщений. Корпус та панель для кріплення наведено в рисунку 1.6.

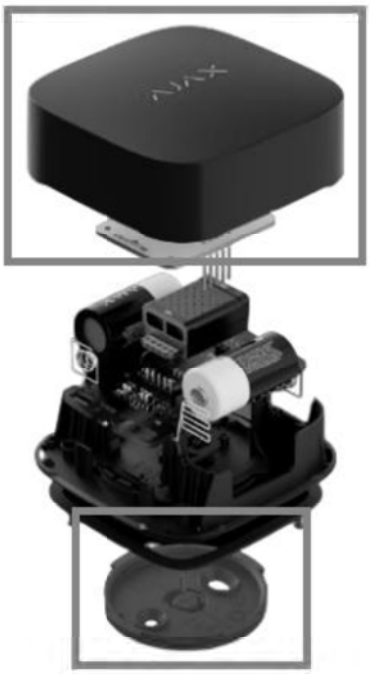

Рисунок 1.6 – Корпус та панель для кріплення

Після детального розгляду апаратної частини пристрою доцільно перейти до аналізу програмної реалізації, а також до вивчення моделі реагування системи на різні сценарії експлуатації, зокрема на випадки, коли показники довкілля виходять за встановлені нормативні межі.

З метою забезпечення максимальної зручності у використанні та підвищення функціональності пристрою було розроблено спеціалізоване програмне забезпечення, яке виконує комплекс важливих завдань, пов'язаних зі збором, обробкою, збереженням та візуалізацією даних щодо якості повітря у приміщенні. Це ПЗ інтегрується з апаратною частиною приладу та здійснює

автоматичне зчитування показників із сенсорних елементів, які контролюють такі параметри, як температура, рівень вологості, концентрація побутових і шкідливих газів. Після отримання даних від сенсорів програмний комплекс аналізує їх, виконує обчислення та, за необхідності, генерує відповідні сигнали або сповіщення у разі, якщо один або кілька параметрів виходять за допустимі межі.

Окрім базових функцій збору та аналізу інформації, програмне забезпечення також реалізує механізми передачі даних через бездротові комунікаційні мережі, що дозволяє надсилати зібрані параметри до централізованої серверної системи або безпосередньо до мобільного застосунку користувача. Така можливість значно розширює функціональність пристрою, надаючи користувачам доступ до оперативного моніторингу якості повітря в приміщенні у режимі реального часу, незалежно від їхнього місця розташування. Інтеграція з мобільними платформами дозволяє віддалено контролювати стан навколишнього середовища, отримувати аналітичні звіти та своєчасно вживати необхідних заходів для покращення мікроклімату, що особливо важливо для забезпечення комфортних і безпечних умов перебування в приміщеннях різного призначення.

У розробленому програмному забезпеченні передбачено інтеграцію графічних засобів візуалізації даних (рис. 1.7), які відображають динаміку змін контрольованих параметрів повітряного середовища за різні часові періоди, зокрема за останню годину, добу, тиждень, місяць або рік. Для забезпечення надійного збереження та захисту інформації використовується хмарний сервер Ajax Cloud, який виконує шифрування даних та забезпечує їхню безпечну архівацію. Усі отримані вимірювання стану повітря зберігаються в системі протягом двох років, що дозволяє користувачам у будь-який момент отримати доступ до історичних записів, здійснювати аналіз тенденцій, відстежувати зміни показників та приймати обґрунтовані рішення на основі накопиченої інформації.

Рисунок 1.7 – Графіки з динамікою вимірювань показників

Система також підтримує функцію надсилання push-сповіщень (рис.1.8), які можуть бути налаштовані індивідуально відповідно до потреб та вимог користувача. Це дає можливість отримувати повідомлення про всі параметри мікроклімату або лише про вибрані показники, які є найбільш критичними в конкретному випадку чи для певного середовища експлуатації. Гнучкість налаштувань дозволяє адаптувати систему під різні сценарії використання, забезпечуючи максимальну зручність та ефективність контролю за станом повітря в приміщенні. Для безперебійної, швидкої та надійної передачі даних використовується сервер Ajax Cloud, який функціонує як проміжна ланка між пристроєм LifeQuality та відповідними програмними застосунками. Сервер у режимі реального часу обробляє та передає інформацію, що дозволяє користувачам миттєво отримувати актуальні відомості про якість повітря. У разі перевищення встановлених порогових значень система автоматично надсилає сповіщення, що дає змогу оперативно реагувати на можливі відхилення від норми, мінімізуючи ризики для здоров'я та забезпечуючи комфортні умови перебування в приміщенні.

Рисунок 1.8 – Отримане push-сповіщень

Пристрій LifeQuality надає користувачам широкі можливості для гнучкого налаштування відповідно до їхніх індивідуальних потреб і вимог. Усі параметри можна змінювати в будь-який час і з будь-якого місця, за умови наявності стабільного підключення до інтернету. Завдяки цьому користувач має змогу дистанційно керувати роботою пристрою, не прив'язуючись до його фізичного розташування.

Налаштування охоплюють різні аспекти роботи системи, зокрема зміну порогових значень для контрольованих параметрів мікроклімату, таких як температура, вологість і рівень газів. Крім того, можна гнучко регулювати режими світлодіодної індикації відповідно до встановлених критеріїв або активувати сповіщення, які інформуватимуть про відхилення від заданих норм.

Процес зміни параметрів виконується швидко, інтуїтивно та не потребує складних технічних дій, що робить керування пристроєм зручним і доступним для широкого кола користувачів. Це дозволяє оперативно реагувати на зміну

умов мікроклімату в приміщенні, покращуючи якість повітря та створюючи комфортні умови для перебування. Процес налаштування сценаріїв представлено в рисунку 1.9.

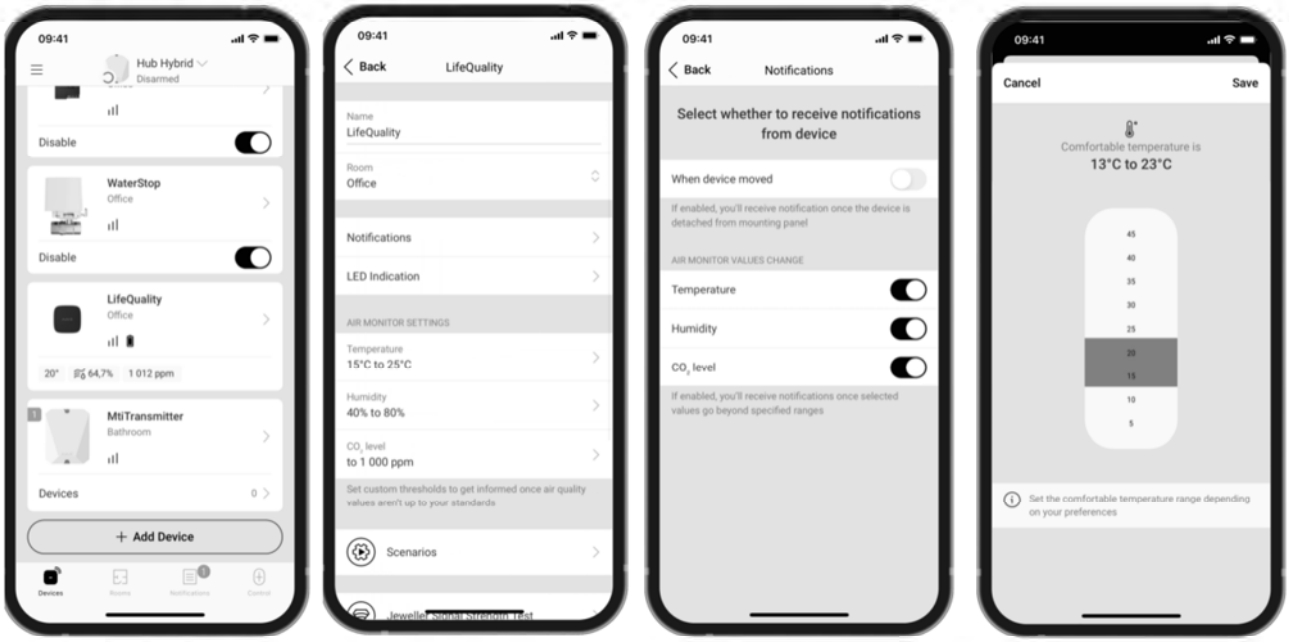

Рисунок 1.9 – Налаштування сценаріїв для сповіщень

Інтеграція LifeQuality з системою безпеки Ajax Systems забезпечує значний рівень контролю та автоматизації в управлінні будівлею. Завдяки використанню платформи PRO Desktop адміністрація чи користувач отримує змогу не лише моніторити стан безпеки, а й здійснювати контроль за комфортом та автоматизацією всіх процесів. Це дозволяє в режимі реального часу спостерігати за станом пристроїв, отримувати актуальну інформацію з журналу подій, а також перевіряти дані про мікроклімат в приміщеннях. Усе це зібрано в одному інтуїтивно зрозумілому та зручному інтерфейсі, що дозволяє оператору оперативно реагувати на будь-які зміни і забезпечувати високий рівень обслуговування.

Крім того, система дозволяє інженеру монтажу проводити дистанційні налаштування, змінювати параметри пристроїв і надавати додаткові послуги, які відповідають специфічним вимогам об'єкта. Це забезпечує максимальну

гнучкість та ефективність роботи, дозволяючи оперативно адаптувати систему до конкретних умов і потреб користувачів. Всі ці можливості дозволяють створити інтегровану та взаємодіючою систему, що підвищує безпеку, комфорт та ефективність управління будь-яким об'єктом. Інтерфейс та функціонал платформи PRO Desktop представлено в рисунках 1.10 та 1.11.

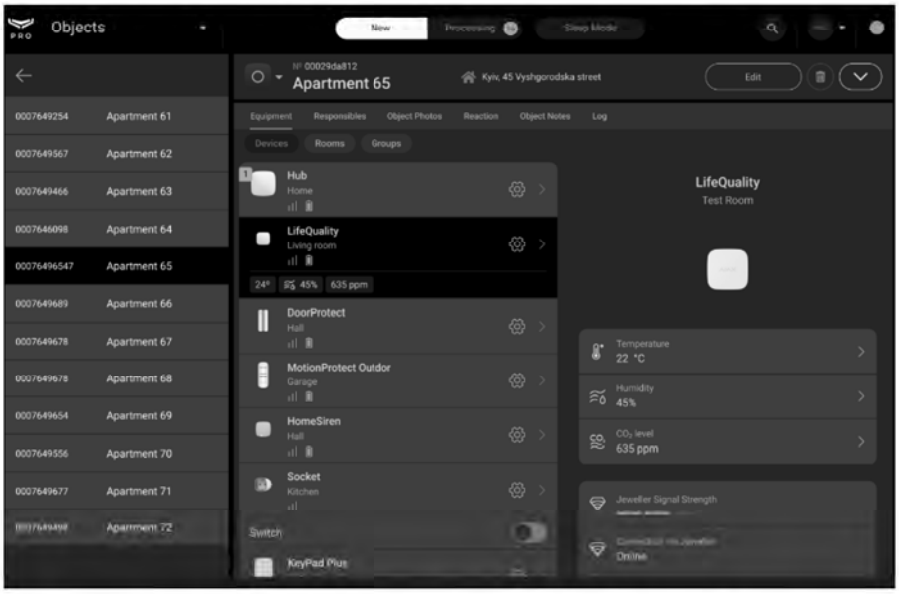

Рисунок 1.10 – Інтерфейс платформи PRO Desktop

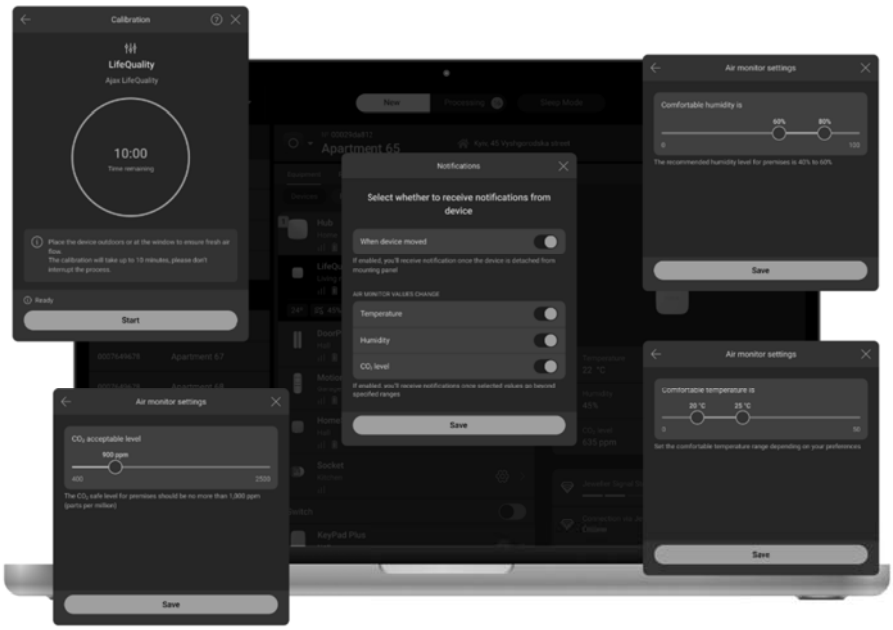

Рисунок 1.11 – Функціонал платформи PRO Desktop

Система Ajax використовує інноваційні бездротові технології, зокрема захищений двосторонній радіозв'язок на основі протоколів Jeweller та Wings, які працюють паралельно для забезпечення миттєвої передачі даних навіть при слабкому сигналі або перебоях у зв'язку. Вона підтримує зв'язок на відстані до 1700 метрів на відкритому просторі, що значно перевищує можливості конкурентів. Автоматичне регулювання потужності радіопередавача робить систему енергоефективною, знижуючи споживання енергії та подовжуючи термін служби батарей, а використання менш зашумлених радіочастот забезпечує стабільний зв'язок у складних умовах.

Вартість даного продукту на ринку варіюється в межах від 7000 до 9000 грн., середня ціна складає близько 8299 грн. Для отримання більш точних даних, можна звернутися до конкретного інтернет-магазину, наприклад, ROZETKA (рис.1.12), де ціни на цей продукт також можуть бути вказані в залежності від поточних акцій чи знижок [2].

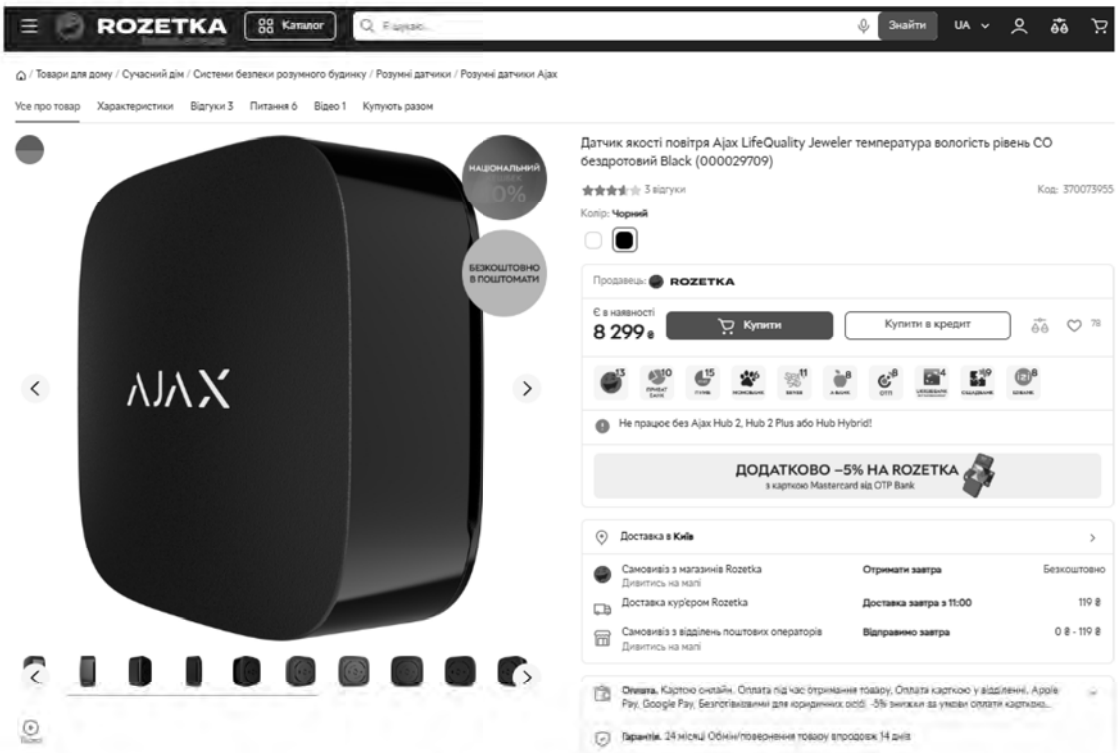

Рисунок 1.12 – Ціна Ajax LifeQuality Jeweler в інтернет-магазині ROZETKA

Варто відзначити, що основними перевагами є висока точність вимірювань, зручний мобільний додаток та можливість роботи у складі розумного будинку. Водночас, значним недоліком є його обмежена гнучкість у розширенні функціоналу та висока вартість.

1.3 Постановка завдання

З урахуванням проведеного аналізу було сформульовано функціональні вимоги до розроблюваної системи моніторингу якості повітря:

1) Модульна архітектура. Система повинна бути побудована на принципі модульності, що дозволяє додавати нові сенсорні вузли або змінювати існуючі без значного впливу на основну структуру. Це означає, що кожен сенсор може бути підключений до системи окремо, з можливістю його заміни чи доопрацювання. Архітектура має забезпечувати простоту інтеграції з новими типами сенсорів або інших компонентів, зокрема для покращення точності вимірювань або додавання нових функціональностей.

2) Передача даних через бездротові технології. Система повинна використовувати стандартні бездротові технології (наприклад, Wi-Fi) для передачі даних від сенсорних модулів до головного модуля або сервера. Важливою вимогою є забезпечення стабільного зв'язку навіть при великій кількості сенсорних вузлів або в умовах, де можуть бути перешкоди для сигналу (наприклад, стіни чи інші фізичні бар'єри). Крім того, передача даних має бути захищена від можливих перехоплень або збоїв.

3) Постійне живлення через блок живлення. Для забезпечення безперервної роботи системи повинно бути передбачене стабільне постійне живлення через блок живлення. Це гарантує, що система буде функціонувати без необхідності частого обслуговування або підзаряджання. Важливо, щоб блок живлення був надійним, енергоефективним та не вимагав частих замін або обслуговування, що збільшує стабільність роботи системи в реальних умовах.

4) Головний модуль з дисплеєм, індикацією та сигналізацією. Цей модуль повинен включати дисплей, на якому відображаються поточні показники температури, вологості, тиску та забруднення повітря. Крім того, система повинна мати RGB-індикацію, яка дозволяє швидко оцінити стан мікроклімату в приміщенні за кольором індикаторів (наприклад, зелений – нормальні показники, жовтий – попередження, червоний – критичний рівень). Для оперативного інформування користувачів про досягнення критичних значень необхідно також передбачити звукову сигналізацію (бузер), яка буде активуватися при порушенні нормальних показників.

Таким чином, на основі аналізу предметної області та існуючих рішень були сформульовані функціональні вимоги, що включають розробку розподіленої системи моніторингу якості повітря, яка відповідатиме сучасним технологічним тенденціям та забезпечить можливість її адаптації до різних умов експлуатації.

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Апаратна архітектура системи

Розподілена система моніторингу показників повітря передбачає використання кількох основних компонентів, що взаємодіють між собою. Вона складається з головного та сенсорних модулів разом з елементами живлення для кожного з них.

Головний модуль – дисплей ILI9342 з мікроконтролером ESP32, який виконує функцію центрального процесора. Він приймає дані від сенсорних вузлів, обробляє їх і відображає на екрані. Візуалізація показників забезпечує безперервний моніторинг параметрів повітря. При досягненні критичних значень забруднення або інших аномальних показників активується бузер, що сигналізує необхідність реагування.

Сенсорні модулі оснащені мікроконтролерами ESP8266-01, що забезпечують їхню автономність та бездротову передачу даних через Wi-Fi. У кожному модулі використовуються датчики для моніторингу параметрів навколишнього середовища.

Передача інформації здійснюється незалежно для кожного модуля, що дозволяє системі отримувати дані в реальному часі без затримок і централізовано обробляти їх на головному модулі. Стан кожного сенсорного вузла відображається за допомогою світлодіодів, які сигналізують про поточний стан системи: зелене світло означає нормальний режим роботи, жовте попереджає про можливе відхилення, а червоне вказує на критичні показники, що потребують негайного реагування.

Система функціонує на постійному джерелі живлення, що забезпечує стабільну роботу всіх її компонентів без переривань або необхідності додаткового заряджання. Напруга підтримується в оптимальних межах, виключаючи ризики коливань або збоїв. Всі модулі працюють безперервно, виконуючи свої функції відповідно до заданих параметрів.

Система діє відповідно до запрограмованих меж, забезпечуючи точний аналіз параметрів повітря та безперервне сповіщення про зміни в навколишньому середовищі. Використання модульної архітектури гарантує її гнучкість та адаптивність до різних умов експлуатації.

2.2 Програмна логіка

Система функціонує за визначеним алгоритмом, забезпечуючи безперервний збір, обробку та передачу даних. Сенсорні модулі на базі ESP8266-01 періодично зчитують параметри довкілля, включаючи температуру, вологість, атмосферний тиск та рівень забруднення. Зібрані дані передаються через Wi-Fi на головний модуль ESP32 для подальшого аналізу.

Отримана інформація перевіряється на відповідність встановленим нормам. Якщо показники знаходяться в допустимих межах, вони просто відображаються на дисплеї та підсвічуються зеленим. У разі незначного відхилення система змінює колір індикації на жовтий, сигналізуючи про потенційні ризики. При значних аномаліях відображається червоне підсвічування, а бузер активується для привернення уваги.

Алгоритм функціонування системи представлений у вигляді блок-схеми (рис. 2.1), яка наочно демонструє послідовність основних етапів: перевірка наявності живлення, зчитування даних, їх передача, візуалізація та обробка. Такий підхід дозволяє структурувати логіку роботи системи та полегшує її аналіз і налагодження.

Рисунок 2.1 – Алгоритм функціонування системи

2.3 Підбір компонентів

Система використовує набір сенсорних модулів, що забезпечують точний моніторинг параметрів довкілля. DHT22 виконує функцію вимірювання температури та вологості, демонструючи стабільну роботу в середовищах із помірною вологістю. BMP180 забезпечує високу точність визначення

атмосферного тиску, що є необхідним для аналізу змін мікроклімату. PMS5003 дозволяє визначати рівень забруднення повітря за концентраціями часток PM2.5 та PM10, що є критичним для забезпечення належної якості повітря в закритих приміщеннях.

Основою сенсорних модулів виступає ESP8266-01, що забезпечує автономну роботу та бездротову передачу даних через Wi–Fi. Головний модуль побудований на ESP32, який має достатню обчислювальну потужність для обробки отриманої інформації та синхронізації її з дисплеєм.

Для відображення даних використовується TFT–дисплей ILI9342, що підтримує інтерфейс SPI для швидкої передачі графічної інформації. Вбудовані світлодіоди сигналізують про стан системи: зелений колір підтверджує роботу в штатному режимі, жовтий свідчить про відхилення від норми, а червоний інформує про критичні значення. Бузер активується у випадку перевищення допустимих меж, забезпечуючи звукове оповіщення.

2.4 Проєктування сценаріїв та поведінки системи

Сценарій в контексті кваліфікаційної роботи – це опис передбачуваної поведінки системи у відповідь на зміни параметрів повітря в різних умовах. Він визначає, як окремі модулі повинні діяти в стандартних або критичних ситуаціях, зокрема при перевищенні встановлених порогів температури, вологості, атмосферного тиску чи рівня забруднення.

Перед розробкою сценаріїв необхідно встановити межі допустимих значень для кожного з параметрів, що будуть моніторитися системою. Визначення норм для таких показників, як температура, вологість, атмосферний тиск та рівень забруднення повітря, є критично важливим для забезпечення безпеки та комфорту в закритих приміщеннях.

Згідно з рекомендаціями Міністерства охорони здоров'я України[3], оптимальна температура в приміщеннях має бути в межах 18-24°C. Температура

понад 24°C може спричинити дискомфорт, а температура понад 30°C значно знижує працездатність і ефективність людей.

Вологість повітря повинна бути в межах 40-60%. Вологість менша за 30% може спричинити сухість шкіри та слизових оболонок, а вологість понад 70% сприяє розвитку цвілі та грибків.

Щодо атмосферного тиску, то нормою є значення в діапазоні від 973 гПа до 1040 гПа. Для точних вимірювань важливо враховувати географічні та погодні умови, оскільки зміни тиску понад ±10% відносно стандарту можуть впливати на здоров'я людей, особливо у осіб з головним болем або серцево–судинними захворюваннями[4].

Забруднення повітря, зокрема рівні PM2.5 і PM10, мають бути меншими за 10 мкг/м³ та 15 мкг/м³ на середньодобовий рівень, відповідно до рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я[5].

На основі встановлених меж допустимих значень для кожного з параметрів (температура, вологість, атмосферний тиск та рівень забруднення повітря), система повинна мати чітко визначені реакції на зміни цих показників. Сценарії є інструментом для моделювання поведінки системи в реальних умовах, що дозволяє ефективно управляти параметрами навколишнього середовища та забезпечувати комфорт і безпеку користувачів. Опис сценаріїв включає визначення дій кожного модуля при досягненні критичних чи попереджувальних значень, а також автоматичну реакцію системи. Нижче наведено етапи за якими мають розроблятись сценарії.

Етапи розробки сценаріїв:

1) Ідентифікація ситуацій. Для кожного параметра (температура, вологість, тиск, рівень забруднення) необхідно розробити сценарії для різних ситуацій.

2) Визначення поведінки модулів. У кожному сценарії описується, як повинні діяти окремі модулі: сенсорний модуль: як модуль буде вимірювати та передавати дані, головний модуль.

3) Інтерпретація даних. Збір та аналіз даних, що надходять від сенсорних модулів, повинні визначати реакцію системи, описану в сценарії.

4) Опис алгоритмів реакцій. Для кожного з параметрів, що моніторяться, повинна бути чітко прописана логіка реагування.

Таким чином, для покриття всіх функціональних вимог системи достатньо розробити три основні сценарії. Нижче наведено опис кожного з них, що відображають реакцію системи на зміни параметрів повітря:

1) Стандартний режим. У цьому сценарії всі параметри (температура, вологість, тиск, рівень забруднення) знаходяться в межах встановлених норм, і система працює без порушень. Індикація на дисплеї та світлодіоди на сенсорах будуть зеленими, вказуючи на відсутність проблем.

2) Режим інформування. Цей сценарій активується, коли один або кілька параметрів наближаються до допустимих меж, або вже є незначні відхилення від норми. Індикація змінюється на жовту, що сигналізує про потенційні ризики та вимагає уваги користувача.

3) Критичний режим. Якщо показники значно виходять за межі норми (наприклад, високі рівні забруднення або температура), система переходить у червоний режим. Це супроводжується червоною індикацією на дисплеї та сенсорах, а також активується бузер для привертання уваги до серйозної проблеми.

Поведінка системи в межах сценарного планування реалізована у вигляді блок-схеми, наведеної в додатку А, рисунку 1.

У цьому розділі було визначено апаратну архітектуру та програмну логіку роботи системи, а також встановлено нормативні межі для ключових параметрів повітря. На їх основі розроблено три базові сценарії реагування, які повністю покривають функціональні потреби системи моніторингу.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

3.1 Архітектура системи

Розподілена архітектура системи побудована за принципом один центр – кілька незалежних вузлів. Кожен сенсорний модуль працює автономно та передає дані лише на центральний вузол, не маючи прямого зв'язку з іншими модулями. Це мінімізує ризик конфліктів і спрощує масштабування системи.

Обмін даними відбувається через локальну Wi-Fi мережу з використанням HTTP-протоколу. Сенсорні модулі ініціюють з'єднання та надсилають текстові запити з параметрами. Центральний модуль приймає ці запити, ідентифікує джерело, обробляє значення та зберігає останній стан кожного вузла. Така модель забезпечує централізований контроль, простоту аналізу отриманих даних і гнучкість у розширенні системи. Структурна схема системи наведена в рисунку 3.1.

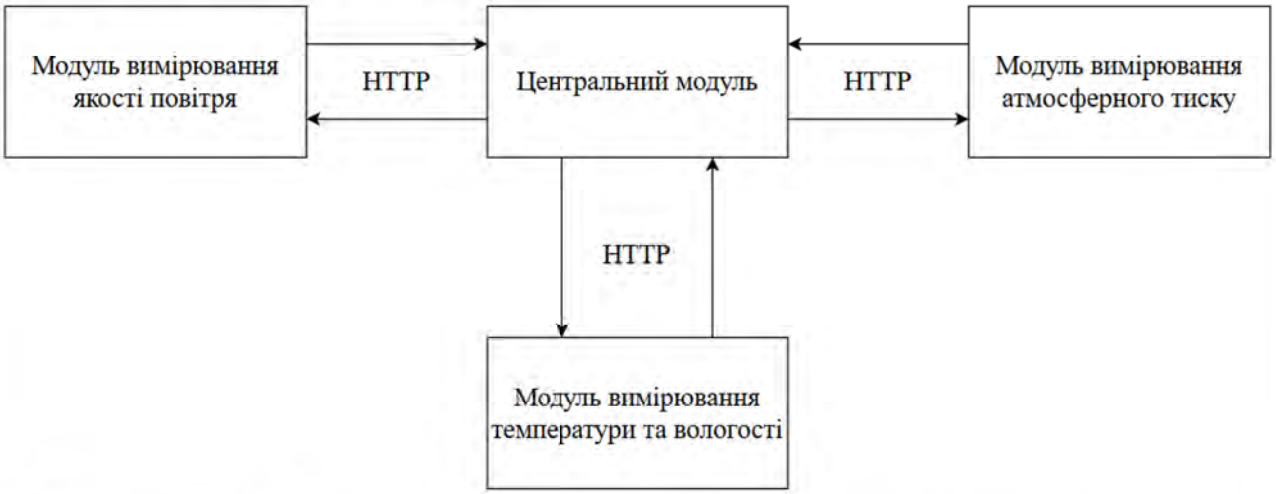

Рисунок 3.1 – Структурна схема системи моніторингу показників повітря

3.2 Реалізація та опис модулів

Центральний модуль побудований на базі плати ESP32 із вбудованим дисплеєм ILI9342. Його основне завдання – приймати дані від сенсорних модулів, обробляти їх, відображати на екрані та сигналізувати про критичні значення за допомогою звукового бузера. Обмін даними відбувається через

локальну мережу Wi-Fi за протоколом HTTP: сенсорні модулі відправляють запити типу POST на визначену IP-адресу ESP32.

Після отримання даних головний модуль розпізнає значення, виконує аналіз на перевищення порогів і формує візуальну відповідь на дисплеї. Показники підсвічуються кольорами: зелений – норма, жовтий – відхилення, червоний – тривога. У разі перевищення критичних меж активується відповідний бузер. Лістинг програмного коду центрального модуля та код іконок наведено в Додатку В.

Сенсорні модулі не взаємодіють між собою, усі запити спрямовуються лише до ESP32. Це забезпечує централізований контроль і дозволяє розширювати систему без складних змін у логіці.

Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд центрального модулю

До складу центрального модуля входять такі основні елементи: мікроконтролер ESP32-2432S028 (із вбудованим дисплеєм ILI9342), пасивний бузер для звукової сигналізації, провідники живлення та з'єднання, корпус (3D-друк).

Технічні характеристики [6], [7] та зовнішній вигляд мікроконтролера з дисплесм представлено в таблицях 3.1, 3.2 та рисупку 3.3

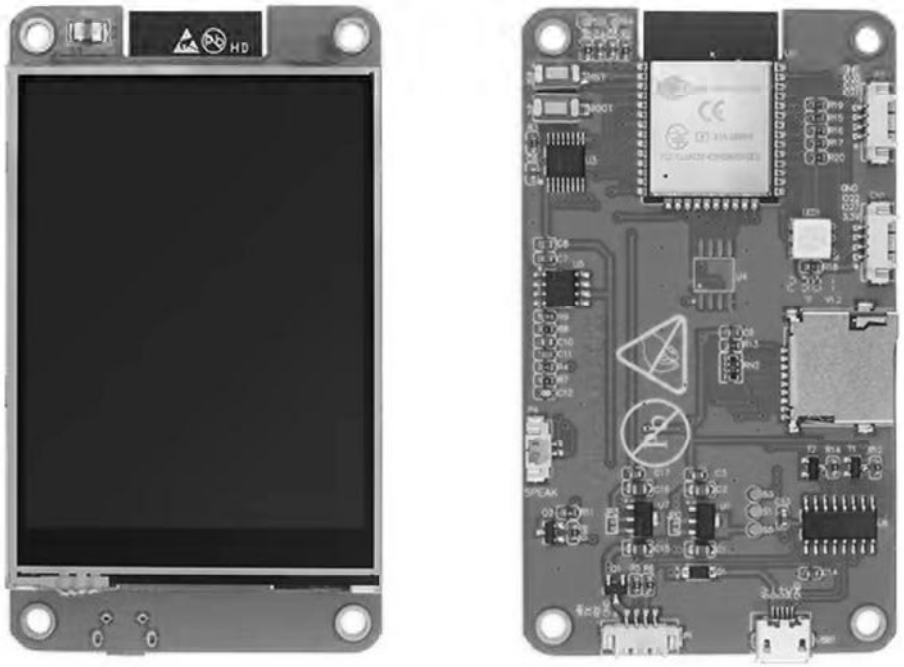

Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд плати ESP32-2432S028 із вбудованим дисплеєм ILI9342

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики плати ESP32-2432S028

Напруга живлення:	5 В
Максимальний струм стабілізатора напруги:	800 мА
Wi-Fi Стандарти:	FCC / CE / IC / TELEC / KCC / SRRC / NCC
Протоколи:	802.11 b/g/n/d/e/i/k/r (802.11n до 150 Мбіт/с)
A-MPDU та A-MSDU	підтримка захисного інтервалу в 0,4 сек
Частотний діапазон:	2,4 ~ 2.5 ГГц

Продовження таблиці 3.1

Bluetooth протоколи:	Bluetooth v4.2 BR/EDR та BLE specification
Радіо NZIF з чутливістю:	-98 дБм
Передатчик:	class-1, class-2 та class-3 AFH
Аудіо:	CVSD та SBC
Апаратні засоби та інтерфейси:	SD, UART, SPI, SDIO, I²C, LED PWM, Motor PWM, I²S, I²C, IR GPIO, сенсорний датчик , ADC, DAC, LNA підсилювач
Датчики:	датчик Холла, температурний датчик
Генератори:	кварцовий 26 МГц та 32 кГц
Живлення мікромодуля:	В 2.2 ~ 3.6
Робочий струм, середній:	80 мА
Робочий струм піковий	500 мА
Діапазон робочих температур:	-40°C ~ 85°C
Програмне забезпечення:	режими Wi-Fi Station / softAP / SoftAP + station / P2P
Захист:	WPA / WPA2 / WPA2-Enterprise / WPS;
Шифрування:	AES/RSA/ECC/SHA
Оновлення ПЗ:	UART Download / OTA (по мережі)
Розробка:	Cloud Server Development / SDK for custom firmware development
Мережеві протоколи:	IPv4, IPv6, SSL, TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT;
Налаштування користувача:	AT instruction set, cloud server, Android / iOS App.

Таблиця 3.2 – технічні характеристики дисплею ILI9342

Розмір екрану:	2,8 дюйма
Роздільна здатність:	240x320 пікселів
Тип екрану:	TFT
Інтерфейс:	HSPI
Яскравість:	400 кд/м²
Контрастність:	800:1
Кут огляду:	60 градусів по вертикалі та горизонталі
Підсвітка:	LED

Продовження таблиці 3.2

Робоча температура:	від -20 до +70 градусів Цельсія
Напруга живлення:	3,3 В
Розміри:	69 мм х 50 мм х 3,3 мм
Ефективна площа екрану:	58 мм х 45 мм

Для забезпечення стабільної та надійної роботи центрального модуля необхідно правильно спроєктувати всі електричні з'єднання між мікроконтролером, дисплеєм та звуковими індикаторами. Особливу увагу слід приділити підключенню живлення та сигналів керування до дисплея ILI9342, а також до бузерів, які спрацьовують при виявленні критичних значень параметрів повітря. Усі ці компоненти об'єднані в єдину електричну схему, що забезпечує узгоджену роботу модуля. Принципова електрична схема центрального модуля наведена на рисунку 3.4.

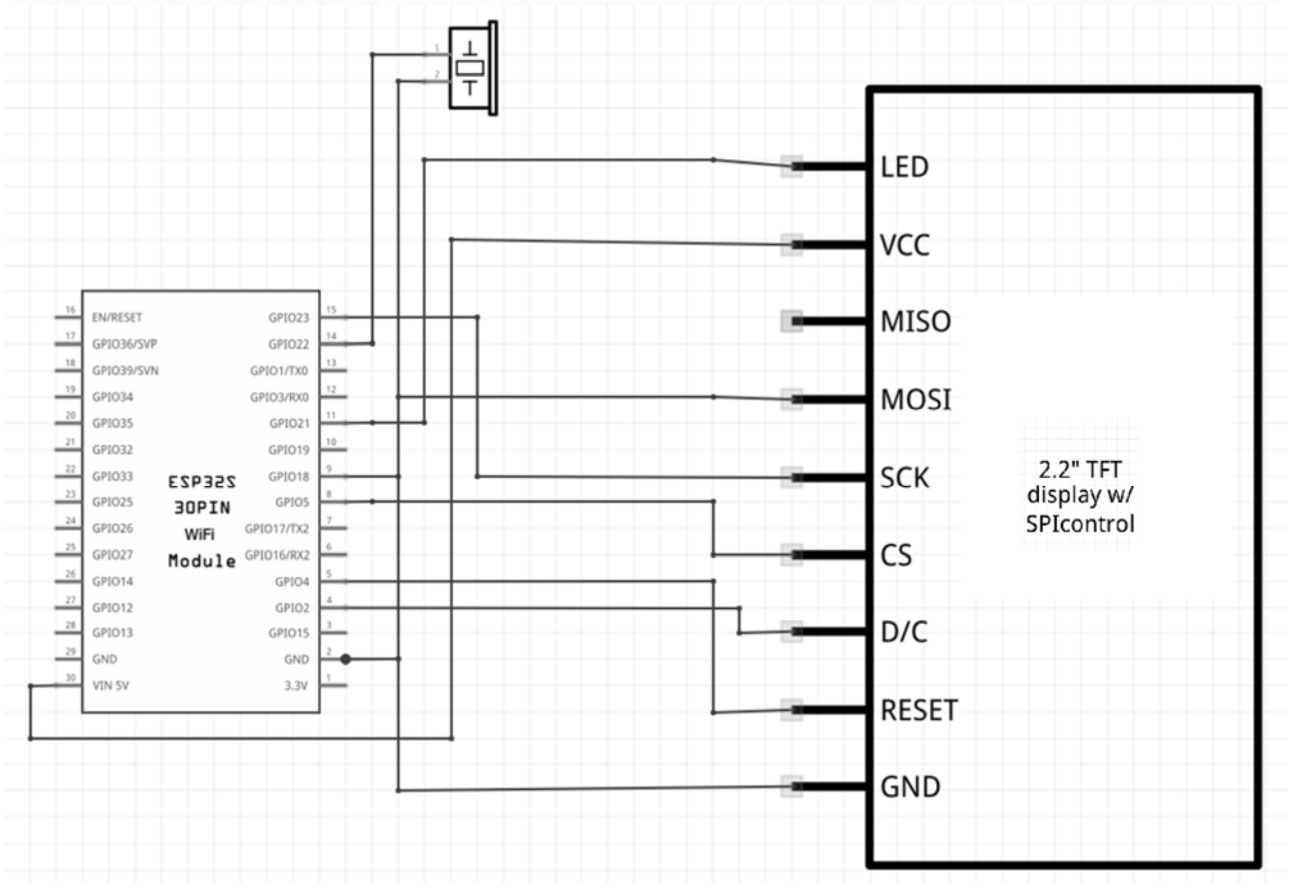

Рисунок 3.4 – Принципово електрична схема центрального модуля

Для надійної та стабільної роботи центрального модуля всі компоненти були змонтовані в корпусі, а їх підключення виконано згідно з підготовленою схемою монтажу. Оскільки модуль базується на платі ESP32 із вбудованим дисплеєм, у розробці використовувалась готова розпіновка цієї плати, яка наведена в Додатку Б, рисунку 1. Це дозволило уникнути конфліктів між периферійними пристроями. Візуальна схема монтажу наочно демонструє фізичне розміщення компонентів і з'єднань між ними, що значно спрощує діагностику, обслуговування й повторне складання модуля. Схему наведено на рисунку 3.5.

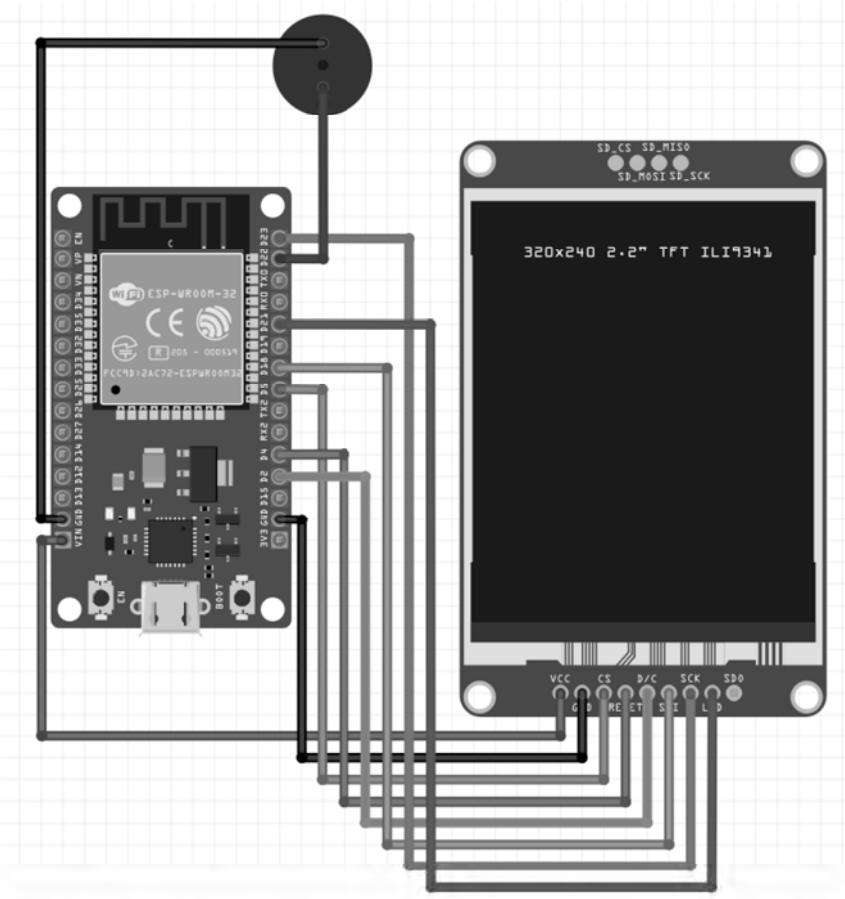

Рисунок 3.5 – Схема монтажу компонентів центрального модуля

Сенсорні модулі системи побудовані на основі мікроконтролера ESP8266-01 – компактного, енергоефективного пристрою з вбудованим Wi-Fi-модулем [8]. Його можливостей достатньо для періодичного зчитування даних із

підключеного сенсора, формування запиту у форматі HTTP та передачі його на центральний модуль у межах локальної мережі. Через обмежену кількість доступних GPIO-портів кожен модуль підключається лише до одного датчика, що відповідає концепції вузькоспеціалізованих сенсорних точок. Зовнішній вигляд ESP8266-01 представлений на рисунку 3.6, а його технічні характеристики наведено в таблиці 3.3.

Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд ESP8266-01

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики ESP8266-01

Wi-Fi:	802.11 b/g/n, 2,4 ГГц
Режими WiFi:	P2P (клієнт), soft-AP (точка доступу)
Вихідна потужність WiFi:	19,5 дБ
Напруга живлення:	1,8 – 3,6 В
Струм споживання:	220 мА
Портів GPIO:	2
Тактова частота процесора:	80 МГц
Об’єм пам’яті для коду:	1024 Кб
Оперативна пам’ять:	96 КБ
Розміри:	24,8 мм х 14,3 мм х 8 мм

Для початкового програмування та оновлення прошивки ESP8266-01 використовується програматор USB-TTL на базі мікросхеми CH340G. Це простий і доступний інтерфейс, який дозволяє завантажувати прошивку безпосередньо з комп’ютера через послідовний порт. Живлення при цьому також

подається через програматор. Зовнішній вигляд програматора CH340G показано на рисунку 3.7.

Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд програматора CH340G

Модуль вимірювання температури та вологості побудований на базі мікроконтролера ESP8266-01 у поєднанні з цифровим сенсором DHT22 [9]. Основне завдання модуля – періодично зчитувати мікрокліматичні параметри в реальному часі, формувати запит у форматі HTTP і надсилати його на центральний модуль через локальну Wi-Fi мережу. Лістинг програмного коду наведено в Додатку Г.

Модуль працює автономно: через заданий інтервал часу він активує датчик, отримує показники, формує HTTP-запит з параметрами температури та вологості у вигляді GET-рядка, а потім відправляє його за фіксованою IP-адресою головного модуля. При втраті зв'язку модуль не зберігає дані, що підкреслює простоту логіки, але забезпечує стабільну передачу за нормальної роботи мережі.

Модуль розміщений у надрукованому на 3D-принтері корпусі, який забезпечує фізичний захист від пошкоджень та електростатичних розрядів, а також ізолює плату від прямого потрапляння вологи. Зовнішній вигляд модуля температури та вологості наведено в рисунку 3.8.

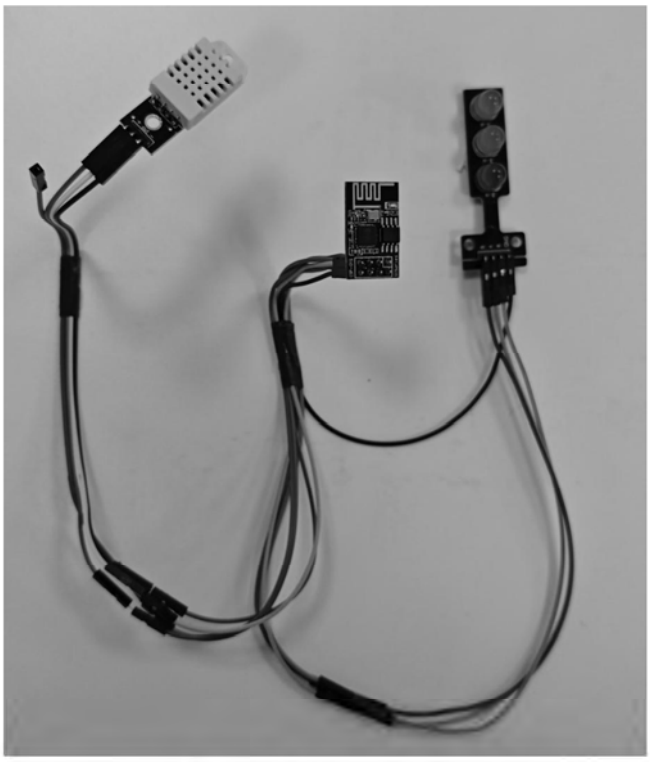

Рисунок 3.8 – Зовнішній вигляд модуля температури та вологості

Зовнішній вигляд цифрового сенсора DHT22 та його технічні характеристики наведено в рисунку 3.9 та в таблиці 3.4.

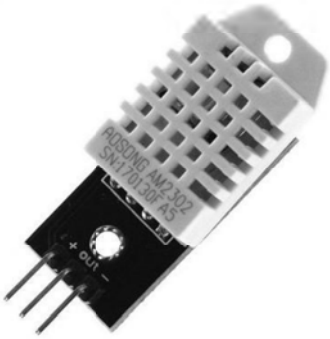

Рисунок 3.9 – Зовнішній вигляд цифрового сенсора DHT22

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики цифрового сенсора DHT22

Напруга живлення:	3,3 … 5 В
Споживаний струм:	0,05 - 2,5 мА
Вихідний сигнал:	цифровий в схемі з відкритим колектором
Роздільна здатність даних:	16 біт

Продовження таблиці 3.4

Діапазон вимірювання вологості:	0...100%, похибка ±2%
Діапазон вимірювання температури для DHT22:	-40 ° C … +125 ° C, похибка ±0,5 °C
Діапазон вимірювання температури для DHT21:	-40 ° C … +80 ° C, похибка ±0,5 °C
Затримка:	2с
Частота дискретизації АЦП в датчику:	0,5 Гц
Габарити DHT22:	15,1 мм х 25,1 мм х 7,7 мм
Вага DHT22:	2,2 г

Принципова електрична схема модуля температури та вологості наведена в рисунку 3.10.

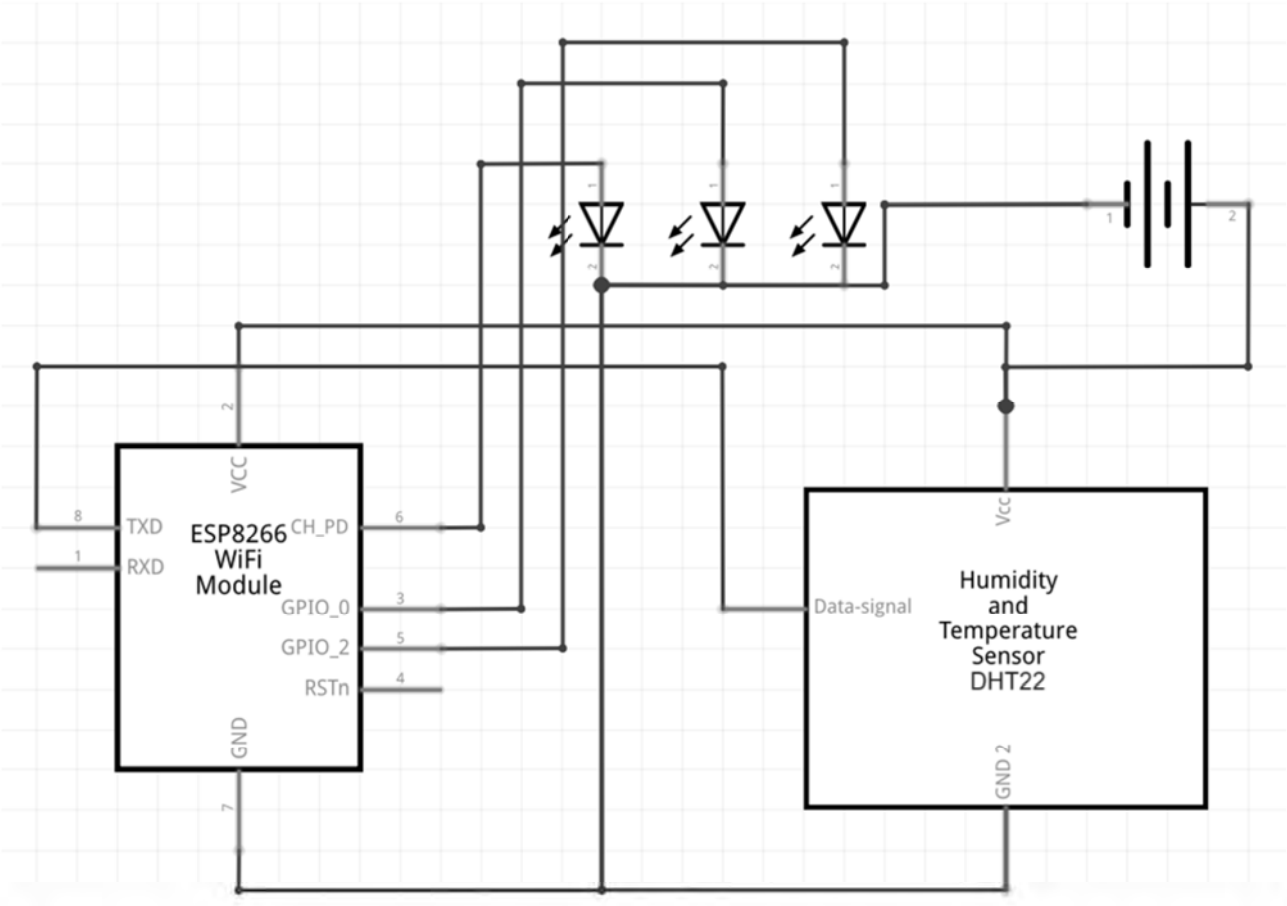

Рисунок 3.10 – Принципова електрична схема модуля температури та вологості

Візуальна схема монтажу наведена в рисунку 3.11.

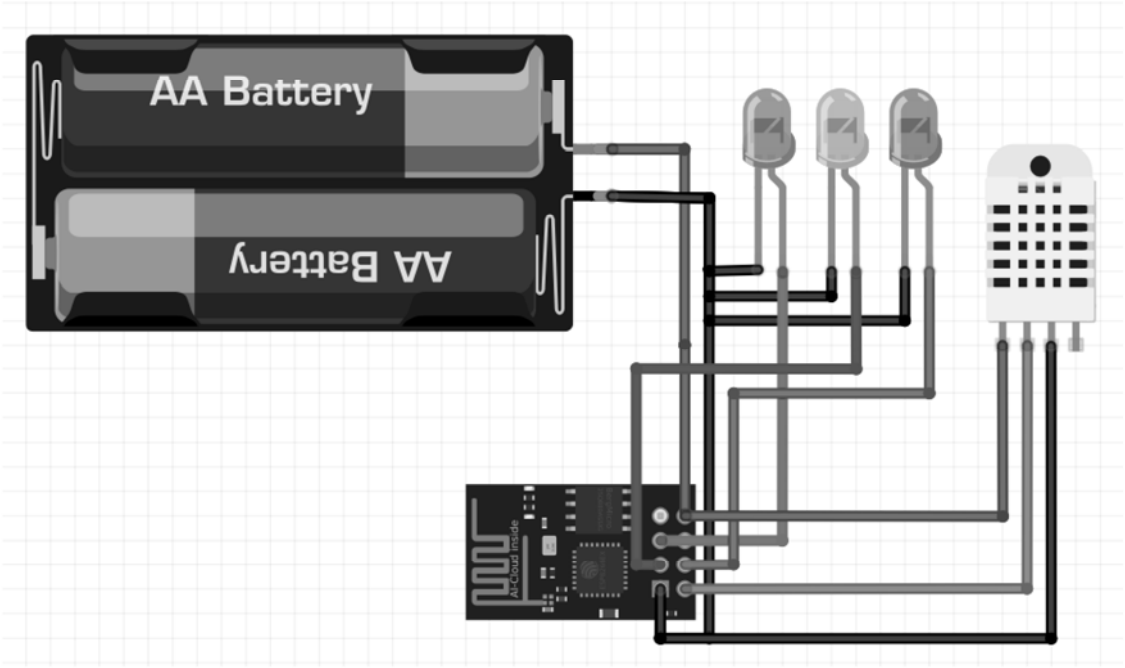

Рисунок 3.11 – Візуальна схема монтажу

Сенсорний модуль для вимірювання атмосферного тиску побудований на базі мікроконтролера ESP8266-01, до якого підключено цифровий датчик тиску BMP180 [10]. Основне завдання модуля – періодично зчитувати значення атмосферного тиску та температури (оскільки BMP180 також вимірює температуру для компенсації), формувати HTTP-запит і передавати ці дані на головний модуль через локальну Wi-Fi-мережу. Лістинг програмного коду модуля вимірювання атмосферного тиску наведено в Додатку Ґ.

BMP180 обмінюється даними з мікроконтролером через інтерфейс I^2C, який реалізується за допомогою двох ліній: SDA (дані) та SCL (синхронізація). ESP8266-01, маючи лише два GPIO-піни, використовує GPIO0 як SDA і GPIO2 як SCL, згідно з обмеженнями плати. Після обробки отриманих показників, модуль відправляє їх головному вузлу, який обробляє та відображає ці дані.

Модуль змонтований у компактному корпусі, надрукованому на 3D-принтері. Зовнішній вигляд модуля наведено в рисунку 3.12.

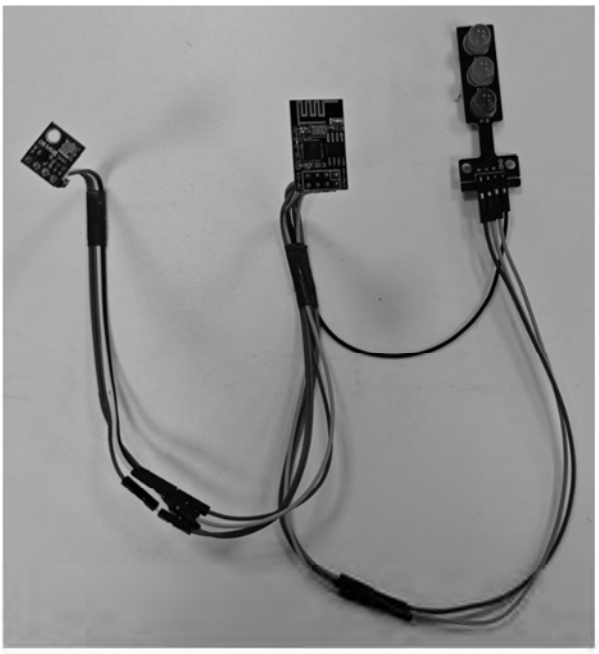

Рисунок 3.12 – Зовнішній вигляд модуля

Зовнішній вигляд BMP180 та його технічні характеристики наведено в рисунку 3.13 та в таблиці 3.5.

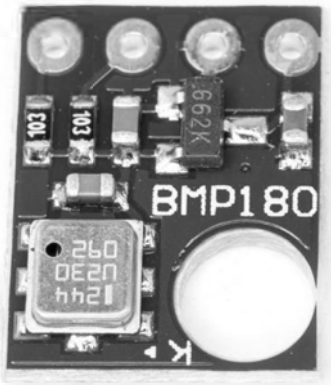

Рисунок 3.13 – Зовнішній вигляд BMP180

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики BMP180

Діапазон вимірювань:	300 - 1100 гПа (9000 ... -500 метрів над рівнем моря)
Крок вимірювання:	0.03 гПа / 0.25 м
Діапазон вимірювання температур:	-40 to +85°C (точність +-2 град)
Керування:	шина I2C
Напруги живлення:	2 - 5В
Споживання в режимі очікування:	0,1 мкА

Принципова електрична схема модуля вимірювання атмосферного тиску наведена в рисунку 3.14.

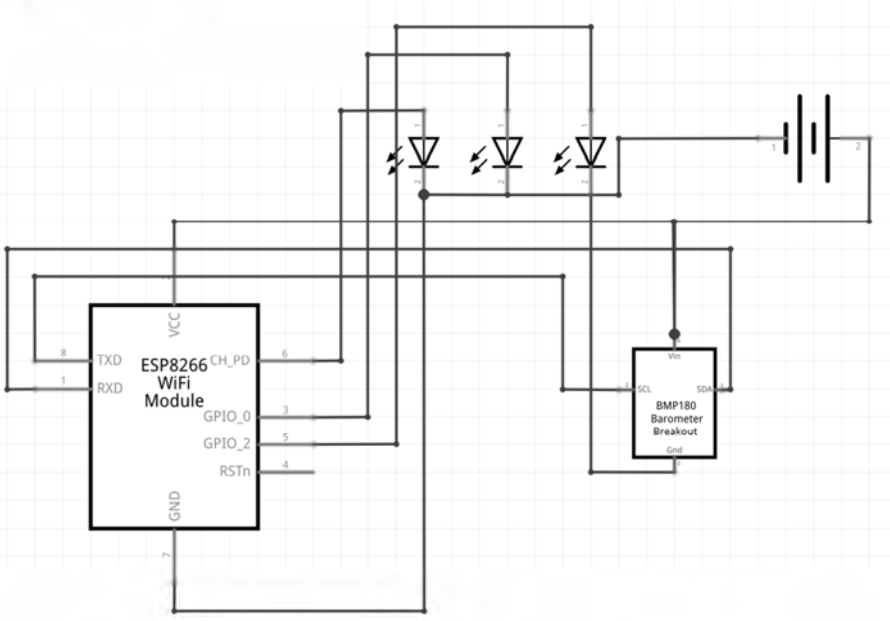

Рисунок 3.14 – Принципова електрична схема модуля вимірювання атмосферного тиску

Візуальна схема монтажу модуля вимірювання атмосферного тиску представлена в рисунку 3.15.

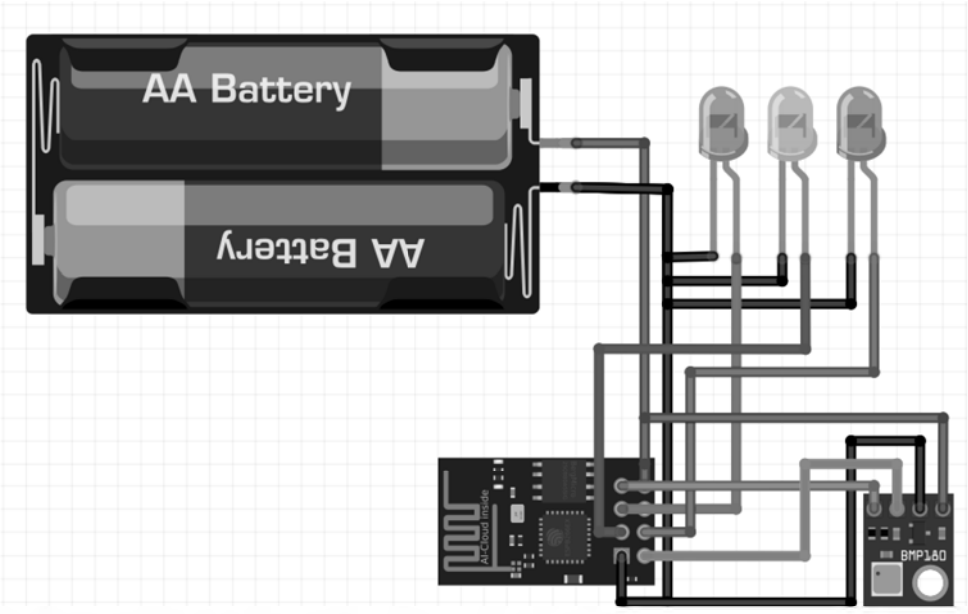

Рисунок 3.15 – Візуальна схема монтажу модуля вимірювання атмосферного тиску

Сенсорний модуль для визначення концентрації зважених частинок у повітрі (PM1.0, PM2.5, PM10) побудований на основі цифрового лазерного сенсора PMS5003 [11], з'єднаного з мікроконтролером ESP8266-01 через UART (послідовний інтерфейс). Принцип роботи PMS5003 полягає у виявленні частинок у повітрі методом розсіювання лазерного променя та аналізу зворотного сигналу. Це дозволяє точно визначати концентрацію дрібнодисперсного пилу в реальному часі. Лістинг програмного коду наведено в Додатку Д.

Модуль періодично зчитує дані з PMS5003, обробляє їх, формує структурований HTTP-запит і передає інформацію до головного вузла через локальну Wi-Fi-мережу. Взаємодія відбувається односторонньо: сенсорний модуль тільки надсилає інформацію, а головний модуль приймає та відображає її. Це дозволяє забезпечити стабільність роботи та спростити масштабування.

Модуль змонтований у корпусі, надрукованому на 3D-принтері. Конструкція передбачає наявність спеціальних повітряних каналів для коректної роботи PMS5003 (йому потрібно забезпечити вільну циркуляцію повітря через повітрозабірник та повітровивід). Корпус захищає електроніку від пилу ззовні, не перешкоджаючи роботі сенсора. Зовнішній вигляд модуля представлено в рисунку 3.16.

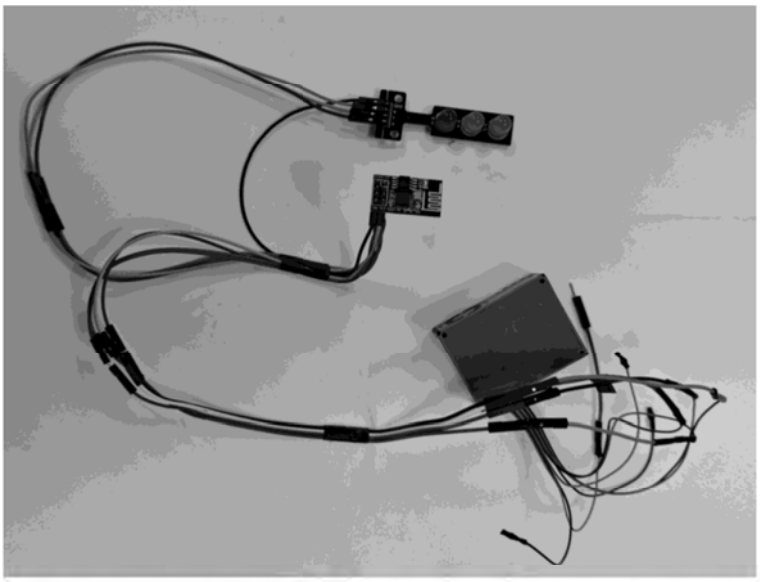

Рисунок 3.16 – Зовнішній вигляд модуля для визначення концентрації зважених частинок у повітрі

Зовнішній вигляд PMS5003 та його технічні характеристики наведено в рисунку 3.17 та в таблиці 3.6.

Рисунок 3.17 – Зовнішній вигляд PMS5003

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики PMS5003

Одиниці виміру:	кількість частинок
Діапазони вимірювання:	від 0.3 до 1.0; від 1.0 до 2.5; від 2.5 до 10 (мм)
Точність підрахунку:	50%@0.3um 98% @> = 0.5 um
Час відгуку:	10 сек
Напруга живлення:	5В
Споживаний робочий струм:	120 мА
Струм в режимі очікування:	200 мкА
Напруга інтерфейсної логіки:	<0.8 @ 3.3 H> 2.7@3.3 V
Робочий діапазон температур:	від -20 до + 50 ° С
Робочий діапазон вологості:	від 0 до 99%
Середній час напрацювання на відмову:	3 років
Розміри:	65 х 42 х 23 мм

Принципова електрична схема модуля для визначення концентрації зважених частинок у повітрі 3.18.

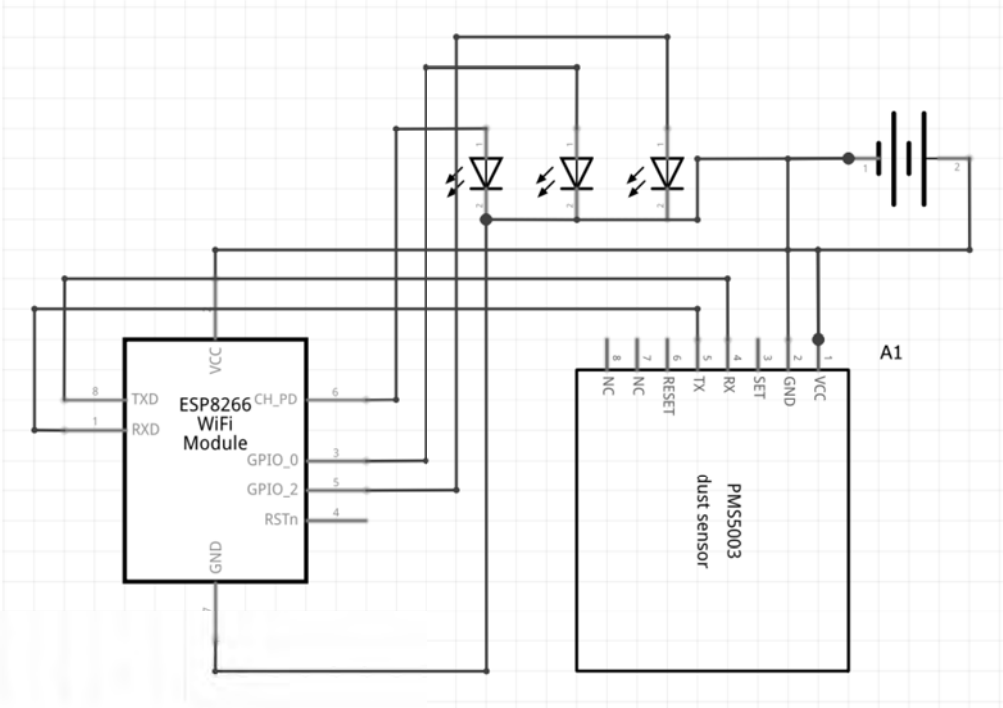

Рисунок 3.18 – Принципова електрична схема модуля для визначення концентрації зважених частинок у повітрі

Візуальна схема монтажу модуля для визначення концентрації зважених частинок у повітрі 3.19.

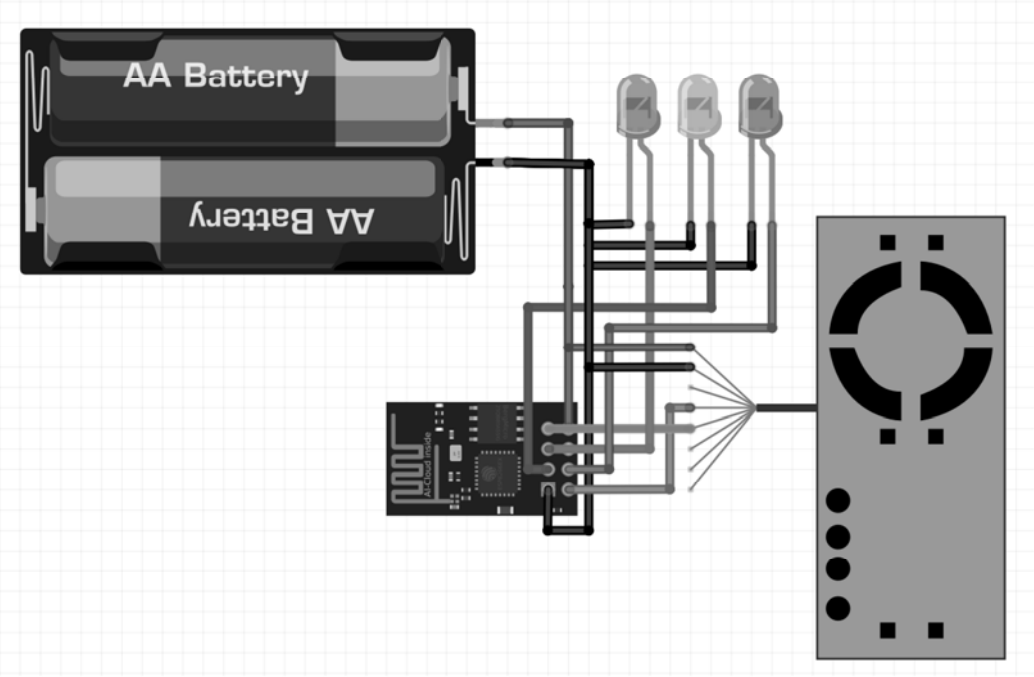

Рисунок 3.19 – Візуальна схема монтажу модуля для визначення концентрації зважених частинок у повітрі

3.3 Тестування

Для перевірки працездатності створеної системи було проведено тестування в реальних умовах. Метою тестування було виявити, чи здатна система стабільно збирати, передавати й виводити інформацію про параметри повітря, а також своєчасно реагувати на перевищення критичних значень. Тестування охоплює як окремі функціональні модулі (сенсорні та головний), так і взаємодію між ними. Кожен тест спрямований на оцінку ключових аспектів роботи системи – підключення, обмін даними, індикацію та автономну роботу. Результати тестування узагальнено в таблиці 3.7, нижче.

Таблиця 3.7 – Тестування готової системи

Назва тесту	Очікуваний результат	Фактичний результат
Підключення всіх модулів до живлення	Усі модулі вмикаються, з'являється Wi-Fi-активність на ESP8266 та ESP32	Всі модулі успішно активувалися
Надсилання даних сенсорним модулем DHT22	На головний модуль надходить пакет із температурою та вологістю	Пакет передано, значення відображено на дисплеї

Продовження таблиці 3.7

Надсилання даних сенсором BMP180	Отримано тиск у межах 980–1040 гПа, значення оновлюється кожні ~15 с	Значення тиску оновлюється з періодичністю ~15 с
Робота PMS5003	Визначено рівень PM2.5 та PM10, інформація надходить через UART → Wi-Fi → ESP32	Дані передаються, значення з'являються на дисплеї
Робота бузерів при перевищенні порогу	При перевищенні порогу PM2.5 (наприклад, >35 мкг/м³) бузер активується	Бузер спрацьовує при заданому порозі
Відображення інформації на дисплеї	Значення всіх датчиків оновлюються; зміна кольору при відхиленнях	Дані відображаються коректно, кольори змінюються
Відсутність дублювання або конфліктів даних	Головний модуль приймає дані з кожного модуля незалежно, без втрат або затримок	Конфліктів не зафіксовано, дані від усіх модулів надходять

В результаті проведених тестувань можна зробити наступні висновки:

– система успішно виконує свої функції моніторингу параметрів повітря в реальному часі;

– дані коректно передаються з кожного сенсорного модуля на головний по HTTP-протоколу через локальну Wi-Fi-мережу;

– візуальна та звукова індикація працює відповідно до заданих порогів, дисплей надає чітку та інформативну візуалізацію;

– конфліктів між модулями не зафіксовано, система масштабується без проблем.

У результаті реалізації проєкту було створено повнофункціональну розподілену систему моніторингу показників повітря в закритому приміщенні. Усі апаратні модулі були змонтовані відповідно до розроблених електричних схем і фізичних макетів, протестовані на працездатність та інтегровані в єдину мережу. Програмне забезпечення забезпечує стабільний обмін даними між сенсорними вузлами та головним модулем за допомогою протоколу HTTP, а

також надає візуальну й звукову індикацію поточного стану повітря. Проведене тестування підтвердило працездатність системи, коректну роботу сенсорів, своєчасну реакцію на зміну параметрів та стабільну передачу даних у межах локальної мережі. Таким чином, реалізована система відповідає поставленим вимогам і може бути застосована для локального екологічного моніторингу повітря у приміщеннях побутового або виробничого призначення. У подальшому можливе розширення функціональності шляхом додавання нових типів сенсорів та впровадження централізованої обробки даних через віддалений сервер або хмарні сервіси.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

4.1 Аналіз ринку

Розроблена система є розподіленим засобом моніторингу якості повітря у закритих приміщеннях, призначеним для контролю рівнів твердих часток у повітрі (PM2.5 і PM10), а також загального рівня забруднення, з передачею даних по Wi–Fi та індикацією стану за допомогою дисплея, RGB–підсвічування та звукових сигналів. Цільове середовище використання охоплює навчальні заклади, житлові й офісні простори, виробничі та складські приміщення – скрізь, де критично важливо відстежувати стан повітря з погляду санітарно–гігієнічної безпеки. У контексті розвитку “розумних будинків” та систем превентивної екологічної безпеки система демонструє здатність до інтеграції в локальні або розподілені мережі. На тлі комерційних аналогів, таких як Ajax LifeQuality Jeweler чи Awair Element, розроблений пристрій відрізняється нижчою вартістю, відкритістю програмного забезпечення та можливістю точного налаштування архітектури відповідно до вимог середовища, зберігаючи при цьому достатній рівень функціональної надійності.

4.2 Розрахунок витрат

4.2.1 Заробітна плата

Для того щоб обрахувати середню заробітну плату ($С_{зп}$), буде використано формулу 4.1.

$$С_{зп} = Т_{роз} * О_{год} \quad (4.1)$$

де:

$Т_{роз}$ – тривалість розробки, [год];

$О_{год}$ – погодинна оплата праці, [грн].

Процес розробки зайняв 102 години, а погодинна ставка для практиканта, технічного стажера або спеціаліста без досвіду складе 80 гривень. Звідси:

$$С_{зп} = 102 * 80 = 8160 \text{ грн.}$$

Таким чином середня заробітна плата становить 8160 грн.

4.2.2 Єдиний соціальний внесок

Єдиний соціальний внесок (далі ЄСВ) – це обов'язковий внесок, який сплачується з фонду оплати праці і йде на пенсійне, соціальне та медичне страхування працівників. ЄСВ обчислюється за формулою 4.2.

$$С_{вн} = С_{зп} * К_{ссв} \quad (4.2)$$

де:

$С_{вн}$ – витрати на внески до фондів ЄСВ, [грн];

$С_{зп}$ – нарахована заробітна плата, [грн];

$К_{ссв}$ – коефіцієнт ЄСВ, [грн].

Станом на 2025 рік сума ЄСВ становить 22% від суми доходу. Звідси:

$$С_{вн} = 8160 * 0.22 = 1795,2 \text{ грн.}$$

Отже, враховуючи середню заробітну плату та процентну ставку в 22% сума внеску становить 1795,2 грн.

4.2.3 Витрати на електроенергію

Оскільки принцип роботи розподіленої системи моніторингу показників повітря передбачає безперервний джерело живлення, потрібно врахувати додаткові витрати, які розраховуються за формулою 4.3.

$$С_{ел} = P * T * С_{кВт} \quad (4.3)$$

де:

$С_{ел}$ – витрати на електроенергію, [грн];

P – потужність обладнання, [кВт];

T – тривалість роботи обладнання, [год];

$С_{кВт}$ – тариф за 1 кВт·год електроенергії, [грн].

Станом на 2025 рік за 1 кВт год електроенергії в Тернопільській області потрібно заплатити 576,91 копійок або 6 грн. (без ПДВ). Потужність яка необхідна для стабільної роботи приладу: 0.006 кВт. Тривалість роботи 744 години, це максимум протягом якого може працювати пристрій безперервно протягом одного місяця який становить 31 календарний день. Звідси:

$$C_{ел} = 0.006 * 744 * 6 = 26,78 \text{ грн.}$$

Додаткові витрати на електроенергію становлять 26 гривень 78 копійок.

4.2.4 Витрати на обладнання

В таблиці 4.1 представлено перелік компонентів які необхідні для реалізації системи, їх кількість та вартість.

Таблиця 4.1 – Підрахунки витрат на обладнання

Обладнання	Кількість	Вартість за одиницю, грн.	Сума, грн.
ILI9342 з ESP32	1	666,48	666,48
ESP8266–01	3	88	264
DHT22	1	242	242
PMS5003	1	750	750
Блок живлення на 12В	4	90	360
Світлодіод	9	70	630
Бузер	1	27	27

Загальна сума витрат на компоненти ($C_{вк}$) становить 2939,48 грн.

4.2.5 Програмне забезпечення

Для реалізації проєкту роботи використовується середовище Arduino IDE, яке є безкоштовним, тому витрати на ПЗ не передбачаються.

4.2.6 Загальні витрати

Щоб підрахувати загальні витрати потрібно додати всі вище обраховані витрати, обчислення проводяться за формулою 4.4.

$$C_{зв} = C_{зп} + C_{вн} + C_{ел} + C_{вк} = 12921,46 \text{грн.} \quad (4.4)$$

Таким чином загальні витрати становлять 12921,46 грн.

4.3 Економічний ефект

Розроблена система моніторингу якості повітря в закритих приміщеннях забезпечує комплексний контроль основних параметрів: температури, вологості, рівня пилу (PM2.5 і PM10) та загального стану повітря. Вбудовані датчики дозволяють своєчасно виявляти аномалії, що можуть свідчити про початок

пожежі або порушення температурного режиму, які потенційно призводять до загоряння.

Завдяки цій можливості система виступає превентивним інструментом, який дозволяє:

- запобігти розвитку пожежі на ранній стадії;
- зменшити ймовірність втрат майна та обладнання;
- знизити ризики для життя і здоров'я персоналу та мешканців;
- уникнути зупинки виробничих або адміністративних процесів.

Реалізований механізм оповіщення – як візуальний, так і звуковий який забезпечує негайне інформування відповідальних осіб про потенційну загрозу.

Враховуючи середній обсяг збитків від пожежі в невеликих або середніх приміщеннях, а також статистику пожежної безпеки, можна оцінити економічний ефект від впровадження системи за формулою 4.5.

$$E = K * C \quad (4.5)$$

де:

E – економічний ефект [грн];

K – кількість потенційних аварій, яких можна уникнути на об'єкті за рік [шт];

C – середня оцінка матеріальних збитків від однієї аварії [грн].

Враховуючи, що протягом року система дозволяє уникнути щонайменше однієї аварійної ситуації (K = 1), а середня сума збитків у разі аварії становить не менше ніж 25 000 грн, отримаємо:

$$E = 1 * 25000 \text{ грн/рік}$$

Таким чином, річний економічний ефект від впровадження системи моніторингу показників повітря становить 25000 грн. Це підтверджує економічну доцільність проєкту та його ефективність у підвищенні безпеки, зменшенні витрат на ліквідацію наслідків аварій та мінімізації ризиків.

4.4 Окупність проєкту

Окупність проєкту визначається шляхом порівняння загальних витрат на розробку системи з отриманим річним економічним ефектом. Цей показник дозволяє оцінити, за який період часу інвестиції у розробку будуть компенсовані за рахунок досягнутої економії.

Оцінка економічної ефективності проводиться з використанням коефіцієнта економічної ефективності ($К_{еф}$), що розраховується за формулою 4.6.

$$К_{сф} = Е / С_{зв} \quad (4.6)$$

де:

$К_{еф}$ – коефіцієнт економічної ефективності;

Е – річний економічний ефект, [грн];

$С_{зв}$ – загальні витрати на розробку системи, [грн].

За результатами проведених розрахунків:

$$К_{еф} = 25000 / 12921,46 = 1,93 \quad (4.6)$$

Оскільки отримане значення $К_{еф} > 1$, згідно з методичними вказівками це означає, що проєкт є економічно вигідним. Після досягнення точки окупності система починає приносити чисту економічну вигоду, зменшуючи ймовірність аварій та супутніх витрат.

У результаті проведеного техніко–економічного обґрунтування встановлено, що розроблена система моніторингу якості повітря в закритому приміщенні є економічно доцільною для впровадження в умовах реального використання.

Проведений аналіз ринку підтвердив наявність попиту на подібні системи, а також виявив конкурентні переваги розробленого пристрою – нижчу вартість, модульну архітектуру, гнучкість конфігурації та можливість масштабування.

Загальні витрати на розробку системи склали 12921,46 грн. Основним джерелом економічного ефекту є попередження аварійних ситуацій, пов'язаних із витоком побутового газу або чадного газу, що дозволяє щороку уникати потенційних збитків на суму 25 000 грн.

Розрахований коефіцієнт економічної ефективності становить 1,93, що перевищує одиницю і свідчить про високу ефективність реалізованого технічного рішення. Таким чином, розроблена система повністю окуповується менш ніж за рік та забезпечує стабільну економічну вигоду при подальшій експлуатації. Результати цієї роботи також отримали наукове підтвердження: тези, присвячені реалізації розподіленої системи моніторингу повітря, були представлені на науково-практичній конференції в рамках Днів Науки 2025 у Галицькому фаховому коледжі імені В'ячеслава Чорновола, що підкреслює актуальність та прикладну цінність запропонованого технічного рішення [12].

ВИСНОВКИ

Робота виконана у повному обсязі, згідно з поставленим завданням. Розроблено розподілену систему моніторингу показників повітря, що базується на архітектурі незалежних сенсорних вузлів з централізованим збором, обробкою та індикацією даних. Основні параметри контролю – температура, вологість, атмосферний тиск, вміст твердих часток, чадного та побутового газу – обрані на основі практичної доцільності та технічної значущості.

Апаратна частина реалізована з урахуванням енергоспоживання, стабільності та простоти масштабування. Програмна складова забезпечує автономну взаємодію вузлів через локальну мережу з використанням HTTP-протоколу. Передбачено реагування на критичні стани системи шляхом кольорової індикації та звукового сигналу.

Виконано повне моделювання та тестування функціоналу. Зафіксовано стабільну роботу системи, коректне спрацьовування логіки обробки даних та відсутність конфліктів між модулями. Конструктивна реалізація забезпечує можливість відтворення пристрою на основі наданої документації, а також його подальший розвиток без зміни фундаментальної структури.

Система придатна до практичного використання в реальних умовах. За необхідності – масштабована. Результат контрольовано ефективний.

Загальні витрати на проєкт становлять 12921,46 грн. Річний економічний ефект – 25 000 грн, що забезпечується завдяки запобіганню аваріям. Коефіцієнт економічної ефективності становить 1,93, що свідчить про повну окупність системи менш ніж за рік.

Економічна доцільність підтверджена. Архітектурна модель – придатна до промислового або побутового розгортання. Елемент контролю – працює.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Датчик якості повітря Ajax LifeQuality Jeweler. Ajax Systems: веб–сайт. URL: https://ajax.systems/ua/products/lifequality/ (дата звернення 10.02.2025).
2. Датчик якості повітря Ajax. Інтернет–магазин ROZETKA: веб–сайт. URL: https://cutt.ly/prrC1rRT (дата звернення 10.02.2025).
3. Норма температурного режиму та вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. НАКАЗ МОЗ України від 10.05.2024 № 813 "Про затвердження державних медико–санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць": веб–сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763–24#n9 (дата звернення 02.04.2025).
4. Норма атмосферного тиску. Онлайн–енциклопедія Wikipedia: веб–сайт. URL: https://cutt.ly/DrdJIKLt (дата звернення 02.042025).
5. Якість повітря. Офіційний портал World Health Organization (ВООЗ): веб–сайт. URL: https://www.who.int/teams/environment–climate–change–and–health/air–quality–and–health/health–impacts/types–of–pollutants (дата звернення 02.04.2025).
6. Технічні характеристики ESP32. Arduino.UA: веб-сайт. URL: https://ardushop.in.ua/arduino/developer-board-esp-wroom-32-esp-32-wi-fi-bluetooth (дата звернення 05.04.2025).
7. Display ILI9342 datasheet. Electronic Components Datasheet Search: веб-сайт. URL: https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1253143/ETC1/ILI9342.html (дата звернення 05.04.2025).
8. Технічні характеристики ESP-01. IT MASTER: веб-сайт. URL: https://www.itmaster.biz.ua/directory/kits-nabory/esp-01.html (дата звернення 07.04.2025).

9. Технічні характеристики DHT22. IT MASTER: веб-сайт. URL: https://www.itmaster.biz.ua/directory/kits-nabory/esp-01.html (дата звернення 07.04.2025).

10. Технічні характеристики BMP180. Arduino.UA: веб-сайт. URL: https://ardushop.in.ua/arduino/atmospheric-pressure-temperature-sensor-bmp180 (дата звернення 09.04.2025).

11. Технічні характеристики PMS5003. Arduino.UA: веб-сайт. URL: https://arduino.ua/prod3098-lazernii-datchik-zabrydnennya-povitrya-pm2-5-pms5003?srsltid=AfmBOorDujUU883FMm2_eo8-y3DaTZefcd4dY_R9oXe8z7jsrBvbt0y2 (дата звернення 09.04.2025).

12. Бончук Олександр. Розподілена система моніторингу показників повітря в закритому приміщенні: збірник тез за матеріалами студентської науково-практичної конференції в рамках Днів Науки 2025 в Галицькому фаховому коледжі імені В'ячеслава Чорновола: Тернопіль, 2025. С. 18-23.

ДОДАТКИ

Додаток А

Поведінка системи в межах сценаріїв

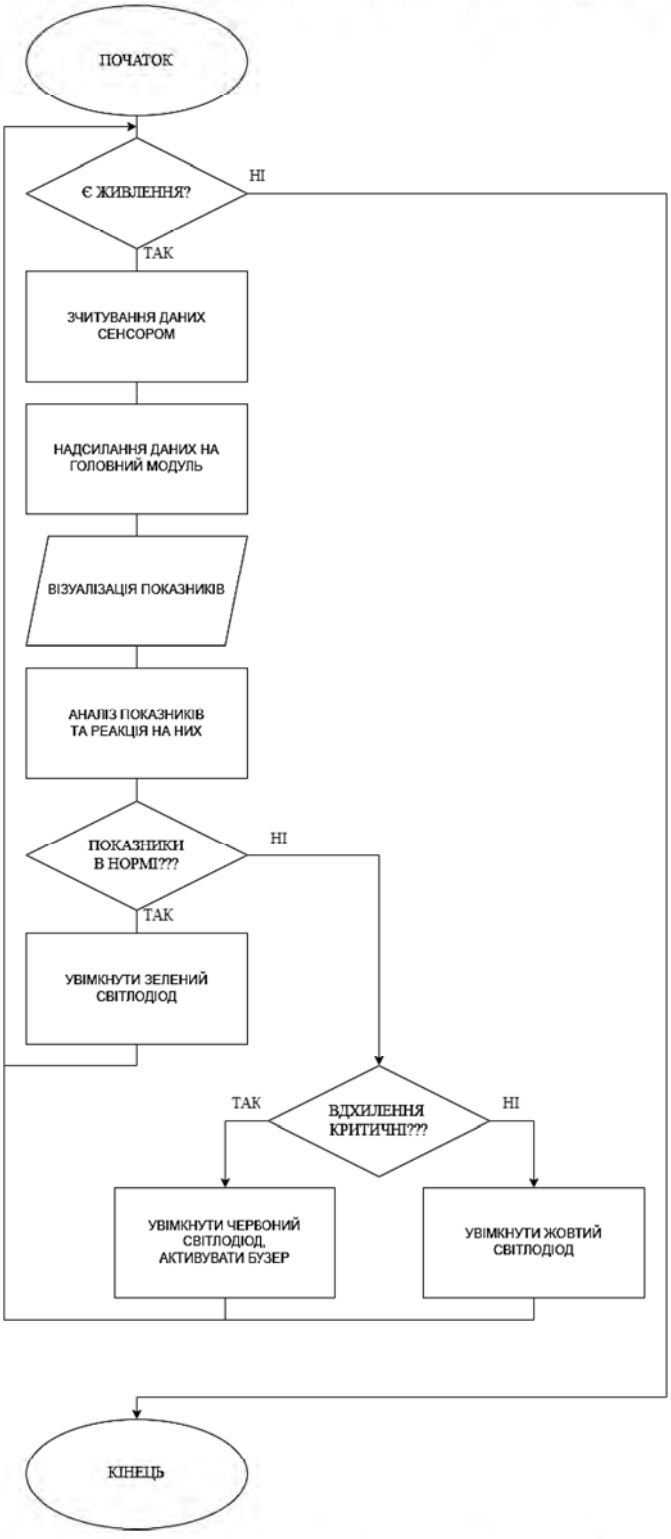

Рисунок А.1 – Поведінка системи в межах сценаріїв

Додаток Б

Розпіновка плати з дисплеєм та мікроконтролером

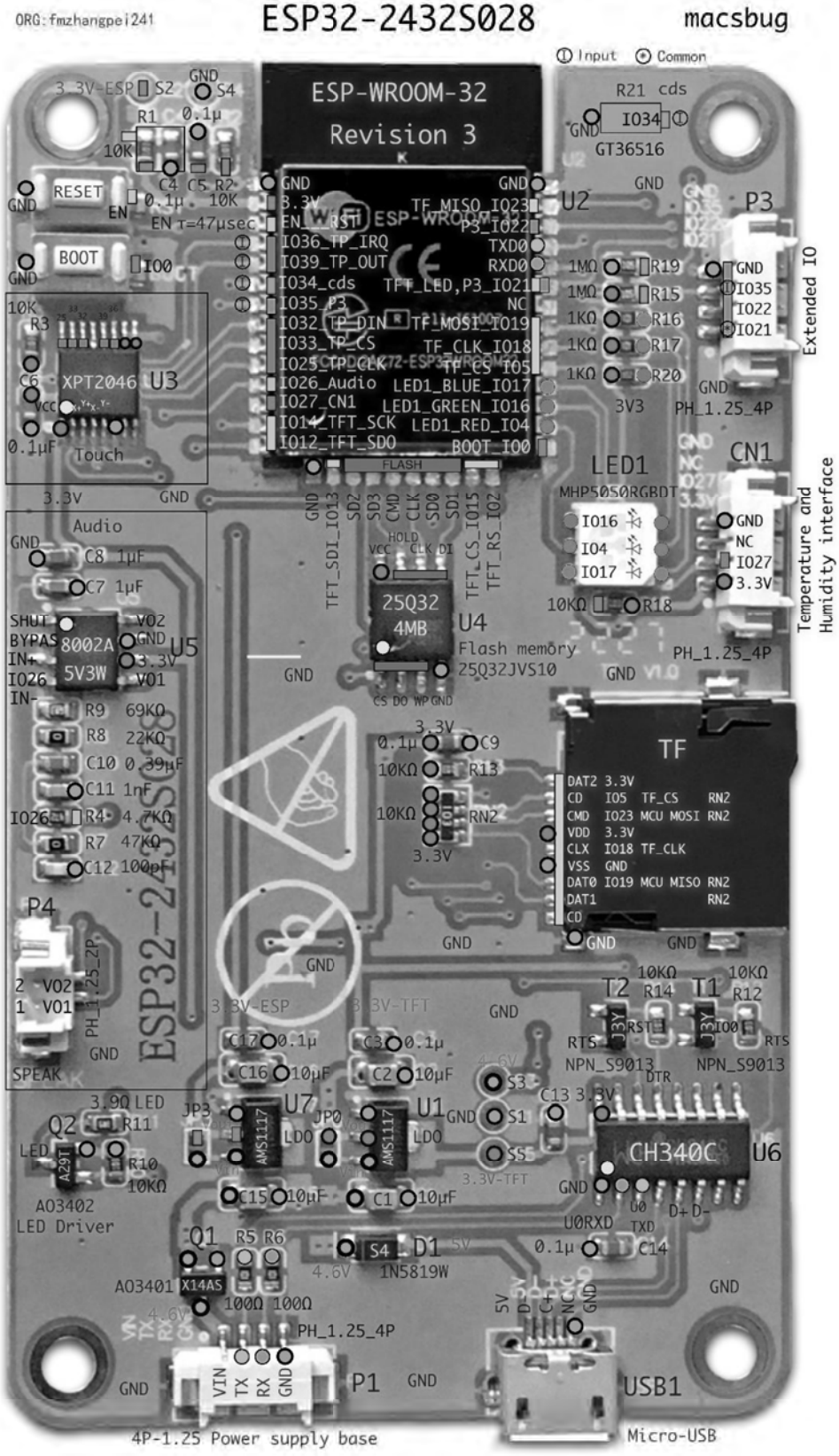

Рисунок Б.1 – Розпіновка плати з дисплеєм та мікроконтролером

					КР.КІ 25.003.3.000 ПЗ	Арк. 59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В

Лістинг програмного коду центрального модуля

```
#include <WiFi.h>
#include <TFT_eSPI.h> // Підключаємо бібліотеку TFT_eSPI 240x320 px
BRG color format 0xBRG
#include <HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <WiFiClient.h>
#include "bonchukIcons.h"
#include <AsyncTCP.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>
AsyncWebServer server(80);

String inputString = ""; // Для даних із serial
String inputHTTPString = ""; // Для даних із HTTP POST

// Введи свій SSID та пароль
const char* ssid = "BONCHUK";
const char* password = "lopopopo";
// const char* ssid = "iot_21";
// const char* password = "smarthome";
TFT_eSPI tft = TFT_eSPI();

WiFiClient client;
HTTPClient http;

float temp = 15;
int humidity = 30;
int pressure = 1012;
int dust1 = 9;
int dust10 = 2;
int dust25 = 6;
int dust = 0;
#define BUZZER1_PIN 22
// #define BUZZER2_PIN 21

void drawOuterBox(){
  tft.drawLine(0, 0, tft.width()-1, 0, TFT_WHITE);
  tft.drawLine(tft.width()-1,  0,  tft.width()-1,  tft.height()-1,
TFT_WHITE);
  tft.drawLine(tft.width()-1,  tft.height()-1,  0,  tft.height()-1,
TFT_WHITE);
  tft.drawLine(0, tft.height(), 0, 0, TFT_WHITE);

  tft.setTextColor(TFT_WHITE, TFT_BLACK); // Білий текст на чорному
фоні
  tft.setTextSize(2); // Розмір тексту
  tft.setCursor(19, 6); // Початкова позиція тексту
  tft.println("Monitoring System");
```

```
  tft.drawLine(0, 25, tft.width()-1, 25, TFT_WHITE);

  tft.setTextColor(TFT_WHITE, TFT_BLACK); // Білий текст на чорному
фоні
  tft.setTextSize(1); // Розмір тексту

  tft.setCursor(8, 308); // Початкова позиція тексту
  tft.println("temp");

  tft.drawLine(0, 305, tft.width()-1, 305, TFT_WHITE);

  tft.setCursor(8, 294); // Початкова позиція тексту
  tft.println("hum");

  tft.drawLine(0, 291, tft.width()-1, 291, TFT_WHITE);

  tft.setCursor(8, 280); // Початкова позиція тексту
  tft.println("pres");

  tft.drawLine(0, 277, tft.width()-1, 277, TFT_WHITE);

  tft.setCursor(8, 266); // Початкова позиція тексту
  tft.println("air");

  tft.drawLine(0, 263, tft.width()-1, 263, TFT_WHITE);
}

void drawBar(int start_pixel_w, int start_pixel_h, int numeric_data,
int min_data, int max_data, int col_low_data, int col_up_data,
uint16_t color_normal, uint16_t color_lower, uint16_t color_upper,
int max_pixel_lenght = 190){
  if (min_data == max_data){
    tft.fillRect(start_pixel_w, start_pixel_h, 1, 5, color_normal);
  }
  else {
    if (numeric_data < min_data) numeric_data = min_data;
    if (numeric_data > max_data) numeric_data = max_data;

    float percent = float(numeric_data - min_data) / float(max_data
- min_data);
    int length = percent * max_pixel_lenght;

    // Щоб завжди був хоч 1 піксель при видимості
    if (length <= 0) length = 1;

    // Очистка попередньої полоски
    tft.fillRect(start_pixel_w, start_pixel_h, max_pixel_lenght, 5,
TFT_BLACK);
    // Малюємо нову
    if( numeric_data < col_low_data){
```

```
      tft.fillRect(start_pixel_w,    start_pixel_h,    length,    5,
color_lower);
    } else if (numeric_data > col_up_data){
      tft.fillRect(start_pixel_w,    start_pixel_h,    length,    5,
color_upper);
    } else{
      tft.fillRect(start_pixel_w,    start_pixel_h,    length,    5,
color_normal);
    }
  }
}

void drawBars(float temp, int humidity, int pressure, int dust){
  drawBar(40,    310,    temp,    -30,    50,    5,    35,    TFT_ORANGE,
tft.color565(17, 153, 255), tft.color565(255, 15, 15)); // малюємо
полоску
  drawBar(40, 296, humidity, 0, 100, 20, 85, tft.color565(102, 255,
34), tft.color565(255, 15, 15), tft.color565(255, 15, 15));
  drawBar(40,    282,    pressure,    900,    1500,    1000,    1050,
tft.color565(102,    255,    34),    tft.color565(255,    15,    15),
tft.color565(255, 15, 15));
  drawBar(40, 268, dust, 0, 55, 12, 45, tft.color565(255, 180, 40),
tft.color565(102, 255, 34), tft.color565(255, 15, 15));
}

int getCenteredX(const String& text, int centerX) {
  int textPixelWidth = text.length() * 12; // Приблизна ширина тексту
в пікселях
  return centerX - (textPixelWidth / 2);
}

void drawSensorData(float temp, int hum, int pressure, int dust1,
int dust10, int dust25) {
  tft.fillRect(1, 26, tft.width()-2, 237, TFT_BLACK);

  tft.setTextColor(TFT_WHITE, TFT_BLACK); // Білий текст на чорному
фоні
  tft.setTextSize(2); // Розмір тексту

  // Температура
  // tft.fillCircle(45, 65, 30, TFT_RED); // Червоне коло
  tft.pushImage(15, 55, 60, 60, fire_arr, 0x00);
  String tempStr = String(temp, 1) + "C"; // Один десятковий знак
  int tempX = getCenteredX(tempStr, 45); // Центр зони тексту
  // tft.setCursor(10, 60);
  tft.setCursor(tempX, 85);
  tft.println(tempStr);

  // tft.fillCircle(120, 65, 30, TFT_RED); // Червоне коло
  // Вологість
  tft.pushImage(90, 55, 60, 60, humidity_arr, 0x00);
```

```
String humStr = String(humidity) + "%";
// tft.setCursor(90, 60);
int humX = getCenteredX(humStr, 120); // Центр зони тексту
tft.setCursor(humX, 85);
tft.println(humStr);

// Тиск
// tft.fillCircle(195, 65, 30, TFT_RED); // Червоне коло
tft.pushImage(165, 55, 60, 60, pressure_arr, 0x00);
String presStr = String(pressure) + "hPa";
int presX = getCenteredX(presStr, 195); // Центр зони тексту
// tft.setCursor(150, 60);
tft.setCursor(presX, 85);
tft.println(presStr);

// tft.fillCircle(120, 140, 30, TFT_RED); // Червоне коло
tft.pushImage(15, 160, 60, 60, dust_arr, 0x00);
String dust1Str = String(dust1);
int dust1X = getCenteredX(dust1Str, 45); // Центр зони тексту
// tft.setCursor(150, 60);
tft.setCursor(dust1X, 190);
tft.println(dust1Str);
dust1X = getCenteredX("PPM1.0", 45); // Центр зони тексту
tft.setCursor(dust1X, 220);
tft.println("PPM1.0");

// tft.fillCircle(120, 140, 30, TFT_RED); // Червоне коло
tft.pushImage(90, 160, 60, 60, dust_arr, 0x00);
String dust10Str = String(dust10);
int dust10X = getCenteredX(dust10Str, 120); // Центр зони тексту
// tft.setCursor(150, 60);
tft.setCursor(dust10X, 190);
tft.println(dust10Str);
dust10X = getCenteredX("PPM10", 120); // Центр зони тексту
tft.setCursor(dust10X, 220);
tft.println("PPM10");

// tft.fillCircle(120, 140, 30, TFT_RED); // Червоне коло
tft.pushImage(165, 160, 60, 60, dust_arr, 0x00);
String dust25Str = String(dust25);
int dust25X = getCenteredX(dust25Str, 195); // Центр зони тексту
// tft.setCursor(150, 60);
tft.setCursor(dust25X, 190);
tft.println(dust25Str);
dust25X = getCenteredX("PPM2.5", 195); // Центр зони тексту
tft.setCursor(dust25X, 220);
tft.println("PPM2.5");



drawOuterBox();
```

```
  if ((dust1 + dust10 + dust25) / 3 > 45 || temp > 35 || humidity >
80 || pressure > 1020){
    digitalWrite(BUZZER1_PIN, HIGH);
    // digitalWrite(BUZZER1_PIN, LOW);
    // delay(100);
    // digitalWrite(BUZZER2_PIN, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(BUZZER1_PIN, LOW);
    // digitalWrite(BUZZER2_PIN, LOW);
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  tft.init();
  tft.setRotation(0);
  tft.fillScreen(TFT_BLACK);

  pinMode(BUZZER1_PIN, OUTPUT);
  // pinMode(BUZZER2_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(BUZZER1_PIN, LOW);
  // digitalWrite(BUZZER2_PIN, LOW);

  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(100);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("WiFi connected.");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // HTTP POST обробка
  server.on("/update",     HTTP_POST,     [](AsyncWebServerRequest
*request) {}, NULL,
    [](AsyncWebServerRequest *request, uint8_t *data, size_t len,
size_t index, size_t total) {
      String body = "";
      for (size_t i = 0; i < len; i++) {
        body += (char)data[i];
      }

      Serial.println("Отримано дані: " + body);

      StaticJsonDocument<200> doc;
      DeserializationError error = deserializeJson(doc, body);

      if (!error) {
```

```
        if (doc.containsKey("temp"))     temp     = doc["temp"];
        if (doc.containsKey("hum"))      humidity = doc["hum"];
        if      (doc.containsKey("pressure"))      pressure      =
doc["pressure"];
        if (doc.containsKey("dust1"))     dust1     = doc["dust1"];
        if  (doc.containsKey("dust10"))          dust10          =
doc["dust10"];
        if  (doc.containsKey("dust25"))          dust25          =
doc["dust25"];
        dust = (dust1 + dust10 + dust25) / 3;

        drawSensorData(temp,  humidity,  pressure,  dust1,  dust10,
dust25);
        drawBars(temp, humidity, pressure, dust);

        request->send(200, "text/plain", "OK");
      } else {
        request->send(400, "text/plain", "Bad JSON");
      }
    });

  server.begin();
  Serial.println("HTTP сервер запущено");

  drawSensorData(temp, humidity, pressure, dust1, dust10, dust25);
// Стартове зображення
  drawOuterBox();
  drawBars(temp, humidity, pressure, dust);
}

void loop() {
  if (Serial.available()) {
    String input = Serial.readStringUntil('\n');
    input.trim(); // Прибрати пробіли, \n, \r

    // Перевірка, чи рядок — це число
    if (input.length() > 0 && input.toInt() != 0 || input == "0") {
      int val = input.toInt();

      // Оновлюємо всі показники
      temp = val;
      humidity = val;
      pressure = val;
      dust1 = val;
      dust10 = val;
      dust25 = val;

      Serial.println("Оновлено всі значення до: " + String(val));

      // Оновлення дисплея
```

```
      drawSensorData(temp,  humidity,  pressure,  dust1,  dust10,
dust25);
      drawBars(temp, humidity, pressure, dust);
    } else {
      Serial.println("Помилка: введене значення не є числом");
    }
  }
}
```

Лістинг коду іконок центрального модуля

```
#ifndef BONCHUK_ICONS_H
#define BONCHUK_ICONS_H

#include <stdint.h>

uint16_t                              dust_arr[]                              =
{0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,
```

```
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0
x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0
91,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x091,0
x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x
091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x
0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,
0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x091,0x091
,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0E
A,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,
0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x4
42,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x091,0x091,0x0
91,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0
x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA
,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,
0x442,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0x895,0x895,0x091,0x091,0x091,
0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x09
1,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA
,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442
,0x442,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x091,0x091,0x091,0x0EA
,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x091,0x
091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,
0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,
0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x091,0x091,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,
0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x
00,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,
0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,
0x895,0x895,0x895,0x091,0x091,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,
0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x091,
```

```
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x091,0
x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x895,0x
895,0x895,0x895,0x895,0xfff,0x091,0x091,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x
0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x895,0x
895,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x091,0x091,0x091,0x0EA,0x
0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0x
895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x091,0x091,0x091,0x
0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0x895,0x
895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x091,0x091,0x091,0x
091,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0
x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x091,0
x091,0x0EA,0x091,0x091,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0x895,0xfff,0x895,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
x091,0x091,0x091,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x442,0x442,0x895,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
x091,0x091,0x091,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x442,0x442,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
xfff,0x091,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442
,0x442,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0x091,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x442,0x442,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x4
42,0x442,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xf
ff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xf
```

```
ff,0xfff,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x4
42,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x
442,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0x
fff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x
fff,0xfff,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x
442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x442,0
x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0x895,0x895,0x442,0x442,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0
x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x442,0x895,
0x895,0x895,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0xfff,0xfff,0x895,0x442,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,
0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,
0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0xfff,0x895,0x895,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,
0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0x895,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0xfff,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff
,0xfff,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0xfff,
0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x091,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00
```

```
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,
0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x091,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,
0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x895,0x895,0
x895,0x895,0x895,0x091,0x091,0x091,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x895,0
x895,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0
x895,0x895,0x895,0x091,0x091,0x091,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0
x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x
442,0x442,0x091,0x091,0x0EA,0x091,0x091,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0x
fff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x
fff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x442,0x
442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x4
42,0x091,0x091,0x091,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x895,0xfff,0xfff,0xf
ff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xf
ff,0x895,0x895,0x895,0xfff,0x895,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x4
42,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091
,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x895,0x895,0xfff
,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895
,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0
91,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x091,0x8
95,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x8
95,0x895,0x442,0x895,0x895,0xfff,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x091,0
x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0
x091,0x091,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0
x895,0x442,0x442,0x895,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0
91,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x091,0x4
42,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x8
```

```
95,0x442,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091
,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x442,0x442,0x895
,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x895
,0x442,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x091,0x091,0x091,0x0EA,0x091,0x091,0x091,0x442,0x442,0x895,0x895,
0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x895,0x895,
0x442,0x442,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x091,0x091,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0
x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x895,0x442,0
x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x00,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0
x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x895,0x442,0
x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0
x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0x89
5,0x895,0x895,0x895,0xfff,0xfff,0xfff,0x895,0x895,0x895,0x895,0x44
2,0x442,0x442,0x00,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x
00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442,0
x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0
x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,
0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x0
0
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x0
91,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0x442
,0x442,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442
,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x0EA,0x091,0x0
91,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x442,0
x442,0x442,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
```

```
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x0EA,0x0EA,0x091,0x091,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442,0x44
2,0x442,0x442,0x442,0x895,0x895,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x091,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x091,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x442
,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x091,0x091,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x442,0x442,0x442,0x442,0x442,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
};

uint16_t                    pressure_arr[]                    =
{0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
```

```
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
```

```
00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444,0x666,0x666,0
x666,0x666,0x666,0x444,0x444,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,0
x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFF
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x222,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFF
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x222,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x444,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0x666,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x444,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x222,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x444,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x666,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x6
66,0x666,0x666,0x666,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x444,0x222,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x444,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFF
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFF
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00
```

```
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0x444,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444,0x666,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x444,0x2
22,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444
,0x444,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,0x444,0x444,0x222,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0x666,0x666,0x666,0x6
66,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0
xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0
xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFF
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x222,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
444,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x666,0x666,0x666,0x666,0
x666,0x666,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x222,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0x444,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x2
22,0x666,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x222,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x444,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFF
```

```
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x222,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x444,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x444,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x666,0x444,0x222,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x222,0x444,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x444,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0x666,0x00,0x00,0x00,0x222,0x666,0x666,0x666,0x666,0x6
66,0x666,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x444,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0x444,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x444,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444,0x666,0x666,0
x666,0x666,0x666,0x444,0x444,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0x666,0x666,0x666,0x66
6,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFF
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x222,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
```

```
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFF
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x222,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x444,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0x666,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x444,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFF
F,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00
,0x00,0x00,0x00,0x222,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x444,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x666,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0
xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x6
66,0x666,0x666,0x666,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x444,0x222,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x444,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x666,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x222,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x
FFF,0x444,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444,0x666,0xF
FF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x444,0x2
22,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x444
,0x444,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,0x444,0x444,0x222,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x222,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,
0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
```

```
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x666,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF
,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x222,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666,0x666
,0x666,0x666,0x666,0x666,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
```

```
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
};

uint16_t                          humidity_arr[]                          =
{0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
```

```
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000
,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
```

```
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03
```

```
,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
```

```
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
```

```
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
```

```
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03
,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0xF03,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
```

```
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
,0x000,0x000,0x000,0x000,0x000
};

uint16_t                              fire_arr[]                              =
{0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
xAAA,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xAAA,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
```

```
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0x00,0x00,0x
```

```
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0xAAA,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xFFF,
0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0xFFF,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0x00,0x00,0x00,0x
```

```
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0xAAD,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x69,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x69,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x8d,0x
```

```
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x6d,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
6d,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
```

```
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
e8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x
60,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xe8,0
xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0xe8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
```

```
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x0
0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
};
#endif // BONCHUK_ICONS_H
```

Додаток Г

Лістинг програмного коду модуля вимірювання температури та вологості

```
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <DHT.h>

#define DHTPIN 2          // GPIO2
#define DHTTYPE DHT22     // Тип сенсора
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

// Дані WiFi
const char* ssid = "BONCHUK";
const char* password = "lopopopo";
//const char* ssid = "iot_21";
//const char* password = "smarthome";

// IP головної плати (сервер прийому)
const char* serverName = "http://192.168.197.1/update";

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();

  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Підключення до WiFi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println(" Підключено!");
}

void loop() {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    float temp = dht.readTemperature();
    float hum = dht.readHumidity();

    if (!isnan(temp) && !isnan(hum)) {
      HTTPClient http;
      http.begin(serverName);
      http.addHeader("Content-Type", "application/json");

      String json = "{\"temp\":" + String(temp, 1) +
                    ",\"hum\":" + String(hum, 1) + "}";

      int httpResponseCode = http.POST(json);

      Serial.print("HTTP статус: ");
      Serial.println(httpResponseCode);
```

```
      http.end();
    } else {
      Serial.println("Помилка зчитування з DHT22");
    }
  } else {
    Serial.println("WiFi не під'єднано");
  }

  delay(10000);  // Затримка 10 секунд
}
```

Додаток Ґ

Лістинг програмного коду модуля вимірювання атмосферного тиску

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>

const char* ssid = "BONCHUK";
const char* password = "lopopopo";

const char* serverUrl = "http://192.168.197.1/update";  // Заміни
на IP основної плати

Adafruit_BMP085 bmp;

WiFiClient wifiClient;  // Додано: потрібен для
HTTPClient.begin(...)

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  Wire.begin(2, 0);  // ESP-01: SDA = GPIO2, SCL = GPIO0
  // Wire.begin();    // NodeMCU: якщо використовуєш його

  if (!bmp.begin()) {
    Serial.println("Помилка: BMP180 не знайдено!");
    while (true) delay(100);
  }

  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Підключення до Wi-Fi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("\nWiFi підключено. IP: " +
WiFi.localIP().toString());
}

void loop() {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    float temperature = bmp.readTemperature();
    int pressure = bmp.readPressure() / 100;

    Serial.printf("Температура: %.1f C | Тиск: %d hPa\n",
temperature, pressure);
```

```
    StaticJsonDocument<200> doc;
    doc["temp"] = temperature;
    doc["pressure"] = pressure;

    String jsonData;
    serializeJson(doc, jsonData);

    HTTPClient http;
    http.begin(wifiClient, serverUrl);

    http.addHeader("Content-Type", "application/json");

    int httpCode = http.POST(jsonData);
    if (httpCode > 0) {
      String response = http.getString();
      Serial.println("Сервер відповів: " + response);
    } else {
      Serial.println("HTTP помилка: " + String(httpCode));
    }

    http.end();
  } else {
    Serial.println("Wi-Fi втрачено, перепідключення...");
    WiFi.begin(ssid, password);
  }

  delay(10000);
}
```

Додаток Д

Лістинг програмного коду модуля вимірювання якості повітря

```
#include <PMS.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>

const char* ssid = "BONCHUK";
const char* password = "lopopopo";
const char* serverName = "http://192.168.197.1/update";

// SoftwareSerial на GPIO4 (D2) і GPIO5 (D1)
SoftwareSerial pmsSerial(D2, D1);  // RX, TX

PMS pms(pmsSerial);
PMS::DATA data;

WiFiClient client;
HTTPClient http;

void setup() {
  Serial.begin(115200);    // Аппаратний Serial для моніторингу
  delay(1000);

  pmsSerial.begin(9600);   // PMS5003 працює на 9600 бод

  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Connecting to WiFi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("\nWiFi connected.");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop() {
  if (pms.readUntil(data)) {
    Serial.print("PM1.0: "); Serial.print(data.PM_AE_UG_1_0);
Serial.print(" µg/m³, ");
    Serial.print("PM2.5: "); Serial.print(data.PM_AE_UG_2_5);
Serial.print(" µg/m³, ");
    Serial.print("PM10: "); Serial.println(data.PM_AE_UG_10_0);

    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
      http.begin(client, serverName);
      http.addHeader("Content-Type", "application/json");
```

```
      String jsonData = "{\"pm1_0\":" + String(data.PM_AE_UG_1_0)
+
                        ",\"pm2_5\":" + String(data.PM_AE_UG_2_5)
+
                        ",\"pm10\":" + String(data.PM_AE_UG_10_0)
+ "}";

      int httpResponseCode = http.POST(jsonData);
      http.end();

      Serial.println("Sent to server. HTTP code: " +
String(httpResponseCode));
    }
  }
  delay(10000);  // 10 секунд між зчитуваннями
}
```