

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Комп'ютеризована система віддаленого моніторингу якості води*

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи СІс-41

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Купрієнко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Приймак М.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Купрієнку Вадиму Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система віддаленого моніторингу якості води

Керівник роботи Приймак Микола Володимирович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «26» квітня 2024 року № 4/7-468

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

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

1. Функціональна схема системи

2. Структурна схема пристрою

3. Схема електрична принципова

4. Блок-схема алгоритму роботи

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>	<i>26.04 – 28.04</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень</i>	<i>29.04 – 01.05</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Розробка структурної та функціональної схеми</i>	<i>02.05 – 06.05</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази</i>	<i>07.05 – 17.05</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Розробка програмного забезпечення для проектованої системи</i>	<i>18.05 – 01.06</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»</i>	<i>02.06 – 04.06</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи</i>	<i>05.06 – 10.06</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>11.06 – 13.06</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>14.06.2024</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>24.06.2024</i>	

Студент

_____ (підпис)

Купрієнко В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Приймак М.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система віддаленого моніторингу якості води // Кваліфікаційна робота бакалавра // Купрієнко Вадим Валерійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІс-41 // Тернопіль, 2024 // с. – 74, рис. – 32, табл. – 4, аркушів А1 – 4, бібліогр. – 31.

Ключові слова: комп'ютеризована система, моніторинг, якість води, давач, мікроконтролер, хмарна платформа.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці комп'ютеризованої системи для віддаленого моніторингу якості води. Основна мета цієї роботи полягає в створенні системи, яка б забезпечувала автоматичний та безперервний контроль основних параметрів якості води, таких як рівень TDS та рН, з можливістю віддаленого доступу до даних через хмарну платформу ThingSpeak. Проведено аналіз технічного завдання та вимог до комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води. Виконано огляд існуючих засобів для контролю якості води, включаючи їх класифікацію, опис характеристик та порівняльний аналіз. Розроблено структуру комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води. Обґрунтовано вибір мікроконтролера, давачів для вимірювання TDS та рН, та інших елементів. Описано процес розробки електричної схеми пристрою. Описано алгоритми роботи системи, налаштовано середовище. Розроблено програмне забезпечення для зчитування даних з давачів, їх відображення на OLED дисплеї та відправлення до хмарної платформи ThingSpeak.

ANNOTATION

Computerized remote water quality monitoring system // Bachelor thesis // Kupriienko Vadym // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIs-41 // Ternopil, 2024 // p. – 74, fig. – 32, table. – 4, sheets A1 – 4, ref. – 31.

Key words: computerized system, monitoring, water quality, sensor, microcontroller, cloud platform.

The qualification work is devoted to the development of a computerized system for remote water quality monitoring. The main goal of this work is to create a system that would provide automatic and continuous monitoring of key water quality parameters, such as TDS and pH, with the ability to remotely access data through the ThingSpeak cloud platform. The terms of reference and requirements for a computerized system for remote water quality monitoring were analyzed. A review of existing means for water quality control, including their classification, description of characteristics and comparative analysis, is carried out. The structure of a computerized system for remote water quality monitoring is developed. The choice of a microcontroller, sensors for measuring TDS and pH, and other elements is substantiated. The process of developing the electrical circuit of the device is described. The algorithms of the system are described and the environment is configured. The software for reading data from the sensors, displaying them on the OLED display and sending them to the ThingSpeak cloud platform is developed.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ	10
1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи	10
1.2 Огляд існуючих засобів для моніторингу якості води	11
1.2.1 Класифікація систем моніторингу якості води.....	11
1.2.2 TDS-3 метр для аналізу якості води	13
1.2.3 Проточний TDS-метр Ecosoft	14
1.2.4 Система моніторингу параметрів води рН/ЕС/TDS/Salt	15
1.3.5 Результати порівняльного аналізу засобів для моніторингу якості води.....	16
1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання	17
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА.....	19
2.1 Структура системи віддаленого моніторингу якості води.....	19
2.2 Апаратне забезпечення комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води	22
2.2.1 Модуль ESP32.....	22
2.2.2 Давач рівня TDS води	25
2.2.3 Давач кислотності рН води	28
2.2.4 OLED дисплей	30
2.3 Опис електричної принципової схеми пристрою	32
2.4 Обґрунтування вибору середовища розробки програмного забезпечення для реалізації системи.....	33
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	35
3.1 Розробка алгоритму роботи системи віддаленого моніторингу якості води ...	35
3.2 Налаштування середовища розробки.....	37
3.2.1 Налаштування Arduino IDE	37

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Купрієнко В.В.			Комп'ютеризована система віддаленого моніторингу якості води	Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Приймак М.В.					5	74
Рецензент						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

3.2.2 Встановлення зовнішніх бібліотек	39
3.3 Розробка програмного забезпечення	40
3.4 Реалізація надсилання даних на віддалений IoT сервер	44
3.4.1 Опис IoT-сервера ThingSpeak	44
3.4.2 Налаштування ThingSpeak	45
3.5 Результати тестування системи	47
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	48
4.1 Надзвичайні ситуації: визначення, причини, класифікація	48
4.2 Організація служби охорони праці на підприємстві	52
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56
Додаток А Технічне завдання	60
Додаток Б Перелік елементів	70
Додаток В Лістинг програми	72

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

IoT – Internet of Things;

TDS – Total Dissolved Solids;

АЦП – аналого-цифровий перетворювач;

БЖ – блок живлення;

КС – комп'ютеризована система;

МК – мікроконтролер;

ПЗ – програмне забезпечення;

СДМ – система дистанційного моніторингу;

СМЯВ – система моніторингу якості води;

ЯВ – якість води.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проблема забруднення водних ресурсів стає все більш актуальною та загрозовою для екосистем та здоров'я людей. Забезпечення якості питної води стає все більш актуальним питанням у світі, де зміни клімату, забруднення та урбанізація створюють нові виклики для водопостачання. Традиційні методи моніторингу якості води часто є затратними і вимагають значних людських ресурсів для збору та аналізу проб. Це створює потребу в більш ефективних та автоматизованих рішеннях для постійного контролю параметрів води.

Впровадження комп'ютеризованих систем віддаленого моніторингу дозволяє отримувати дані в реальному часі, що значно підвищує оперативність реагування на зміни в якості води. Такі системи можуть автоматично зчитувати дані з датчиків, аналізувати їх і надсилати результати до централізованої бази даних. Це забезпечує більш точний і своєчасний контроль, дозволяючи вчасно виявляти і усувати джерела забруднення.

Особливо важливим є використання інтернету речей (IoT) для моніторингу якості води, оскільки це дозволяє створити мережу взаємопов'язаних пристроїв, які можуть збирати і обмінюватися даними. Це сприяє більш ефективному управлінню водними ресурсами, зменшує витрати на експлуатацію систем моніторингу і підвищує надійність отриманих даних.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води, яка дозволить автоматично зчитувати та аналізувати основні параметри води, такі як рівень TDS і рН, і передавати ці дані до хмарної платформи для подальшого аналізу та зберігання.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі задачі:

- провести аналіз існуючих систем моніторингу якості води та визначити їхні переваги і недоліки;
- розробити структуру комп'ютеризованої системи моніторингу, включаючи вибір необхідних компонентів, таких як датчики, мікроконтролери та засоби зв'язку;

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробити алгоритми та реалізувати програмне забезпечення для мікроконтролера, яке забезпечить зчитування, обробку, відображення та передачу даних з датчиків до хмарної платформи;
- провести тестування розробленої системи для оцінки її точності, надійності та ефективності в реальних умовах.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи

В сучасних умовах забезпечення високої якості питної води є надзвичайно важливою задачею. Зростання урбанізації та промислового виробництва призводить до збільшення забруднення водних ресурсів, що вимагає розробки ефективних систем для моніторингу якості води. Комп'ютеризовані системи віддаленого моніторингу стають необхідними для забезпечення постійного контролю та оперативного реагування на зміни параметрів води. Для створення такої системи необхідно чітко визначити вимоги до її функціонування, апаратного забезпечення та програмного середовища.

Однією з основних вимог до системи є здатність до безперервного моніторингу ключових параметрів якості води, таких як рівень загального розчиненого твердого матеріалу (TDS) та рівень кислотності (рН). Це дозволяє отримувати точні дані в реальному часі, що є критичним для своєчасного виявлення відхилень від нормативних значень. Давачі, що використовуються в системі, повинні бути високоточними та надійними, забезпечуючи стабільні вимірювання протягом тривалого часу.

Ще одна важлива вимога – це віддалений доступ до даних моніторингу. Система повинна мати можливість передавати зібрані дані на віддалений сервер або хмарну платформу, забезпечуючи користувачам можливість перегляду та аналізу інформації з будь-якого місця з доступом до інтернету. Для цього необхідно інтегрувати в систему модуль WiFi, який забезпечуватиме стабільне підключення до мережі.

Зручність користування системою також є важливою вимогою. Локальне відображення даних на OLED дисплеї дає можливість оперативно отримувати

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Купрієнко В.В.			Аналіз технічного завдання	Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Приймак М.В.					10	9
Рецензент						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

інформацію без необхідності підключення до інтернету. Інтерфейс користувача має бути інтуїтивно зрозумілим і простим у використанні, що забезпечить легкість налаштування та експлуатації системи навіть для користувачів без спеціальної технічної підготовки.

Надійність системи також є критичним аспектом. Всі компоненти повинні працювати стабільно в різноманітних умовах навколишнього середовища, зокрема при різних температурах і рівнях вологості. Крім того, система повинна мати механізми самодіагностики та повідомлення про можливі збої або необхідність технічного обслуговування.

Таким чином, комп'ютеризована система віддаленого моніторингу якості води повинна відповідати ряду технічних і функціональних вимог, що забезпечить її ефективність, надійність та зручність в експлуатації. Визначення цих вимог є ключовим етапом на шляху до створення ефективного рішення для забезпечення високої якості питної води.

1.2 Огляд існуючих засобів для моніторингу якості води

1.2.1 Класифікація систем моніторингу якості води

Існує безліч різновидів систем моніторингу якості води, які можна класифікувати за різними ознаками. За способом збору даних існують ручні та автоматизовані системи моніторингу.

Ручні системи потребують участі людини для відбору проб води та проведення аналізів. Вони зазвичай використовуються для періодичного контролю якості води у віддалених або важкодоступних місцях. Перевагами таких систем є простота та низька вартість, однак вони обмежені в можливості забезпечити безперервний моніторинг. В автоматизованих системах моніторингу використовується різноманітне обладнання для автоматичного збору та аналізу даних без участі людини. Автоматизовані системи забезпечують безперервний моніторинг та оперативне виявлення змін у якості води. Вони можуть бути встановлені на постійних станціях моніторингу або в мобільних лабораторіях.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За місцем встановлення бувають стаціонарні та мобільні системи. Стаціонарні системи встановлюються на постійній основі в певних місцях, таких як водозабори, очисні споруди або водні об'єкти, що знаходяться під постійним контролем. Стаціонарні системи зазвичай обладнані комплексом датчиків, що забезпечують безперервний збір даних про якість води. Мобільні системи моніторингу можуть бути встановлені на транспортних засобах або переносних установках, що дозволяє проводити аналіз якості води в різних місцях. Такі системи використовуються для обстеження великих територій або у випадках аварійних ситуацій, коли необхідно швидко отримати дані про стан водних ресурсів.

За технологією передачі даних існують локальні та віддалені системи. Локальні системи моніторингу зберігають та аналізують дані на місці їх збору. Вони можуть використовуватися для оперативного контролю та прийняття рішень без необхідності передачі даних на віддалений сервер. Віддалені системи передають зібрані дані на сервери або хмарні платформи для подальшого аналізу та зберігання. Ці системи зазвичай використовують мережеві технології, такі як Wi-Fi, GSM, або спеціалізовані мережі для Інтернету речей (IoT).

За об'єктами моніторингу розрізняють системи моніторингу: питної води, поверхневих вод, стічних вод. Системи моніторингу питної води призначені для контролю якості води, яка використовується для пиття та побутових потреб. Вони зазвичай орієнтовані на виявлення забруднень, що можуть вплинути на здоров'я людини, таких як бактерії, важкі метали, хімічні речовини тощо. Системи моніторингу поверхневих вод контролюють стан річок, озер. Вони важливі для оцінки екологічного стану водних екосистем та виявлення джерел забруднення. Системи моніторингу стічних вод використовуються для контролю якості води на очисних спорудах та у місцях скидання стічних вод. Вони дозволяють оцінювати ефективність очищення та запобігати забрудненню водних об'єктів.

Таким чином, існує велика різноманітність систем моніторингу якості води, що дозволяє обирати оптимальні рішення для різних умов та завдань.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.2 TDS-3 метр для аналізу якості води

TDS-3 метр – це пристрій, який використовується для аналізу якості води шляхом вимірювання рівня розчинених твердих речовин у воді [1]. Основна особливість цього пристрою полягає в його компактності та простоті використання. Він зазвичай має кишеньковий розмір, що дозволяє легко переносити його для використання у різних місцях, як в домашніх умовах так і на відкритому повітрі (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – TDS-3 метр для аналізу якості води

Основною перевагою TDS-3 метра є його швидкість і простота вимірювання рівня TDS у воді. Він зазвичай здатний проводити вимірювання всього за кілька секунд, що робить його ідеальним для швидкої оцінки якості води у будь-якому місці.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Недоліками TDS-3 метра є обмежені можливості калібрування і точності вимірювань порівняно з більш складними та дорогими пристроями. Крім того, в цьому пристрої відсутні додаткові функції (зберігання даних або підключення до ПК для подальшого аналізу).

У будь-якому разі, TDS-3 метр є корисним і доступним засобом для швидкого та простого контролю якості води, зокрема для використання в домашніх умовах або на невеликих підприємствах. Однак для більш точного вимірювання і аналізу варто розглянути більш функціональні пристрої.

1.2.3 Проточний TDS-метр Ecosoft

Проточний TDS-метр Ecosoft [2] здатний вимірювати рівень розчинених твердих речовин (TDS) у воді в режимі потоку (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Проточний TDS-метр Ecosoft

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цей пристрій призначений для встановлення безпосередньо на трубопроводі або крані, що дозволяє миттєво вимірювати якість води без необхідності відбирання проб та використання окремого контейнера. TDS метр оснащений дисплеєм, на якому можна переглянути значення рівня TDS у воді в режимі реального часу. Проточний TDS-метр Ecosoft забезпечує високу точність вимірювань, що робить його надійним інструментом для контролю якості води. Встановлення та налаштування цього пристрою досить просте. Він не потребує складного обслуговування.

Однак, проточні TDS-метри, як правило, мають високу ціну порівняно з портативними версіями. У порівнянні з більш складними аналізаторами якості води, проточні TDS-метри мають обмежені можливості аналізу та використання додаткових функцій. Для вимірювання рівня TDS потрібно постійно мати доступ до водопостачання, що не завжди можливо у деяких умовах, наприклад, у віддалених місцях або під час відключення води.

1.2.4 Система моніторингу параметрів води pH/EC/TDS/Salt

Система моніторингу параметрів води pH/EC/TDS/Salt [3] є комплексним пристроєм, призначеним для контролю якості води у водоймах (рис. 1.3). Вона забезпечує можливість вимірювання кількох параметрів води одночасно, включаючи рівень pH, електропровідність (EC), розчинені тверді речовини (TDS) та інші.

Однією з ключових особливостей цієї системи є можливість віддаленого моніторингу за допомогою WiFi-підключення. Це дозволяє користувачам отримувати дані про якість води безпосередньо на свої смартфони або комп'ютери через спеціальний додаток.

Крім того, система відрізняється компактним дизайном та простим інтерфейсом користувача, що робить її легкою у встановленні та експлуатації. Висока точність вимірювань та широкий діапазон вимірювань роблять цю систему придатною для різних типів водойм та умов.

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Рисунок 1.3 – Система моніторингу параметрів води рН/ЕС/ТДС/Salt

Проте, серед недоліків можна відзначити високу вартість цієї системи, що може виявитися обмежувальним фактором для багатьох користувачів. Також важливо враховувати необхідність належного обслуговування та калібрування для забезпечення точності вимірювань протягом тривалого періоду експлуатації.

1.3.5 Результати порівняльного аналізу засобів для моніторингу якості води

У результаті порівняльного аналізу різних засобів для моніторингу якості води можна зробити кілька важливих висновків. Було виявлено, що кожен з розглянутих пристроїв має свої особливості, залежно від конкретних потреб користувача та умов експлуатації. Наприклад, проточні TDS-метри Ecosoft можуть бути зручними для безперервного моніторингу якості води у системах водопостачання, проте вони можуть бути обмежені застосуванням у віддалених місцях.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З іншого боку, системи моніторингу рН/ЕС/TDS/Salt можуть бути корисними для вимірювання кількох параметрів одночасно та можливості віддаленого моніторингу через WiFi, але вони мають високу вартість.

Виходячи з порівняльного аналізу засобів для моніторингу якості води, стає очевидним, що існує необхідність у розробці власної системи. Жоден із розглянутих засобів не відповідає повністю всім вимогам користувачів. Розробка власної системи надасть можливість врахувати специфічні потреби й умови експлуатації, а також підійти до реалізації проєкту з урахуванням важливих параметрів, таких як точність вимірювань, доступність, ефективність та можливість розширення функціональності. Такий підхід дозволить створити оптимальну систему моніторингу, яка відповідатиме всім потребам користувачів і забезпечить надійний та ефективний контроль якості води у будь-яких умовах експлуатації.

1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

Питання моніторингу якості води є актуальним для забезпечення безпеки і здоров'я населення. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці ефективних систем, що дозволяють здійснювати постійний контроль за станом водних ресурсів. Розглянемо можливі рішення, які можуть бути застосовані для реалізації комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води.

Одним із найбільш поширених підходів є використання готових модулів і давачів для вимірювання основних параметрів якості води, таких як TDS (загальна мінералізація), рН та інших показників.

Використання таких модулів забезпечує високу точність вимірювань і простоту інтеграції в загальну систему. Проте, необхідно враховувати, що якість та надійність вимірювань може залежати від умов експлуатації та правильного налаштування давачів.

Іншим можливим рішенням є розробка власного обладнання для моніторингу якості води. Це дозволяє адаптувати систему під специфічні умови

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експлуатації, а також інтегрувати додаткові функції, які можуть бути відсутні у готових рішеннях. Власне обладнання може включати спеціалізовані давачі, мікроконтролери для збору даних та модулі зв'язку для передачі інформації на віддалені сервери.

Перевагами цього підходу є гнучкість та можливість реалізації унікальних рішень, проте, він вимагає значних ресурсів для розробки та тестування, а також наявності висококваліфікованих фахівців.

Для реалізації віддаленого моніторингу якості води важливим аспектом є зберігання великих обсягів даних, що надходять від давачів. Одним з ефективних рішень є використання хмарних платформ. Це дозволить збирати, аналізувати та візуалізувати дані в реальному часі, а також налаштовувати автоматичні повідомлення у разі виявлення відхилень від норми.

Переваги використання хмарних платформ включають масштабованість, доступність з будь-якої точки світу та можливість інтеграції з іншими системами. Однак, слід враховувати питання безпеки даних та необхідність забезпечення стабільного інтернет-з'єднання.

Розгляд можливих рішень показує, що для ефективного моніторингу якості води доцільно поєднувати різні підходи та технології. Використання готових давачів та модулів дозволяє забезпечити точні вимірювання, а розробка власного обладнання і ПЗ – адаптувати систему під специфічні потреби. Інтеграція з хмарними платформами забезпечить зручність та доступність результатів моніторингу, а також оперативне реагування на зміни у якості води. Таким чином, комплексний підхід дозволить створити ефективну та надійну систему віддаленого моніторингу якості води.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Структура системи віддаленого моніторингу якості води

Функціональна схема комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води (рис. 2.1) складається з кількох основних компонентів: датчиків, мікроконтролера, дисплея, модуля зв'язку та IoT платформи. Кожен з них виконує важливу роль у забезпеченні точного та оперативного моніторингу якості води.

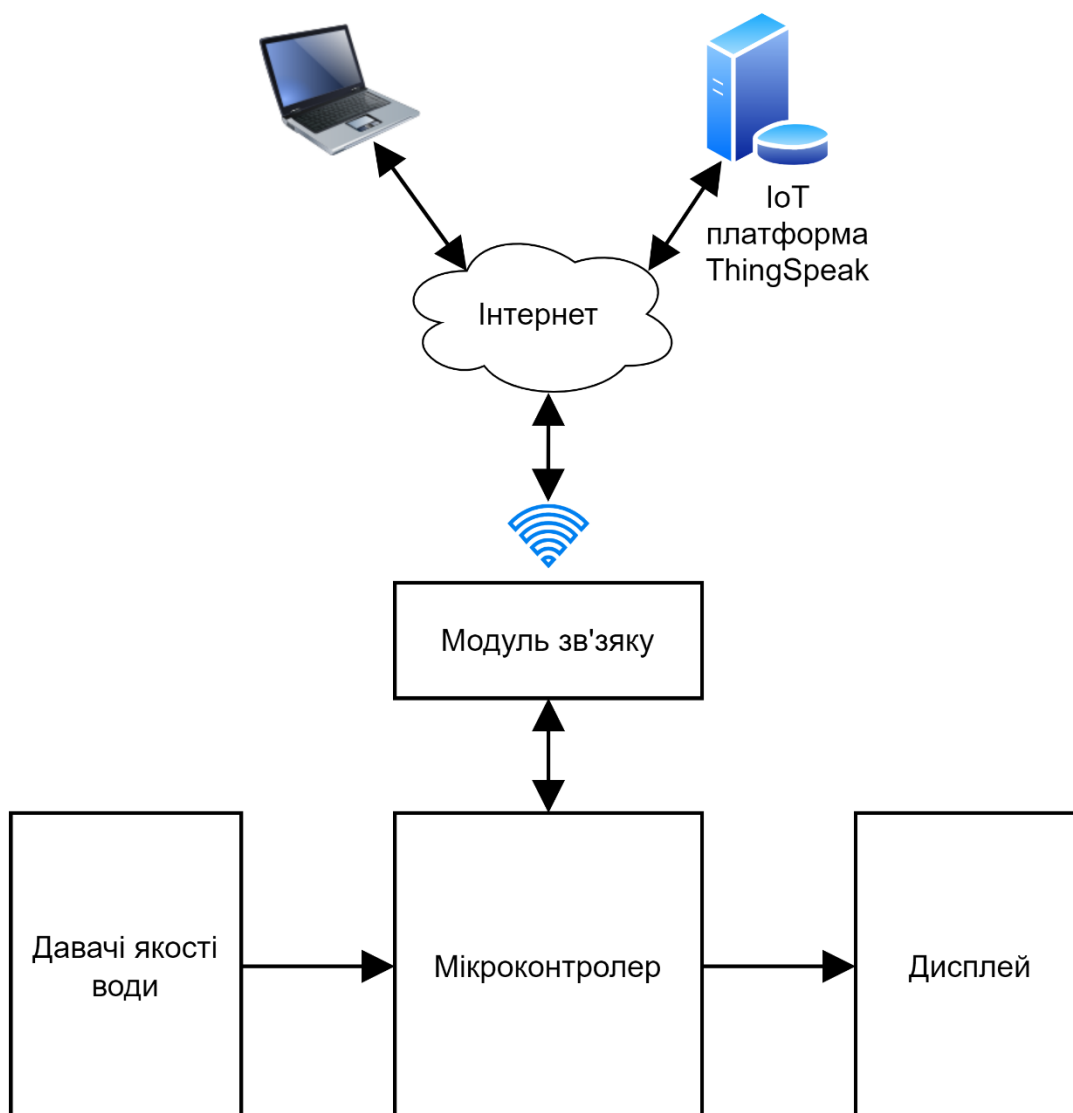


Рисунок 2.1 – Функціональна схема системи контролю якості води

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Купрієнко В.В.			Проектна частина	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Приймак М.В.					19	16
Рецензент						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Давачі є ключовими елементами системи, оскільки вони здійснюють вимірювання параметрів води, таких як рівень TDS (загальна мінералізація), рН (кислотність) та інші показники. Дані з цих датчиків є основою для подальшого аналізу та прийняття рішень.

Мікроконтролер відповідає за збір даних з датчиків, їх первинну обробку та передачу на інші компоненти системи. Він зчитує аналогові сигнали з датчиків, конвертує їх у цифровий формат та виконує необхідні обчислення для отримання точних значень параметрів якості води. Крім того, мікроконтролер керує іншими компонентами системи, забезпечуючи їх взаємодію та синхронізацію.

OLED дисплей використовується для локального відображення результатів вимірювань. Він підключається до мікроконтролера через інтерфейс I²C та забезпечує візуалізацію даних у реальному часі. На дисплеї відображаються значення TDS, рН та інших параметрів води, що дозволяє користувачу швидко оцінити стан води безпосередньо на місці.

Модуль зв'язку забезпечує передачу даних на віддалені сервери через інтернет. Використовуючи WiFi-з'єднання, мікроконтролер відправляє дані на хмарну IoT платформу ThingSpeak, де вони зберігаються, обробляються та візуалізуються. Такий підхід дозволяє здійснювати моніторинг якості води з будь-якого місця.

ThingSpeak є обраною IoT платформою для зберігання та аналізу даних про якість води. Вона забезпечує можливості для створення графіків, налаштування оповіщень та проведення детального аналізу отриманих даних. Крім того, платформа дозволяє інтегруватися з іншими сервісами для подальшої обробки та використання даних.

Ноутбук використовується для налаштування та відлагодження системи. З його допомогою програмується мікроконтролер, здійснюється моніторинг роботи системи в режимі реального часу та налаштовуються параметри з'єднання з WiFi і ThingSpeak. Крім того, ноутбук дозволяє проводити аналіз отриманих даних,

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						20
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

створювати звіти та налаштовувати оповіщення про критичні зміни параметрів якості води.

Деталізована структурна схема пристрою для контролю якості води представлена на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Структурна схема пристрою для контролю якості води

Компоненти структурної схеми взаємодіють таким чином. Давачі зчитують параметри води і передають дані на мікроконтролер, який обробляє їх, відображає на дисплеї та надсилає на IoT платформу через модуль зв'язку. IoT платформа зберігає та аналізує дані, надаючи користувачу доступ до результатів через веб-інтерфейс на ноутбучі. Користувач може налаштовувати систему та аналізувати дані за допомогою ноутбука, здійснюючи віддалений контроль за якістю води.

Така інтегрована система забезпечує ефективний та надійний моніторинг якості води в реальному часі, дозволяючи своєчасно виявляти будь-які зміни у її стані.

2.2 Апаратне забезпечення комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води

2.2.1 Модуль ESP32

ESP32 DEVKIT є мікроконтролерним модулем на основі чіпа ESP32 [4]. Він призначений для реалізації систем, які потребують бездротового з'єднання через Wi-Fi або Bluetooth (рис. 2.3).

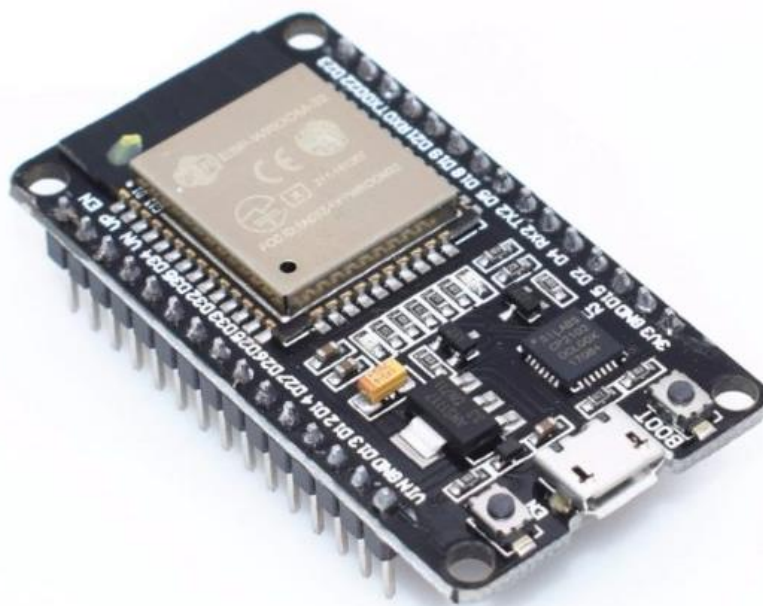


Рисунок 2.3 – Модуль ESP32 DEVKIT

Основним компонентом модуля є мікроконтролер ESP32, що має вбудовані Wi-Fi та Bluetooth модулі, які дозволяють забезпечити бездротове з'єднання з іншими пристроями чи мережами. ESP32 має потужні характеристики, такі як висока швидкість обробки, великий обсяг вбудованої пам'яті, що дозволяє обробляти дані з датчиків в реальному часі. Наявні в ESP32 різноманітні інтерфейси дозволяють реалізовувати підключення до різних сенсорів та компонентів. Характеристики модуля ESP32 зведені в табл. 2.1.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таблиця 2.1 – Характеристики ESP32 DEVKIT

Параметр	Значення
Апаратні засоби та інтерфейси	SD, UART, SPI, SDIO, I ² C, LED PWM, Motor PWM, I ² S, I ² C, IR
АЦП	12-розрядний, 18-канальний
Мережеві протоколи	IPv4, IPv6, SSL, TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT
Захист	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
Напруга живлення	5 В
Максимальний струм	800 мА
USB-UART конвертер	CP2102
Wi-Fi стандарти	FCC/CE/IC/TELEC/KCC/SRRC/NCC
Протоколи	802.11 b/g/n/d/e/i/k/r
Частотний діапазон	ГГц 2.4 – 2.5
Bluetooth протоколи	Bluetooth v4.2 BR/EDR та BLE
Діапазон робочих температур	-40 °C – +85 °C

Модуль ESP32 DEVKIT має різноманітні вбудовані інтерфейси та порти, такі як UART, I²C, SPI, GPIO, ADC тощо, що робить його дуже гнучким для підключення до різноманітних пристроїв та датчиків. Виводи модуля ESP32 DEVKIT та їх призначення показані на рис. 2.4.

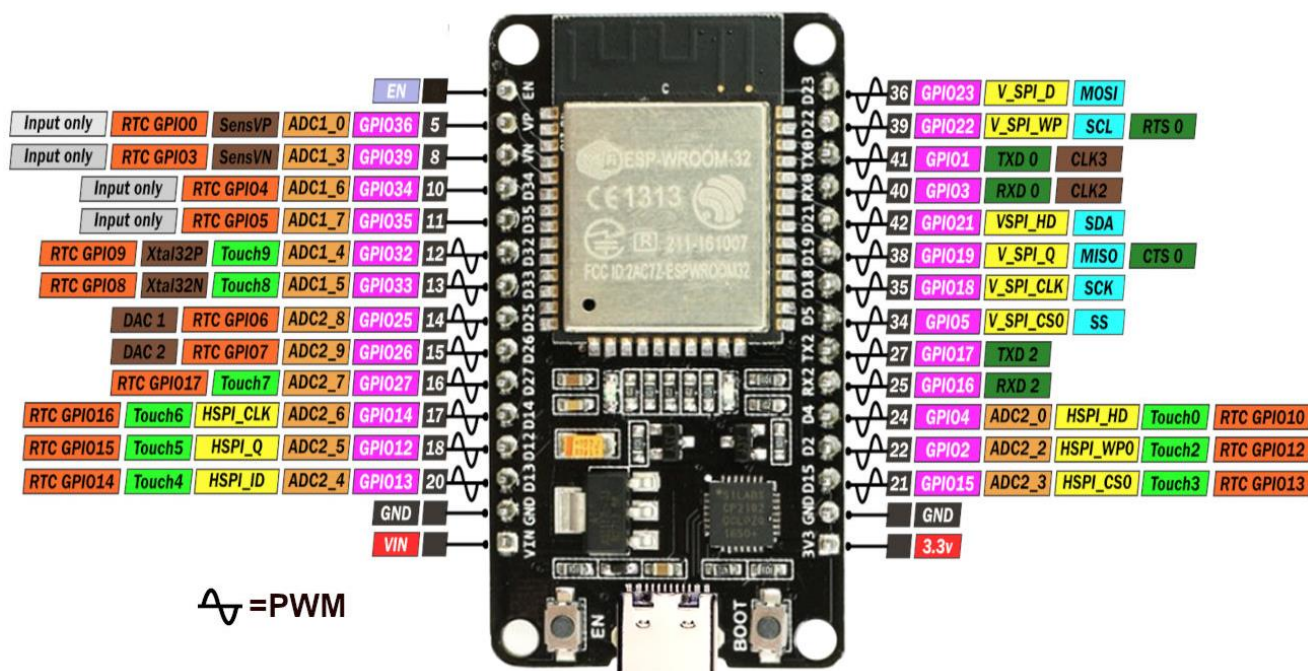


Рисунок 2.4 – Призначення виводів модуля ESP32 DEVKIT

Модуль ESP32 підтримує бездротове з'єднання через Wi-Fi та Bluetooth, що дозволяє побудувати мережеві зв'язки для зчитування даних з датчиків та передачі їх до хмарних платформ або інших пристроїв. Внутрішня структура мікроконтролера ESP32 представлена на рис. 2.5.

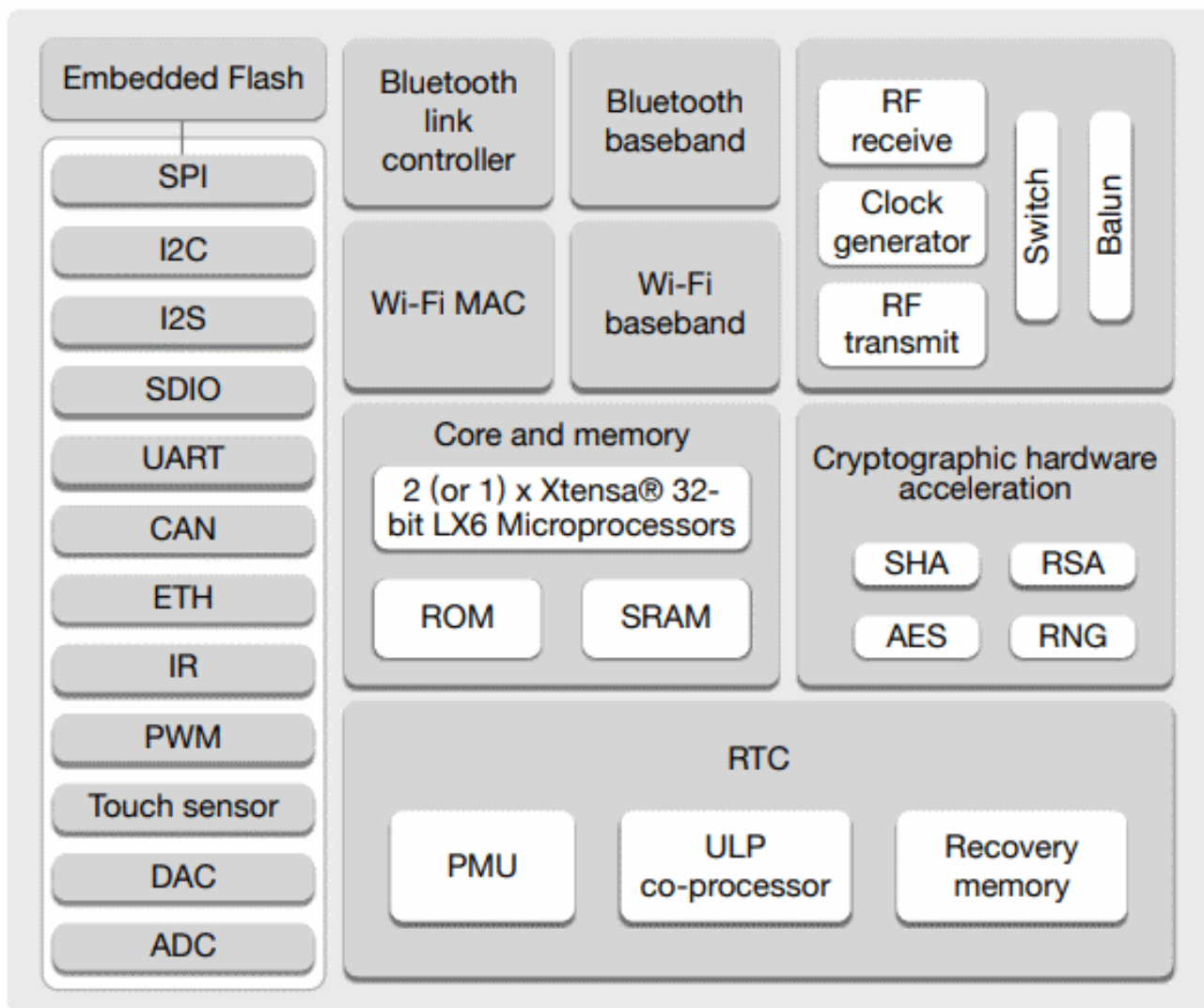


Рисунок 2.5 – Внутрішня структура мікроконтролера ESP32

Модуль має компактні розміри, що дозволяє легко інтегрувати його в різноманітні проекти та пристрої. Загалом, модуль ESP32 DEVKIT є потужним та універсальним інструментом для розробки систем, які потребують бездротового з'єднання та високої продуктивності, включаючи систему моніторингу якості води.

2.2.2 Давач рівня TDS води

Давач рівня TDS (Total Dissolved Solids) [5] призначений для вимірювання загальної кількості розчинених речовин у воді. Цей показник є важливим для оцінки якості води, адже високий рівень TDS може свідчити про забруднення води хімічними речовинами, мінералами або органічними сполуками, як показано на рис. 2.6. Високий рівень TDS може свідчити про наявність шкідливих речовин у воді, що може впливати на здоров'я людей та тварин, а також на ефективність систем очищення води.

0 .. 50 Чиста питна вода (ОСМОС)	51 .. 170 Нормальна вода (фільтр)	71 .. 300 Технічна вода (водопровід)	301 .. 400 Жорстка вода (водоеми)	401 .. 500 Гранично допустима вода	500 + Небезпечно для здоров'я
--	---	--	---	--	-------------------------------------

Рисунок 2.6 – Рівні TDS у воді

Давач рівня TDS містить два електроди виготовлені з металу, які контактують з водою (рис. 2.7).

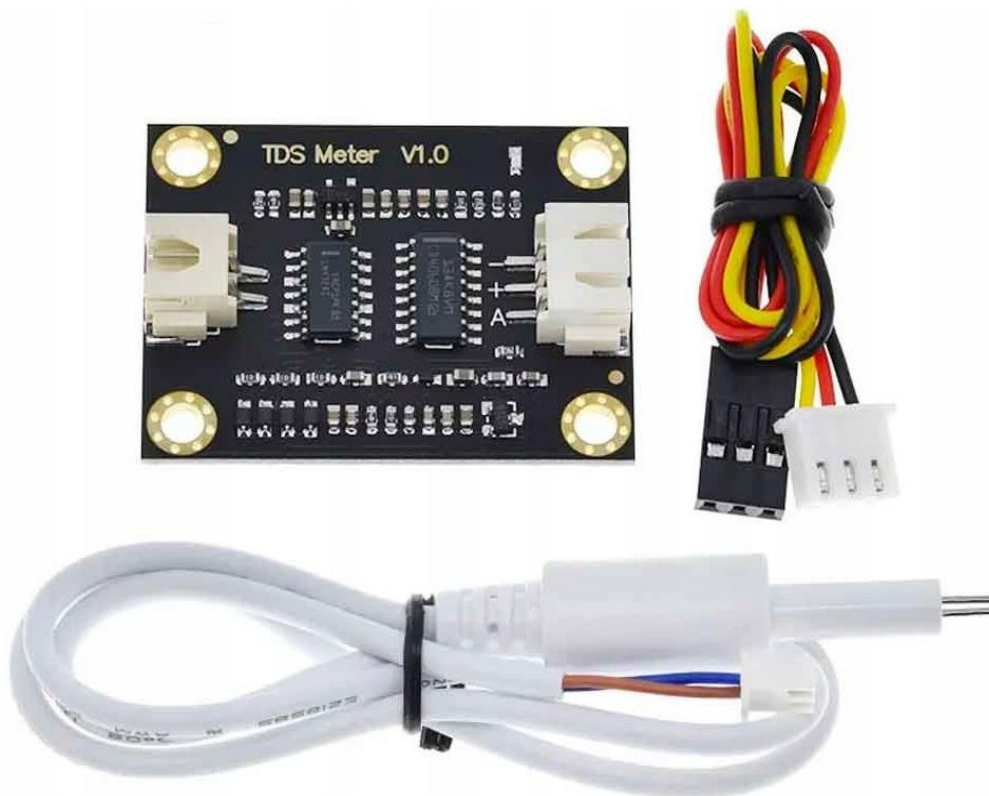


Рисунок 2.7 – Давач рівня TDS води

Принцип його роботи полягає в тому, що при зануренні давача в воду, іони, які мають електричну провідність, приводять до зміни провідності між електродами. Давач вимірює провідність між двома електродами, яка змінюється в залежності від концентрації розчинених твердих речовин. Ця зміна провідності конвертується в сигнал, який можна інтерпретувати як рівень TDS.

Діапазон вимірювань давача TDS становить від 0 до 5000 ppm, точність знаходиться в межах $\pm 10\%$. Час відгуку становить 1-2 секунди. Основні характеристики цього давача приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристики давача рівня TDS води

Параметр	Значення
Напруга живлення	від 3,3 до 5 В
Струм споживання	5 мА
Робоча температура	0...+50 °С
Діапазон вимірювання TDS	0–1000 ppm
Похибка вимірювання	$\pm 10\%$ при 25°С
Вихідний сигнал	0–2,3 В
Інтерфейсний роз'єм	РН2.0-3Р
З'єднувач зонда	ХН2.54-2Р
Тип корпусу	водонепроникний зонд
Довжина зонда	60 см
Розміри модуля	42 мм x 32 мм

Основною мікросхемою на платі давача є LMV324 (U2), яка є чотирьохканальним операційним підсилювачем з низькою напругою та низьким споживанням енергії. Ця мікросхема використовується для обробки вхідних сигналів від давача провідності води. Другою мікросхемою на платі є CD4060BM (U1), яка є 14-ступінчастим бінарним лічильником/таймером з інтегрованим осцилятором (рис. 2.8).

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

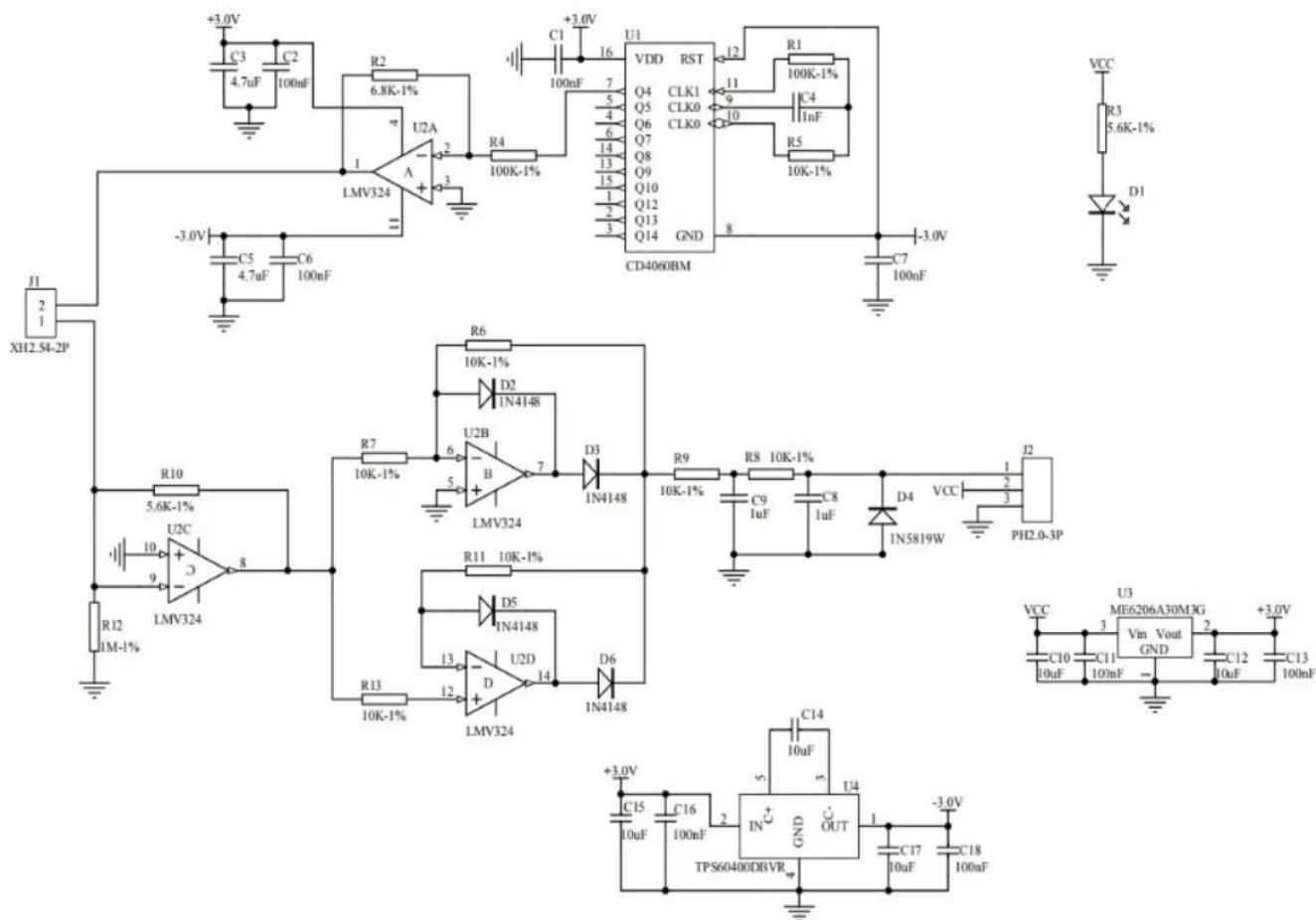


Рисунок 2.8 – Давач рівня TDS води

Роз'єм ХН2.54-2Р (J1) призначений для підключення модуля з електродами, що використовуються для вимірювання рівня TDS у воді. Роз'єм РН2.0-3Р (J2) служить для подачі живлення та підключення вихідного сигналу до мікроконтролера.

Дані мікросхеми та роз'єми є ключовими компонентами у давачі рівня TDS і відповідають за різні функціональні аспекти пристрою, включаючи обробку сигналів та підключення зовнішніх пристроїв.

Давач рівня TDS є простим, доступним та надійним інструментом для вимірювання загальної кількості розчинених у воді твердих речовин. Він може бути корисним інструментом для реалізації комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води. Дані від цього давача можуть передаватися на сервер для аналізу та відображення результатів користувачам у реальному часі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.2.3 Давач кислотності рН води

Давач рН V2 від DFRobot [6] є пристроєм, призначеним для вимірювання рівня рН у рідині, зокрема у воді. Він був обраний для реалізації системи віддаленого моніторингу якості води (рис. 2.9).

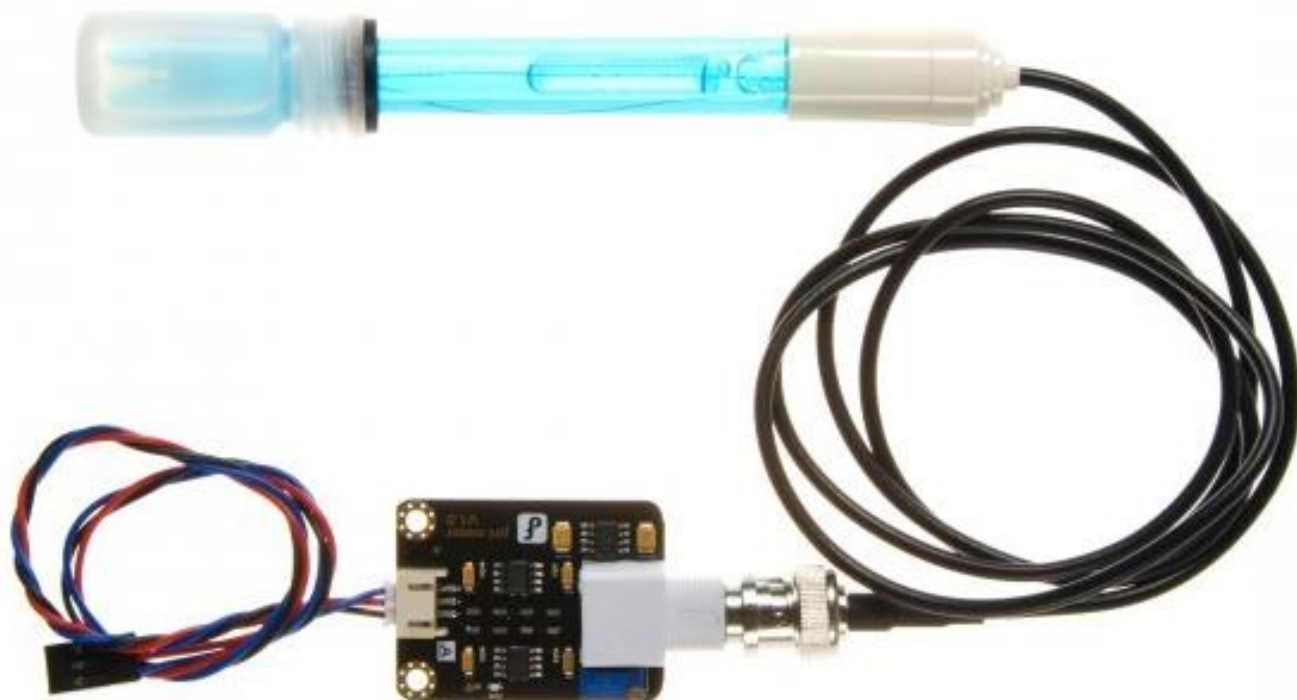


Рисунок 2.9 – Давач кислотності рН води

Давач складається з електроду з чутливим склом, який занурюється у воду для вимірювання рН, та електронної частини, яка обробляє сигнал та передає дані на мікроконтролер. Крім того, він має зручні роз'єми для підключення до мікроконтролера або іншого пристрою.

Електрод з чутливим склом взаємодіє з рідиною, іони у рідкому середовищі реагують з електродом, що змінює напругу на виводах давача. Ця зміна напруги пропорційна концентрації водневих іонів у розчині, тобто рівню рН. Характеристики цього давача приведені в табл. 2.3.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Характеристики давача кислотності рН води

Параметр	Значення
Напруга живлення	від 3,3 до 5 В
Вихідна напруга	0 – 3,0 В
Діапазон вимірювань	0 – 14 одиниць рН
Точність	± 0.1 одиниці рН
Робоча температура	5 – 60 °С
Час відгуку	< 1 хв
Внутрішній опір	< 250 МОм

Електрична схема модуля давача кислотності рН води зображена на рис. 2.10. Ця електрична схема представляє собою основний принцип роботи модуля давача кислотності рН води, де кожен елемент відповідає за певну функцію у вимірюванні та обробці сигналу від давача.

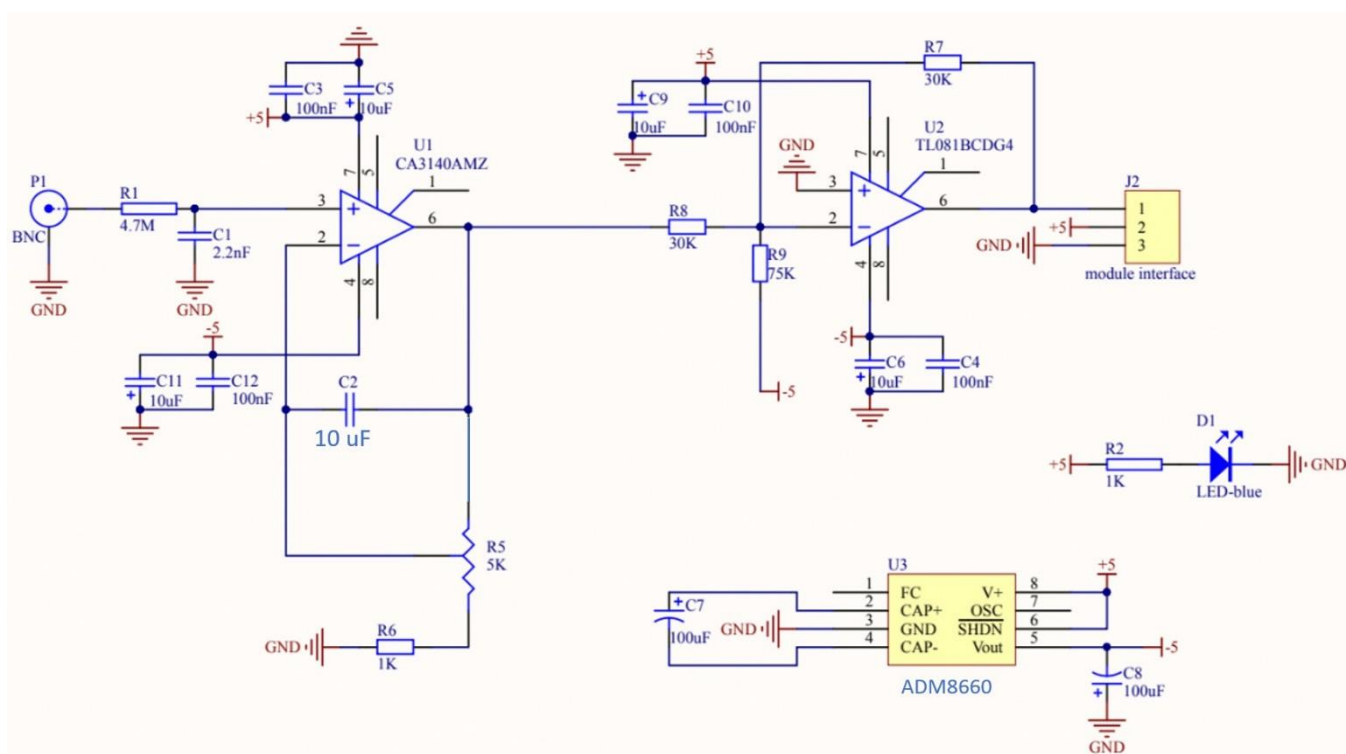


Рисунок 2.10 – Електрична схема модуля давача кислотності рН води

Основний сенсор, який реагує на концентрацію водневих іонів у воді підключається до модуля давача через роз'єм P1. Операційний підсилювач U1 відповідає за збільшення слабкого сигналу, що надходить від електрода рН, щоб забезпечити достатню чутливість та стабільність вимірювань. Конденсатори використовуються для фільтрації шумів та стабілізації напруги у схемі. Резистори застосовуються для регулювання та стабілізації напруги, а також для обмеження струму.

Давач рН V2 від DFRobot є надійним та точним пристроєм, який забезпечує вимірювання рівня рН у воді з високою точністю та стабільністю. Це робить його ідеальним вибором для використання в комп'ютеризованих системах моніторингу якості води, які потребують точних та надійних вимірювань для забезпечення ефективного контролю параметрів водного середовища.

2.2.4 OLED дисплей

OLED дисплей – це тип пристрою, що використовує OLED технологію для відображення зображень та інформації (рис. 2.11). Його основна перевага полягає у тому, що кожен піксель самостійно світиться. Це дозволяє досягти високої яскравості, контрастності та роздільної здатності.

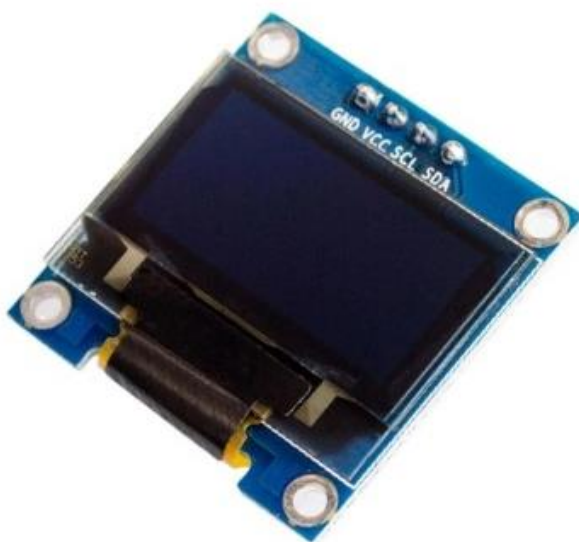


Рисунок 2.11 – OLED дисплей

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

OLED технологія дозволяє отримати чітке та яскраве зображення з глибокими чорними кольорами та відмінною контрастністю, що важливо для зручного відображення вимірюваних параметрів якості води. OLED дисплеї споживають мало енергії, особливо при відображенні темних зображень, що дозволяє ефективно використовувати їх у вбудованих системах, які працюють на акумуляторах або живленні від сонячних панелей.

OLED дисплеї мають невеликі розміри, що дозволяє їм легко вписуватися в різноманітні форми та розміри корпусів, що важливо для реалізації компактної та зручної системи моніторингу. Такі дисплеї забезпечують широкий кут огляду, що означає, що інформацію можна чітко бачити під будь-яким кутом без втрати якості зображення. Параметри OLED дисплея зведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Параметри OLED дисплея

Параметр	Значення
Розмір екрану	0.96"
Тип дисплея	OLED
Драйвер OLED модуля	SSD1306
Інтерфейс	I ² C
Роз'єм підключення	4-pin (VCC/GND/SCL/SDA)
Роздільна здатність дисплея	128 x 64
Кут огляду	160 градусів
Напруга живлення	3,3 В – 6 В
Рівні вхідних сигналів	3,3 В / 5 В
Розміри	27x27x4 мм

З урахуванням цих функцій та характеристик, OLED дисплей підходить для реалізації проектованої системи моніторингу якості води, оскільки він забезпечить ефективне відображення вимірюваних параметрів на електронному інтерфейсі користувача.

2.3 Опис електричної принципової схеми пристрою

На рис 2.12 зображена електрична принципова схема пристрою для віддаленого моніторингу якості води. Давачі для вимірювання TDS та рН підключені до пристрою через роз'єми X1 та X2 відповідно. Мікроконтролер ESP32 (позначений як U1) відповідає за збір, обробку та передачу даних. OLED дисплей (D1) підключений до мікроконтролера за допомогою I²C інтерфейсу для відображення результатів вимірювань.

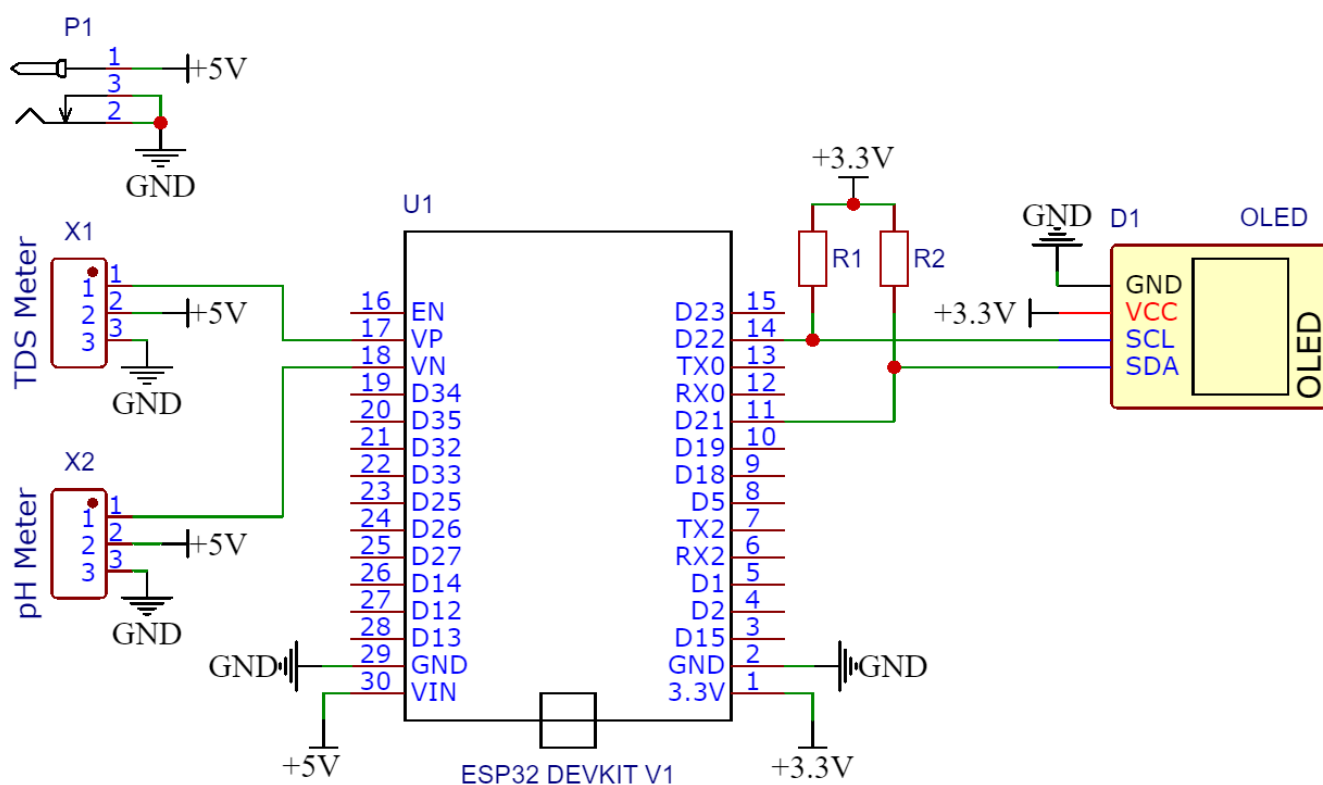


Рисунок 2.12 – Електрична принципова схема пристрою

Особливістю з'єднань є використання резисторів R1 та R2 як підтяжка шини I²C, що дозволяє забезпечити стабільну роботу інтерфейсу та комунікацію між мікроконтролером та OLED дисплеєм. Всі з'єднання між елементами здійснюються з врахуванням правильної полярності та відповідно до специфікацій кожного компонента, забезпечуючи надійну роботу та точність вимірювань.

2.4 Обґрунтування вибору середовища розробки програмного забезпечення для реалізації системи

Обираючи середовище для написання ПЗ до мікроконтролера ESP32 з метою реалізації системи віддаленого моніторингу якості води, було вирішено використати Arduino IDE версії 2.3.2 (рис. 2.13). Це середовище є оптимальним варіантом з наступних причин. Arduino IDE відома своєю зручністю в роботі з мікроконтролерами ESP32. Версія 2.3.2 надає повну підтримку цього конкретного пристрою, що дозволить зручно програмувати та налагоджувати систему.

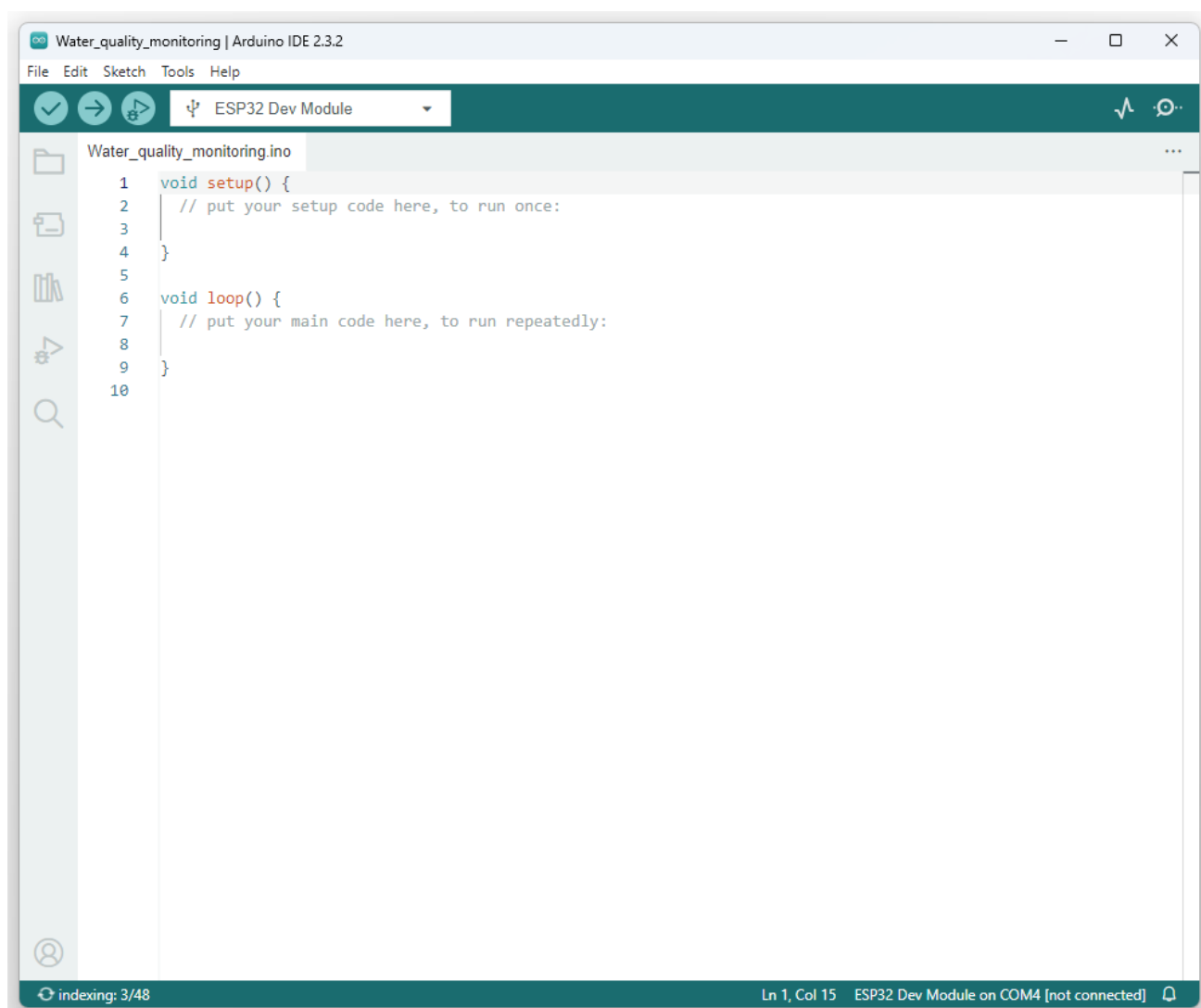


Рисунок 2.13 – Arduino IDE

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Arduino IDE має зрозумілий інтерфейс, що полегшує розробку ПЗ навіть для початківців. Це особливо важливо для швидкого розгортання та налагодження системи моніторингу якості води.

Версія 2.3.2 є стабільною та перевіреною, що дозволяє уникнути можливих проблем та забезпечити надійну роботу системи віддаленого моніторингу води. Загалом, обираючи Arduino IDE для розробки ПЗ до ESP32, було отримано зручну, надійну та ефективну платформу для реалізації цього проєкту.

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		34

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка алгоритму роботи системи віддаленого моніторингу якості води

Алгоритм роботи програми для мікроконтролера ESP32, який реалізує комп'ютеризовану систему віддаленого моніторингу якості води, починається з ініціалізації. Першим кроком є запуск послідовного інтерфейсу для відлагодження, який дозволяє вести журнал подій і допомагає в діагностиці системи.

Наступним кроком є ініціалізація OLED-дисплея. Мікроконтролер перевіряє, чи дисплей успішно підключено і чи може він використовуватися для відображення інформації. Якщо ініціалізація дисплея не вдалася, програма виводить повідомлення про помилку та зупиняє подальше виконання. У разі успішної ініціалізації дисплея на ньому виводиться відповідне повідомлення.

Після цього мікроконтролер підключається до мережі WiFi. Програма чекає, поки мікроконтролер успішно підключиться до мережі, виводячи повідомлення "Connecting to WiFi..." кожну секунду. Після успішного підключення виводиться повідомлення "Connected to WiFi". Наступним етапом є ініціалізація платформи ThingSpeak, яка буде використовуватися для віддаленого моніторингу.

Після завершення ініціалізації система переходить до отримання значень з датчиків TDS та рН. Це відбувається шляхом зчитування аналогових сигналів від датчиків, конвертації їх у відповідні цифрові значення та перетворення у результати вимірювань. Далі отримані значення відображаються на OLED-дисплеї. Програма очищує дисплей, встановлює курсор у верхній лівий кут і виводить значення TDS і рН у зрозумілому форматі.

Блок-схема алгоритму роботи системи віддаленого моніторингу якості води зображена на рис. 3.1.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Купрієнко В.В.			Практична частина	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Приймак М.В.					35	13
Рецензент						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

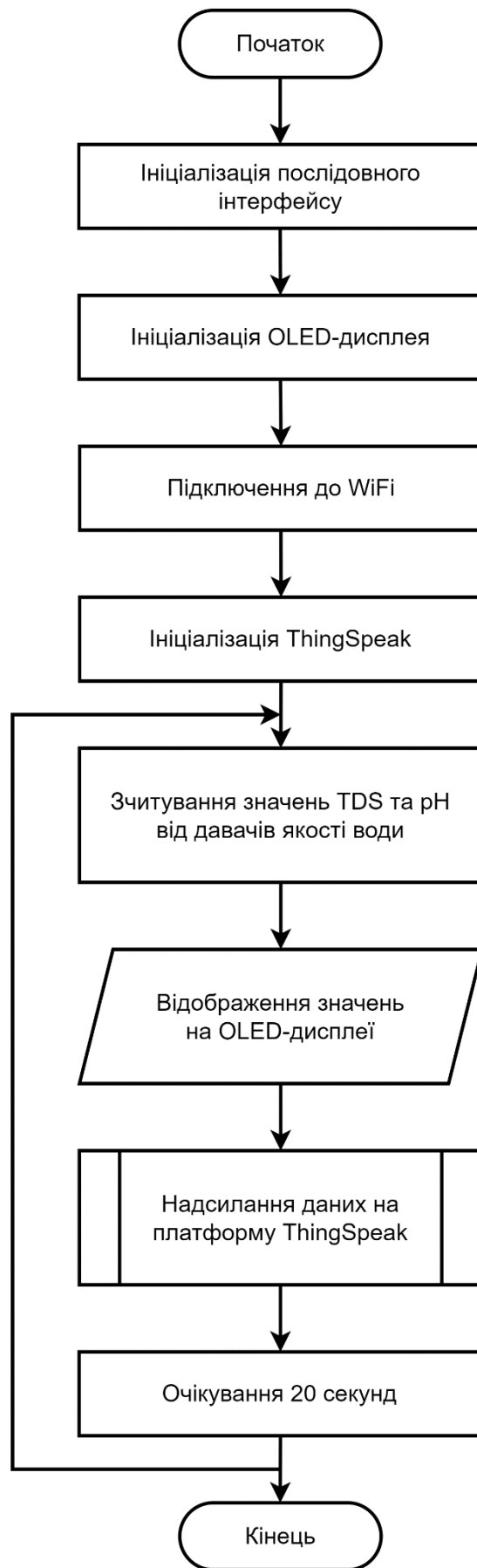


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи системи віддаленого моніторингу якості води

Після відображення значень на дисплеї система надсилає ці дані на платформу ThingSpeak. Якщо дані успішно надіслано, програма виводить повідомлення "Channel update successful." в послідовний порт, в іншому випадку — повідомлення про помилку з кодом HTTP.

Насамкінець, система робить паузу на 20 секунд, щоб забезпечити інтервал між вимірюваннями та надсиланням даних, після чого цикл повторюється знову. Такий підхід забезпечує постійний моніторинг якості води та регулярне оновлення даних на віддаленій IoT платформі.

3.2 Налаштування середовища розробки

3.2.1 Налаштування Arduino IDE

Для налаштування Arduino IDE для роботи з модулем ESP32 DEVKIT необхідно виконати наступні кроки. Для додавання можливості програмування платформи ESP32 в Arduino IDE потрібно перейти в меню "Preferences", та додати наступне посилання: на файл `package_esp32_index` в json форматі (рис. 3.2).

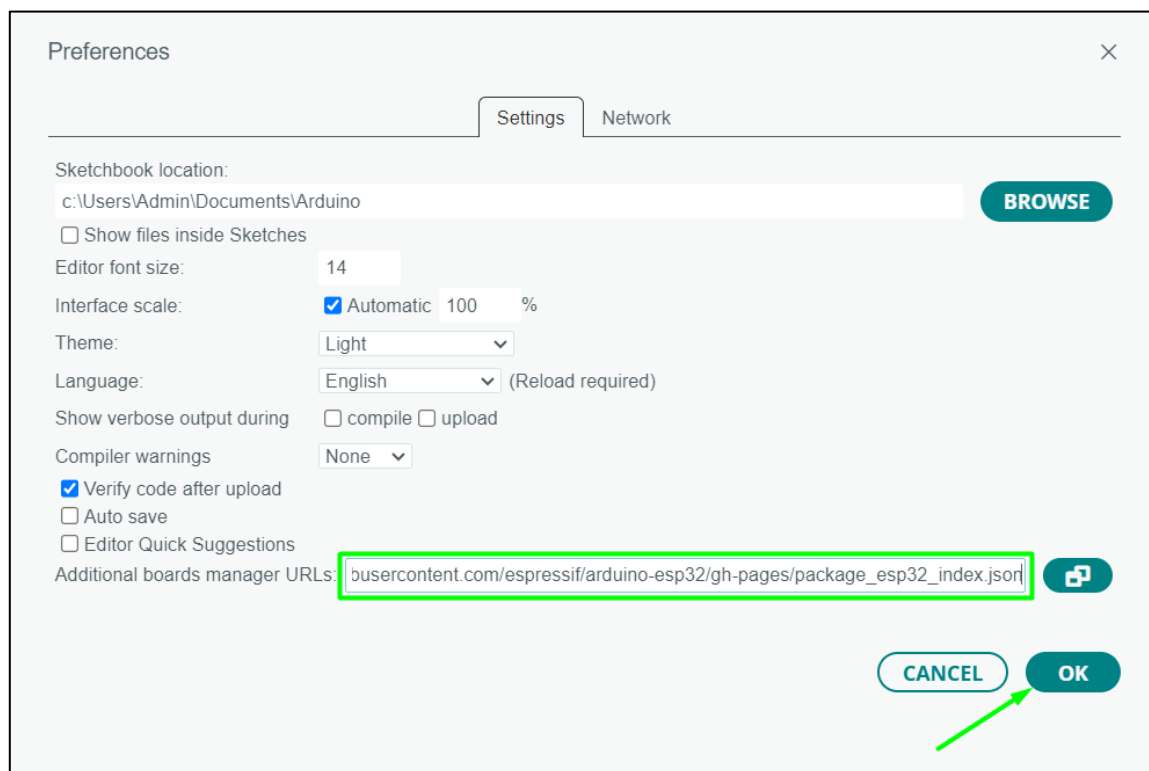


Рисунок 3.2 – Підготовка Arduino IDE для роботи з ESP32

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Після цього в меню "Boards Manager" встановити застосунок для ESP32 платформи, використовуючи пошук за назвою "esp32" (рис. 3.3).

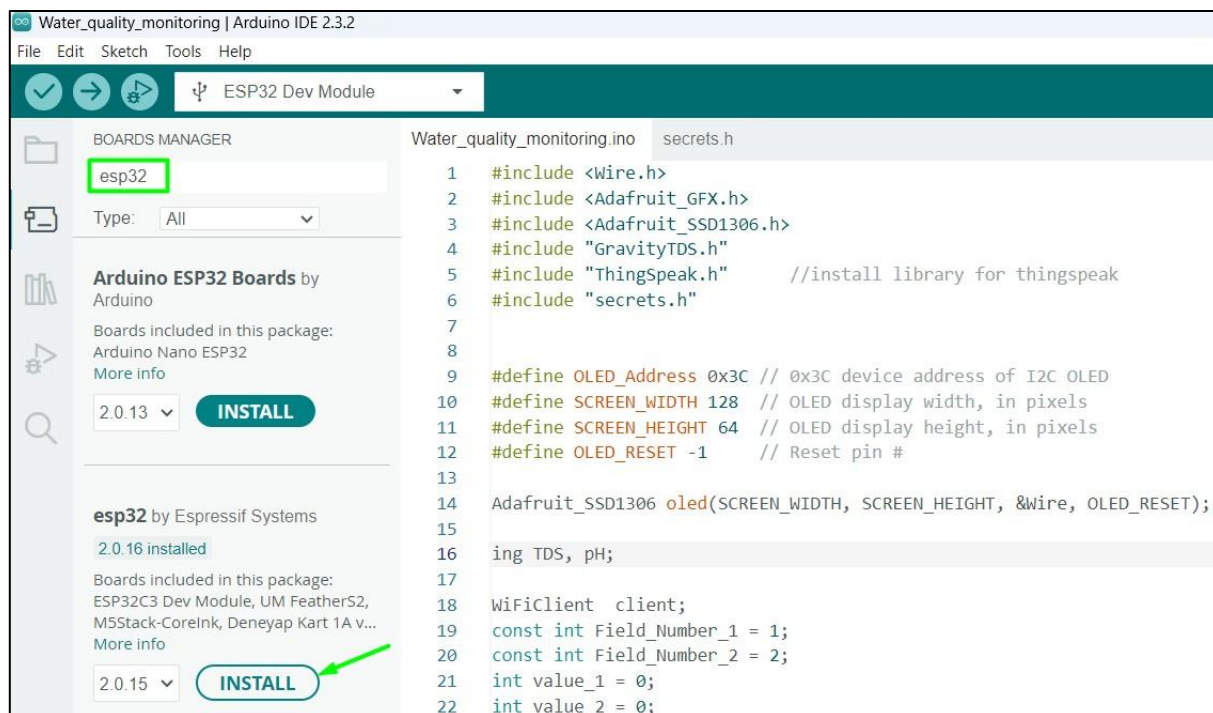


Рисунок 3.3 – Встановлення застосунку для ESP32 платформи

Після завершення встановлення, потрібно вибрати ESP32 Dev Module у меню "Board" (рис. 3.4).

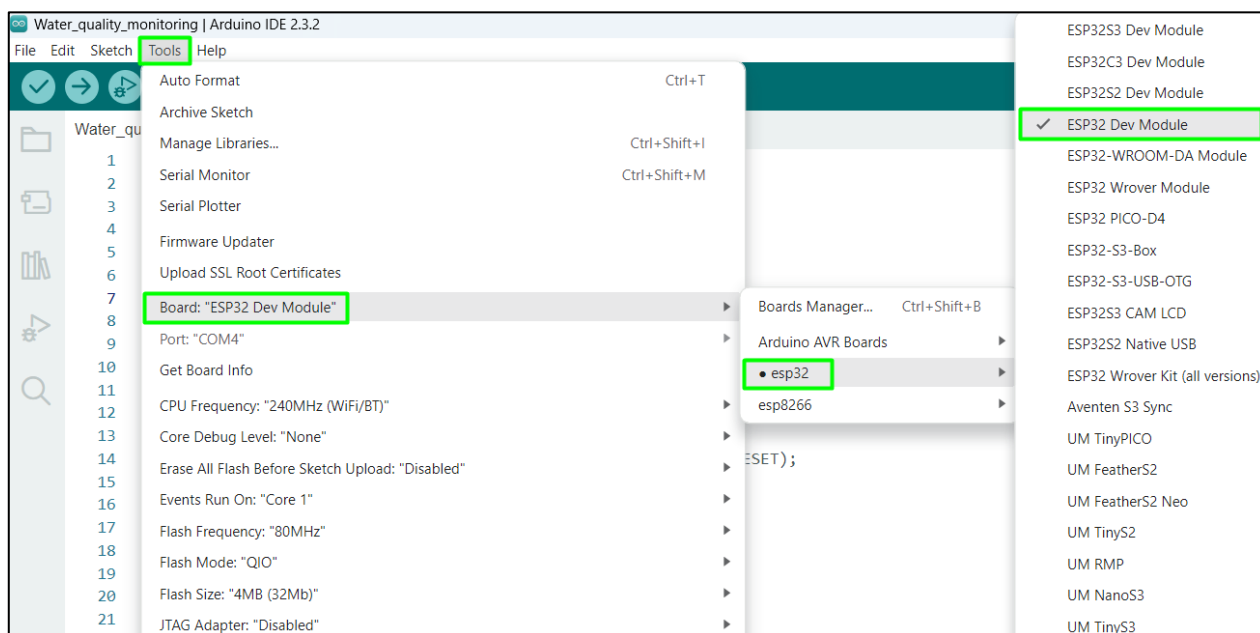


Рисунок 3.4 – Процес вибору платформи ESP32 в Arduino IDE

Після виконання цих кроків, можна приступати до написання програмного коду для ESP32 у Arduino IDE.

3.2.2 Встановлення зовнішніх бібліотек

Для встановлення зовнішніх бібліотек в Arduino IDE слід дотримуватися наступних кроків. У вікні "Library Manager" потрібно у полі пошуку ввести назву бібліотеки. Далі необхідно знайти потрібну бібліотеку в списку результатів пошуку та обрати кнопку "Install" поруч із нею. Після цього Arduino IDE автоматично завантажить та встановить бібліотеку (рис. 3.5).

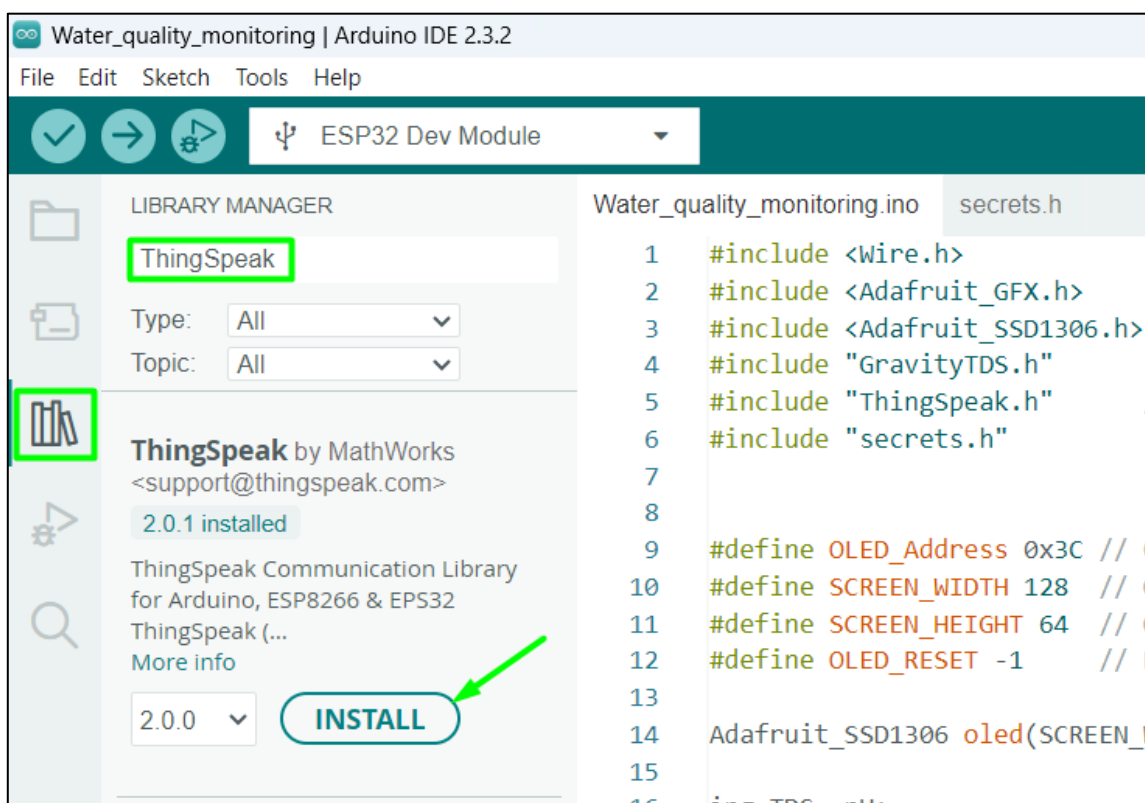


Рисунок 3.5 – Встановлення бібліотеки ThingSpeak.h для взаємодії з хмарною IoT платформою

Після цього можна використовувати бібліотеку ThingSpeak.h у проєкті для взаємодії з хмарною платформою ThingSpeak. Аналогічним шляхом були встановлені і інші бібліотеки.

3.3 Розробка програмного забезпечення

Код ПЗ починається з імпорту необхідних бібліотек, включаючи WiFi для підключення до бездротової мережі, ThingSpeak для взаємодії з платформою віддаленого моніторингу, Wire для I²C-зв'язку, Adafruit_GFX і Adafruit_SSD1306 для роботи з OLED дисплеєм, Adafruit_Sensor для підтримки різних типів датчиків (рис. 3.6).

```
#include <WiFi.h>
#include <ThingSpeak.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
```

Рисунок 3.6 – Імпорт бібліотек

Фрагмент коду на рис. 3.7 задає параметри OLED дисплея, зокрема, ширину (128 пікселів) та висоту (64 пікселі), а також визначає пін для скидання (OLED_RESET), який у цьому випадку не використовується (-1). Далі створюється об'єкт display класу Adafruit_SSD1306, який ініціалізується з заданими параметрами екрану і використовує I²C інтерфейс для зв'язку.

```
// Параметри OLED дисплея
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
```

Рисунок 3.7 – Фрагмент коду, який задає параметри OLED дисплея

Лістинг коду на рис. 3.8 визначає функцію readTDS(), яка зчитує значення TDS (загальної кількості розчинених твердих речовин) за допомогою аналогового піна TDS_PIN. Спочатку зчитується значення з датчика за допомогою функції analogRead(), потім це значення перетворюється на напругу. Використовуючи

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отриману напругу, обчислюється значення TDS за допомогою емпіричної формули, яка враховує нелінійність давача, і результат повертається як значення TDS у ppm (частин на мільйон).

```
// Функція для зчитування TDS
float readTDS() {
    int sensorValue = analogRead(TDS_PIN);
    float voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0);
    float tdsValue = (133.42*voltage*voltage*voltage-
                    255.86*voltage*voltage+
                    857.39*voltage)*0.5;
    return tdsValue;
}
```

Рисунок 3.8 – Лістинг коду функції readTDS()

Лістинг коду на рис. 3.9 визначає функцію readPH(), яка зчитує значення рН води за допомогою аналогового піна PH_PIN. Спочатку зчитується значення з давача за допомогою функції analogRead(), потім це значення перетворюється на напругу. Використовуючи отриману напругу, обчислюється значення рН за допомогою лінійної формули, яка наближено перетворює напругу в значення рН. Результат повертається як значення рН, яке може бути скориговане для точніших вимірювань.

```
// Функція для зчитування рН
float readPH() {
    int sensorValue = analogRead(PH_PIN);
    float voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0);
    float phValue = 3.5 * voltage + 0.1;
    return phValue;
}
```

Рисунок 3.9 – Лістинг коду функції readPH()

Процедура setup() налаштовує зв'язок послідовному інтерфейсу для задач відлагодження, ініціалізує OLED дисплей (включаючи перевірку на успішність

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ініціалізації, очищення дисплея, встановлення розміру тексту, кольору тексту та курсору), відображає повідомлення "Initializing..." на дисплеї, підключається до WiFi з перевіркою стану підключення та виведенням відповідних повідомлень, а також ініціалізує роботу з платформою ThingSpeak для віддаленого моніторингу даних (рис. 3.10).

```
void setup() {
  // Налаштування серійного зв'язку для відлагодження
  Serial.begin(115200);
  // Налаштування OLED дисплея
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;);
  }
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
  display.setCursor(0, 0);
  display.print("Initializing...");
  display.display();
  // Підключення до WiFi
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi...");
  }
  Serial.println("Connected to WiFi");
  // Ініціалізація ThingSpeak
  ThingSpeak.begin(client);
}
```

Рисунок 3.10 – Лістинг коду процедури setup()

На рис. 3.11 представлений фрагмент коду, який зчитує значення з датчиків TDS та рН за допомогою функцій readTDS() і readPH(), очищає OLED дисплей, встановлює курсор на початок, відображає значення TDS з одиницями вимірювання "ppm", а також значення рН, після чого оновлює дисплей для відображення нових даних.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

```

// Зчитування значень з датчиків
tdsValue = readTDS();
phValue = readPH();
// Виведення значень на OLED дисплей
display.clearDisplay();
display.setCursor(0, 0);
display.print("TDS: ");
display.print(tdsValue);
display.println(" ppm");
display.print("pH: ");
display.print(phValue);
display.display();

```

Рисунок 3.11 – Фрагмент коду для опитування датчиків та виведення результатів вимірювання на OLED-дисплей

Фрагмент коду на рис. 3.12 реалізовує відправлення зчитаних значень TDS і рН на платформу ThingSpeak, встановлюючи їх у відповідні поля каналу за допомогою методу ThingSpeak.setField(), а потім викликає функцію ThingSpeak.writeFields() для запису даних до каналу. Успішне оновлення каналу підтверджується повідомленням "Channel update successful", виведеним через послідовний порт, а у випадку помилки виводиться її код HTTP. Після цього викликається затримка в 20 секунд перед наступною ітерацією циклу.

```

// Надсилання даних на ThingSpeak
ThingSpeak.setField(1, tdsValue);
ThingSpeak.setField(2, phValue);
int x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey);
if (x == 200) {
| Serial.println("Channel update successful.");
} else {
| Serial.println("Problem updating channel. HTTP error code " +
| | | | | | | | String(x));
}
// Затримка перед наступним циклом
delay(20000); // 20 секунд

```

Рисунок 3.12 – Фрагмент коду для надсилання даних на ThingSpeak

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Реалізація надсилання даних на віддалений IoT сервер

3.4.1 Опис IoT-сервера ThingSpeak

ThingSpeak – це інтернет-платформа, призначена для збору, аналізу та візуалізації даних з IoT-пристроїв. Вона надає зручні інструменти для створення веб-додатків та взаємодії з даними в реальному часі (рис. 3.13). Однією з основних переваг ThingSpeak є її безкоштовність для базового рівня функціоналу, що робить її доступною для широкого кола користувачів, особливо для невеликих проєктів та експериментів. Крім того, ThingSpeak має простий API, який спрощує інтеграцію з мікроконтролерами та іншими IoT-пристроями.



Рисунок 3.13 – Платформа ThingSpeak

Вибір ThingSpeak для реалізації віддаленого моніторингу для проєктованої системи обґрунтовується її зручним інтерфейсом та можливостями для роботи з даними в реальному часі. Платформа також підтримує візуалізацію даних у вигляді графіків та діаграм, що сприяє зручному аналізу та моніторингу параметрів якості води. Крім того, ThingSpeak можна легко інтегрувати з іншими сервісами та додатками, що розширює можливості системи та полегшує її розвиток та модернізацію в майбутньому.

3.4.2 Налаштування ThingSpeak

Процес створення та налаштування каналу на платформі ThingSpeak для відображення результатів моніторингу TDS та рН системи моніторингу якості води був виконаний в декілька етапів. Спершу було зареєстровано обліковий запис на платформі ThingSpeak. Після входу в нього, натиснувши на кнопку "New Channel" на головній сторінці, був створений новий канал, як показано на рис. 3.14.

The screenshot shows the 'New Channel' interface in ThingSpeak. At the top, there is a navigation bar with the ThingSpeak logo and menu items: Channels, Apps, Devices, and Support. Below the navigation bar, the title 'New Channel' is displayed. The form consists of several sections: a 'Name' field with the text 'System for remote water quality monitoring'; a 'Description' field with the text 'Computerized system for remote water quality monitoring by Kupriienko Vadym'; and five 'Field' sections. 'Field 1' is set to 'TDS' and has a checked checkbox. 'Field 2' is set to 'pH' and has a checked checkbox. 'Field 3', 'Field 4', and 'Field 5' are currently empty and have unchecked checkboxes. The 'TDS' and 'pH' dropdown menus are highlighted with a green border.

Рисунок 3.14 – Процес створення каналу в ThingSpeak

Після введення назви каналу та його опису було додано поля для зберігання даних. У полі "Field 1" було введено "TDS" для моніторингу рівня загального

вмісту розчинених речовин, а у полі "Field 2" введено "рН" для моніторингу рівня кислотності води.

Після заповнення необхідних полів та натискання кнопки "Save Channel" внизу сторінки для збереження каналу було виконане його налаштування. Тут були переглянуті деталі каналу, включаючи "ChannelID" та "API Key". Ці параметри були необхідні для налаштування мікроконтролера ESP32 для передачі даних на ThingSpeak (рис. 3.15).

The screenshot displays the ThingSpeak interface for a channel titled "System for remote water quality monitoring". The channel ID is 25... and the author is mwa0000018132791. The "API Keys" tab is selected, showing a "Write API Key" section with a key E69...K and a "Generate New Write API Key" button. Below it is the "Read API Keys" section with a key 2J9...4 and a "Delete API Key" button. The "API Requests" section shows example GET requests for writing and reading channel feeds.

Рисунок 3.15 – Процес отримання ID та API каналу ThingSpeak

3.5 Результати тестування системи

Після завершення налаштування каналу та віджетів був запущений процес передачі даних з системи моніторингу. Кожен раз, коли мікроконтролер передавав дані, вони автоматично відображалися на відповідних віджетах у реальному часі (рис. 3.16).

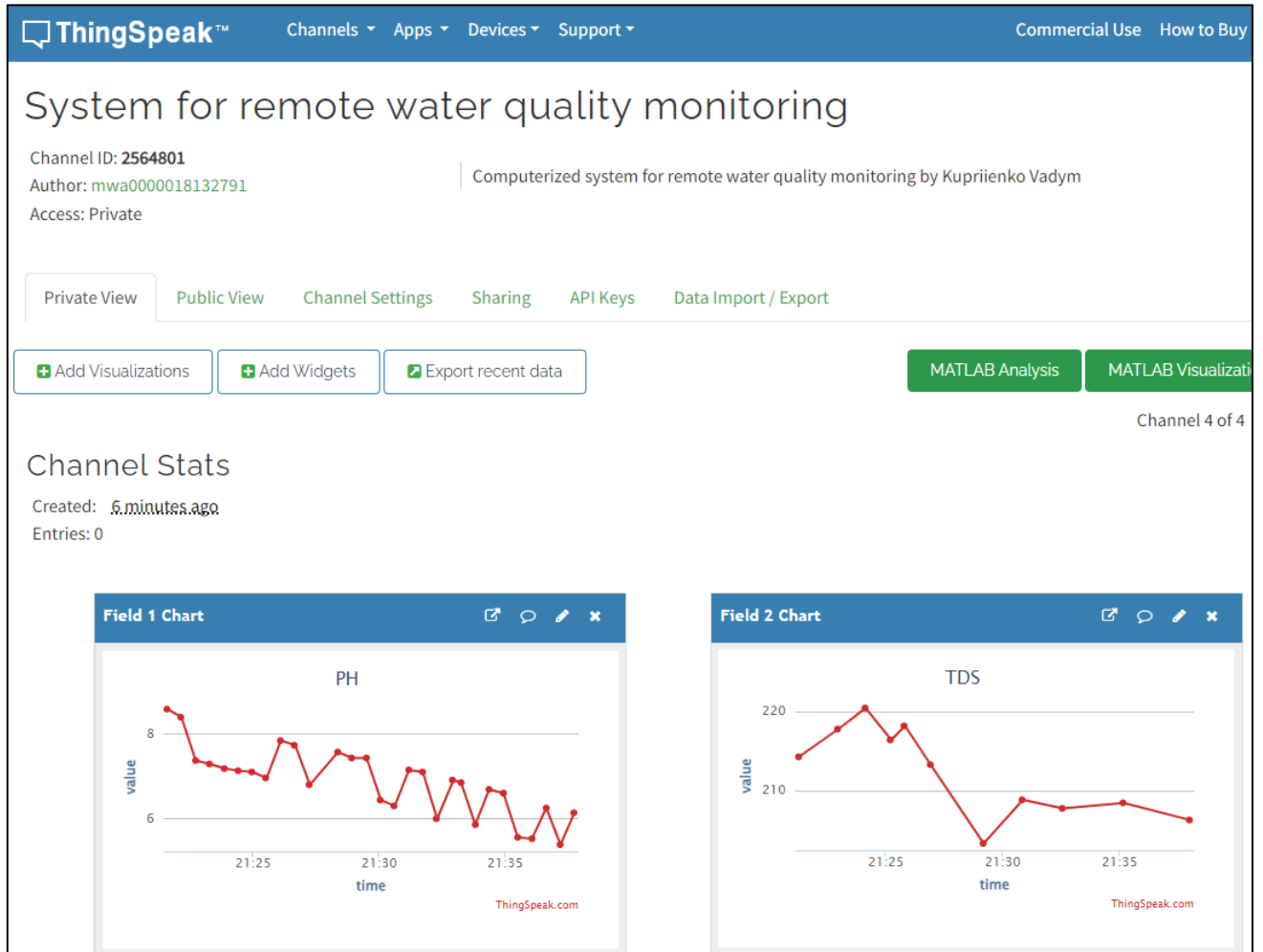


Рисунок 3.16 – Результати тестування системи віддаленого моніторингу якості ВОДИ

Таким чином, створення та налаштування каналу на ThingSpeak дозволило зручно та ефективно відображати результати моніторингу, забезпечуючи наочне представлення даних та можливість віддаленого контролю параметрів якості води.

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Надзвичайні ситуації: визначення, причини, класифікація

Щодня у світі фіксуються тисячі подій, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людей і які можуть призвести або призводять до загибелі людей та/або до значних матеріальних втрат. Такі події називаються надзвичайними ситуаціями (НС).

Загальні ознаки НС: наявність або загроза загибелі людей чи значне погіршення умов їх життєдіяльності; заподіяння економічних збитків; істотне погіршення стану довкілля. До надзвичайних ситуацій, як правило, призводять аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі, як епідемії, терористичні акти, збройні конфлікти тощо.

Аварія – це небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю. Це – вихід з ладу машин, механізмів, пристроїв, комунікацій внаслідок порушення технології виробництва, правил експлуатації, правил безпеки, помилок, які допущені при проектуванні, будівництві, а також внаслідок стихійних лих.

Події природного походження або результат діяльності природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть вражати людей, об'єкти економіки та довкілля, називаються небезпечними природними явищами. Руйнівне небезпечне природне явище – це стихійне лихо.

Надзвичайні ситуації мають різні масштаби за кількістю жертв, кількістю людей, що стали хворими чи каліками, кількістю людей, яким завдано моральної шкоди, за розмірами економічних збитків, площею території, на якій вони розвивались, тощо.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Купрієнко В.В.			Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Приймак М.В.					48	7
Консульт.						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.						
Зав. каф.		Осухівська Г.М.						

Вагомість надзвичайної ситуації визначається передусім кількістю жертв та ступенем впливу на оточуюче життєве середовище, тобто рівнем системи «людина – життєве середовище» (ЛЖС), якої вона торкнулася, і розміром шкоди, завданої цій системі. Виходячи з ієрархії систем ЛЖС, можна говорити про [27]:

- індивідуальні надзвичайні ситуації, коли виникає загроза для порушення життєдіяльності лише однієї особи;
- надзвичайні ситуації рівня мікроколективу, тобто коли загроза їх виникнення чи розповсюдження наслідків стосується сім'ї, виробничої бригади, пасажирів одного купе;
- надзвичайні ситуації рівня колективу;
- надзвичайні ситуації рівня макроколективу;
- надзвичайні ситуації для жителів міста, району;
- надзвичайні ситуації для населення області;
- надзвичайні ситуації для населення країни;
- надзвичайні ситуації для жителів континенту;
- надзвичайні ситуації для всього людства.

Як правило, чим більшу кількість людей обходить надзвичайна ситуація, тим більшу територію вона охоплює. І навпаки, при більшій площі поширення катастрофи чи стихійного лиха від нього страждає більша кількість людей. Через це в основу існуючих класифікацій надзвичайних ситуацій за їх масштабом найчастіше кладуть територіальний принцип, за яким надзвичайні ситуації поділяють на локальні, об'єктові, місцеві, регіональні, загальнодержавні (національні), континентальні та глобальні (загальнопланетарні).

Локальні надзвичайні ситуації відповідають рівню системи ЛЖС з однією особою та мікроколективом; об'єктові – системам з рівнем колектив, макроколектив; місцеві – системам, в які входить населення міста або району; регіональні – області; загальнодержавні – населення країни і так далі.

До роботи в районі надзвичайної ситуації необхідно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів. Запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

збитків перетворилося на загальнодержавну проблему і є одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади і управління всіх рівнів. 15 липня 1998 р. Постановою Кабінету Міністрів України № 1099 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій» затверджено «Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій». Згідно з цим Положенням залежно від територіального поширення, обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, розрізняють чотири рівні надзвичайних ситуацій [27].

Надзвичайна ситуація загальнодержавного рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох та більше областей або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація регіонального рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення) Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя або загрожує перенесенням на територію суміжної області України, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету

Надзвичайна ситуація місцевого рівня – це надзвичайна ситуація, яка виходить за межі потенційно небезпечного об'єкта, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету. До місцевого рівня також належать всі надзвичайні ситуації, які виникають на об'єктах житлово-комунальної сфери та інших, що не входять до затверджених переліків потенційно небезпечних об'єктів [26].

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Надзвичайна ситуація об'єктового рівня – це надзвичайна ситуація, яка не підпадає під зазначені вище визначення, тобто така, що розгортається на території об'єкта або на самому об'єкті і наслідки якої не виходять за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони.

Для організації ефективної роботи із запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідації їхніх наслідків, зниження масштабів втрат та збитків дуже важливо знати причини їх виникнення та володіти теорією виникнення катастроф. Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій за характером походження подій, котрі зумовлюють виникнення надзвичайних ситуацій на території України, розрізняє чотири класи надзвичайних ситуацій — надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціально-політичного, військового характеру. Кожен клас надзвичайних ситуацій поділяється на групи, які містять конкретні їх види [27].

Надзвичайні ситуації техногенного характеру – це транспортні аварії (катастрофи), пожежі, неспровоковані вибухи чи їх загроза, аварії з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд та будівель, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах.

Надзвичайні ситуації природного характеру – це небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери.

Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру – це ситуації, пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування: здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об'єктів, ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікацій, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден,

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях, викрадення або захоплення зброї, виявлення застарілих боєприпасів тощо.

Надзвичайні ситуації воєнного характеру – це ситуації, пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин та відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнодіючих отруйних речовин, токсичних відходів, нафтопродуктів, транспортних та інженерних комунікацій.

4.2 Організація служби охорони праці на підприємстві

В статті 13 Закону України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. зі змінами від 21.11.2002 р. вказано, що обов'язком роботодавця є створення таких умов праці на робочому місці кожного структурного підрозділу, які б відповідали нормативно-правовим актам. Крім того, керівник підприємства зобов'язаний забезпечити дотримання законодавчих вимог щодо прав робітників у сфері охорони праці. Для реалізації цих завдань роботодавець повинен забезпечити функціонування служби системи управління охороною праці, що включає в себе [28]:

- створення служб та призначення посадових осіб, які в подальшому будуть забезпечувати вирішення питань охорони праці;
- затвердження посадових інструкцій цих осіб, в яких повинна бути зазначена інформація про їхні права та обов'язки, а також відповідальність за виконання функцій, які на них покладені;
- контроль за дотриманням прав та функціональних обов'язків призначених посадових осіб, які зобов'язані вирішувати питання охорони праці на підприємстві.

Спосіб організації служби охорони праці залежить від чисельності працівників підприємства. Якщо кількість працівників менша двадцяти осіб, тоді для реалізації функцій служби охорони праці можуть бути залучені сторонні

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

спеціалісти, які мають відповідну кваліфікацію, на договірних умовах. Якщо кількість працівників знаходиться в межах від двадцяти до п'ятидесяти, тоді функціональні обов'язки, які покладені на службу охорони праці, можуть виконувати особи з відповідною кваліфікацією в порядку сумісництва. Якщо чисельність працівників на підприємстві перевищує п'ятдесят осіб – роботодавець зобов'язаний створити службу охорони праці у відповідності до положень законодавства [28].

Створювати окремий структурний підрозділ для реалізації функцій служби охорони праці є зміст лише в тому випадку, якщо він передбачатиме наявність не менше двох працівників. При цьому в цьому підрозділі можуть працювати лише особи, які спеціалізуються на виконанні функціональних обов'язків, пов'язаних з питаннями охорони праці.

Законодавством не встановлена точна кількість працівників служби охорони праці, але очевидно, що їх чисельність повинна бути достатньою для забезпечення виконання всіх вимог діючих нормативно-правових актів з охорони праці на підприємстві. Це питання залежить від специфічних особливостей кожного підприємства, зокрема:

- від особливостей умов праці;
- від типу виробничого обладнання;
- від наявності та чисельності працівників, які задіяні до виконання робіт з підвищеною небезпекою.

Фахівці служби охорони праці при виявленні фактів порушення правил охорони праці мають право [29]:

- готувати керівнику підприємства подання для притягнення порушників вимог охорони праці до відповідальності;
- зупиняти роботу ділянки, виробництва, устаткування, механізмів, машин та інших виробничих засобів у випадку виявлення факту порушення, яке створює загрозу здоров'ю або життю працівників;
- вимагати відсторонення осіб від роботи, які не пройшли передбаченого законодавством інструктажу, перевірки знань, навчання, медичного огляду і не

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дотримуються вимог нормативно-правових актів з охорони праці або не мають відповідного допуску до робіт;

– видавати керівникам структурних підрозділів приписи щодо усунення виявлених недоліків, які є обов'язковими для виконання, одержувати від них необхідну інформацію, пояснення і документацію, яка стосується питань охорони праці.

Законодавством передбачені обов'язки працівників, які стосуються питань охорони праці [30]:

– знати і дотримуватись вимог нормативно-правових актів з охорони праці, правил поведінки з устаткуванням, механізмами, машинами та іншими засобами виробництва, використовувати засоби індивідуального і колективного захисту;

– дбати про особисте здоров'я і безпеку, а також про здоров'я і безпеку оточуючих осіб в процесі виконання будь-яких робіт перебуваючи на території підприємства;

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

За порушення зазначених вимог працівник несе безпосередню відповідальність. Дотримання правил виробничої санітарії і безпеки залежить не лише від того, як роботодавець виконує свої обов'язки, а і від знань з охорони праці та рівня виконавчої дисципліни кожного працівника. Тому всі працівники під час прийому на роботу і в процесі виконання роботи зобов'язані [31]:

– проходити на підприємстві інструктаж з охорони праці;

– знати правила поведінки при виникненні аварій;

– вміти надавати першу медичну допомогу особам, які постраждали від нещасних випадків.

Інструктаж і навчання працівників з охорони праці є обов'язковою складовою частиною системи управління охороною праці і виконується з усіма працівниками впродовж їхньої трудової діяльності. Ліквідувати службу охорони праці можна лише у випадку припинення використання найманої праці чи ліквідації підприємства.

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

ВИСНОВКИ

У процесі виконання цієї кваліфікаційної роботи було розроблено комп'ютеризовану систему віддаленого моніторингу якості води, яка дозволяє автоматично зчитувати та аналізувати основні параметри, такі як рівень TDS та рН, і передавати ці дані до хмарної платформи для подальшого аналізу та зберігання. Система продемонструвала високу ефективність і надійність в умовах тестування, що підтверджує доцільність її впровадження для забезпечення контролю якості води.

Основні результати кваліфікаційної роботи:

- проведено аналіз існуючих систем моніторингу якості води, визначено їхні переваги та недоліки;
- розроблено структуру комп'ютеризованої системи моніторингу, обрано необхідні компоненти, такі як датчики, мікроконтролер та засоби зв'язку;
- розроблено алгоритми для зчитування, обробки та передачі даних з датчиків до хмарної платформи;
- реалізовано ПЗ для мікроконтролера на базі ESP32, яке забезпечує взаємодію між компонентами системи;
- проведено тестування розробленої системи для оцінки її точності, надійності та ефективності в реальних умовах.

Результати виконаної роботи показують, що розроблена комп'ютеризована система віддаленого моніторингу якості води є ефективним засобом для оперативного контролю за станом водних ресурсів. Вона забезпечує точні вимірювання та своєчасне оновлення даних, що дозволяє швидко реагувати на зміни у якості води.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналізатор якості води TDS-3 метр. URL: <https://smakui.ua/ua/analizator-kachestva-vody-tds-3-metr> (дата звернення: 20.03.2024).
2. Проточний В & А TDS-metr Ecosoft. URL: <https://akvo.com.ua/ua/protochnyj-b-a-tds-metr-ecosoft> (дата звернення: 21.03.2024).
3. Монітор рН/ЕС/TDS/Salt/S.G з Wifi рН-W3988. URL: <https://simvolt.ua/monitor-ph-ec-tds-salt-s.g-z-wifi-ph-w3988/> (дата звернення: 22.03.2024).
4. Wi-Fi модуль DevKit V1 з ESP-32. URL: <https://arduino.ua/prod3990-wi-fi-modul-devkit-v1-s-esp-32> (дата звернення: 23.03.2024).
5. Датчик рівня TDS у системах водопостачання і водоочищення, акваріумах і басейнах. URL: <https://store.smart-maic.com/ua/p964326257-datchik-urovnya-tds.html> (дата звернення: 24.03.2024).
6. Аналоговий датчик/вимірювач рН V2 от DFRobot. URL: <https://arduino.ua/prod3490-gravity-analogovii-datchikizmeritel-ph-v2-ot-dfrobot> (дата звернення: 25.03.2024).
7. Осухівська Г. М., Тиш Є. В., Луцик Н. С., Паламар А. М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.
8. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
9. Yatsyshyn V., Pastukh O., Palamar A., Zharovsky R. Technology of relational database management systems performance evaluation during computer systems design. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2023. Vol. 109, No 1. P. 54–65.
10. Palamar A., Karpinsky M. Control of an Uninterruptible Power Supply in a DC Microgrid System. 10th International Symposium Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 10-15, 2011), Pärnu, Estonia, 2011. P. 80-84.

					КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.

12. Palamar A. Control system simulation by modular uninterruptible power supply unit with adaptive regulation function. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 98, No 2. P. 129–136.

13. Lupenko S., Orobchuk O., Stadnik N., Zozulya A. Modeling and signals processing using cyclic random functions. In Proceedings of the 13th IEEE International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). Lviv, Ukraine, 11–14 September, 2018. P. 360–366.

14. Palamar M., Pasternak Y., Palamar A., Poikhalo A. Precision tracking of the trajectory LEO satellite by antenna with induction motors in the control system. Proceedings of the 2017 IEEE 9th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS 2017), Bucharest, Romania, September 21–23, 2017. Vol. 2. P. 1051–1055.

15. Shabliy N., Lupenko S., Lutsyk N., Yasniy O., Malyshevska O. Keystroke dynamics analysis using machine learning methods. Applied Computer Science. 2021. Vol. 17, No. 4. P. 75-83.

16. Паламар М., Пастернак Ю., Паламар А. Дослідження динамічних похибок системи прецизійного керування антеною з асинхронним електроприводом. Вісник ТНТУ, Тернопіль: ТНТУ, 2014. Вип. 76, № 4. С. 164–173.

17. Palamar A., Karpinski M., Palamar M., Osukhivska H., Mytnyk M. Remote Air Pollution Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, Ternopil, Ukraine, November 22–24, 2022. Vol. 3309. P. 194-204.

18. Palamar A. Methods and means of increasing the reliability of computerized modular uninterruptible power supply system. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2020. Vol. 99, No 3. P. 133–141.

19. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 11-16, 2010), Pärnu, Estonia, 2010. P. 54-61.

20. Погребенник В.Д., Клим Г.І., Бордун І.М., Пташник В.В., Паламар А.М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 2. Елементи комп'ютерних систем оперативного контролю: колективна монографія. Житомир: Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 180 с.

21. Palamar A., Palamar M. Fire Safety Monitoring System Based on Internet of Things. CEUR Workshop Proceedings, 2023. 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023), Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. 3468. P. 164-172.

22. Stadnyk M., Palamar A. Project management features in the cybersecurity area. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 106, No 2. P. 54–62.

23. Palamar A., Stadnyk M., Palamar M. Adaptive PID regulation method of uninterruptible power supply battery charge current based on artificial neural network. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 107, No 3. P. 5–13.

24. Palamar M., Yavorska M., Palamar A., Strembitskyi M. Modeling and Research of Satellite Antenna Adjustment Process for Earth Remote Sensing. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Kharkiv, Ukraine, November 14-18, 2022. P. 317-320.

25. Palamar M., Horyn T., Palamar A., Batuk V. Method of calibration MEMS accelerometer and magnetometer for increasing the accuracy determination angular orientation of satellite antenna reflector. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2022. Vol. 108, No 4. P. 79–88.

26. Palamar A., Palamar M., Osukhivska H. Real-time Health Monitoring Computer System Based on Internet of Medical Things. CEUR Workshop Proceedings, 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAР 2023), November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.

27. Бедрій І.Я., Нечай В.Я. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Львів: Манголія 2006, 2007. 499 с.

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

28. Желібо Є. П. Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Каравела, 2004. 328 с.

29. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Основа. 2011. 526 с.

30. Толок А.О. Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник. 2011. 215 с.

31. Яремко З. М. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. Львів. 2005. 301 с.

					<i>КС КРБ 123.316.00.00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

Додаток А
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедрою КС

_____ Осухівська Г.М.

“ ____ ” _____ 2024 р.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ
ЯКОСТІ ВОДИ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 9 листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ д.т.н. Приймак М.В.

“ ____ ” _____ 2024 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІс-41

_____ Купрієнко В.В.

“ ____ ” _____ 2024 р.

Тернопіль 2024

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система віддаленого моніторингу якості води».

Умовне позначення дипломного проекту: КС КРБ 123.316.00.00.

1.2 Виконавець

Студент групи СІс-41, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерних систем та мереж, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Купрієнко Вадим Валерійович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-468 від «26» квітня 2024 року.

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 01.03.2024 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 24.06.2024 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Оформлення технічної документації до кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється згідно діючих вимог вітчизняних та міжнародних стандартів. Технічна документація до кваліфікаційної роботи бакалавра включає в себе текст пояснювальної записки та креслення, які максимально інформативно та стисло відображають основні результати розробки комп'ютеризованої системи віддаленого моніторингу якості води. Основними регламентними документами при оформленні та пред'явленні результатів проектування є групи діючих стандартів ДСТУ, ГОСТ, ISO та ЄСКД, ЕСПД. Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи бакалавра відбувається шляхом захисту роботи на відповідному засіданні ДЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Система призначена для аналізу якості питної води, шляхом забезпечення постійного контролю за рівнем розчинених речовин, рН та іншими параметрами води, які відповідають нормам і стандартам і визначають її придатність для споживання. Шляхом збору даних за допомогою спеціалізованих давачів, передачі цих даних на веб-сервер та подальшого аналізу, система повинна вчасно виявляти будь-які зміни в якості води.

2.2 Мета створення системи

Мета створення системи полягає у розробці та впровадженні ефективного і надійного інструменту для віддаленого моніторингу якості води та аналізу її придатності для споживання. Шляхом збору, аналізу та відображення даних про

рівень розчинених речовин, рН та інші параметри, ця система дозволяє оперативно виявляти будь-які зміни в якості води та вчасно реагувати на них, щоб забезпечити задоволення потреб споживачів у чистій воді.

2.3 Характеристика об'єкту

Система проєктується для віддаленого моніторингу якості води, що включає в себе:

- формулювання вимог до системи, включаючи параметри води, які потрібно моніторити, технічні характеристики датчиків та вимоги до методу віддаленого збору та аналізу даних;

- проєктування апаратної складової, яка включає в себе розробку структурної схеми, вибір апаратних компонентів та їх інтеграція, розробка електричної схеми підключення датчиків, мікроконтролера та інших необхідних елементів;

- написання програмного коду для зчитування даних від датчиків, їх передачі на веб-сервер, відображення за допомогою веб-інтерфейсу для віддаленого моніторингу та аналізу.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система віддаленого моніторингу якості води повинна забезпечити:

1. Здатність здійснювати точні вимірювання параметрів води;
2. Можливість відображення результатів вимірювань параметрів води на OLED дисплеї для зручного моніторингу без необхідності використання комп'ютера або мобільного пристрою;

3. Можливість моніторингу параметрів води віддалено через веб-інтерфейс або мобільний додаток;

4. Здатність системи адаптуватися до змінних умов довкілля та водних параметрів для забезпечення стабільної роботи.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Структура системи віддаленого моніторингу якості води включає в себе:

- давачі для вимірювання параметрів води, таких як рН, TDS тощо;
- мікроконтролер для обробки даних з давачів та керування системою;
- модуль для передачі даних до веб-сервера чи мобільного додатку для віддаленого моніторингу;
- веб-сервер або хмарна платформа для зберігання та відображення даних про якість води.

В загальному випадку, структура системи повинна реалізовувати функції віддаленого моніторингу якості води. Основні функціональні вимоги характеризуються наступними критеріями:

- точність вимірювань;
- віддалений доступ;
- зручність використання;
- надійність;
- стабільність.

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

Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи передбачають бездротове з'єднання з використанням протоколу Wi-Fi для забезпечення швидкого та надійного зв'язку, з особливою увагою до низького споживання енергії для ефективного використання батарей, достатньої пропускну здатності для передачі даних у реальному часі, захисту від перешкод та підтримки дальніх відстаней, щоб забезпечити стабільний та надійний зв'язок у різних умовах експлуатації системи моніторингу якості води.

3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Вимоги до режимів функціонування системи передбачають можливість роботи у режимі реального часу для неперервного моніторингу параметрів води. Також важливою є можливість програмування режимів функціонування з урахуванням конкретних потреб користувача та оптимізація енергоспоживання для максимальної ефективності системи.

3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Перспективи розвитку та модернізації системи полягають у вдосконаленні алгоритмів аналізу даних для ще точнішого виявлення відхилень у якості води та швидшого реагування на них, а також в удосконаленні системи зв'язку для підвищення надійності та швидкості передачі даних. Крім того, можливість інтеграції системи з різними додатковими пристроями та сенсорами для розширення функціональності, наприклад, додавання модулів для вимірювання інших параметрів води або ввімкнення системи очищення води у випадку виявлення серйозних проблем. Також перспективною є можливість впровадження штучного інтелекту та аналітичних інструментів для автоматизації процесу аналізу даних та забезпечення більш точного прогнозування змін у якості води.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Система повинна бути захищена від фізичних чи механічних пошкоджень на рівні апаратного та програмного забезпечення. Надійність системи повинна забезпечувати відновлюваність функціонування у випадку збою апаратного чи програмного забезпечення. Надійність також передбачає забезпечення стійкості системи до впливу зовнішніх факторів, таких як зміни умов довкілля, електромагнітні перешкоди та можливі атаки на систему з боку злоумисників,

а також забезпечення зручності та простоти в управлінні та обслуговуванні для користувачів.

Показники надійності системи віддаленого моніторингу якості води повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,5 %.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- неперервний моніторинг параметрів якості води, таких як рівень рН, загальна кількість розчинених твердих речовин (TDS) та солей;
- відображення найважливіших параметрів води, таких як рН, TDS на OLED-дисплеї для миттєвого контролю та візуалізації даних;
- збір даних в реальному часі і передача їх на центральний сервер для подальшого аналізу та обробки;
- можливість запису та архівування історичних даних для подальшого аналізу та вивчення трендів у зміні якості води.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

Вимоги до елементної бази розробки:

- потужний та енергоефективний мікроконтролер, який забезпечить достатній рівень обчислювальних можливостей для збору, обробки та передачі даних про якість води;
- давачі для вимірювання рівня рН, загальної кількості розчинених твердих речовин (TDS) та солей з високою точністю і надійністю;
- OLED-дисплей з високим роздільним рівнем та зручним інтерфейсом для відображення даних про параметри води та статус системи;
- модуль Wi-Fi для забезпечення можливості встановлення зв'язку з веб-сервером для віддаленого моніторингу через бездротову мережу;

- елементна база по можливості має бути широкоживаною, доступною і дешевою;
- необхідно також враховувати можливість заміни вибраних елементів на аналогічні (вітчизняні чи імпортного виробництва).

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

Комплект конструкторської документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 1. архітектура системи;
 2. структурна схема пристрою;
 3. схема електрична принципова;
 4. блок схема алгоритму роботи програми;
 5. результати роботи системи

*Примітка: В комплект конструкторської документації можуть вноситися зміни та доповнення в процесі розробки.

5 Техніко-економічні показники

Собівартість розробки системи повинна становити не більше 8000 грн.

Термін експлуатації системи повинен бути не менший 10 років.

*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання КРБ

№ етапу	Назва етапу виконання КРБ	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	26.04.2024 – 28.04.2024
2	Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень	29.04.2024 – 01.05.2024
3	Розробка структурної та функціональної схеми	02.05.2024 – 06.05.2024
4	Розробка схеми електричної принципової, вибір елементної бази	07.05.2024 – 17.05.2024
5	Розробка програмного забезпечення для проєктованої системи	18.05.2024 – 01.06.2024
6	Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»	02.06.2024 – 04.06.2024
7	Оформлення пояснювальної записки дипломного проєкту	05.06.2024 – 10.06.2024
8	Оформлення графічної частини	11.06.2024 – 13.06.2024
9	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.2024
10	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	24.06.2024

7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

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

Додаток Б
Перелік елементів

Додаток В

Лістинг програми

Лістинг В.1 – Код програми мікроконтролера для реалізації системи віддаленого моніторингу якості води.

```
#include <WiFi.h>
#include <ThingSpeak.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>

const char* ssid = "SSID";
const char* password = "PASSWORD";
unsigned long myChannelNumber = CHANNEL_NUMBER;
const char* myWriteAPIKey = "WRITE_API_KEY";

// Параметри OLED дисплея
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);

// Підключення до WiFi
WiFiClient client;

// Піни для датчиків
const int TDS_PIN = 36;
const int PH_PIN = 39;

// Змінні для зберігання значень датчиків
float tdsValue = 0;
float phValue = 0;

// Функція для зчитування TDS
float readTDS() {
    int sensorValue = analogRead(TDS_PIN);
    float voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0);
    float tdsValue = (133.42 * voltage * voltage * voltage - 255.86 *
voltage * voltage + 857.39 * voltage) * 0.5;
```

```

    return tdsValue;
}

// Функція для зчитування pH
float readPH() {
    int sensorValue = analogRead(PH_PIN);
    float voltage = sensorValue * (3.3 / 4095.0);
    float pHValue = 3.5 * voltage + 0.1; // Це приблизне значення, яке
    може бути скориговане
    return pHValue;
}

void setup() {
    // Налаштування серійного зв'язку для відлагодження
    Serial.begin(115200);

    // Налаштування OLED дисплея
    if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
        Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
        for(;;);
    }
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.print("Initializing...");
    display.display();

    // Підключення до WiFi
    WiFi.begin(ssid, password);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(1000);
        Serial.println("Connecting to WiFi...");
    }
    Serial.println("Connected to WiFi");

    // Ініціалізація ThingSpeak
    ThingSpeak.begin(client);
}

void loop() {
    // Зчитування значень з датчиків
    tdsValue = readTDS();
    pHValue = readPH();
}

```

```
// Виведення значень на OLED дисплей
display.clearDisplay();
display.setCursor(0, 0);
display.print("TDS: ");
display.print(tdsValue);
display.println(" ppm");
display.print("pH: ");
display.print(phValue);
display.display();

// Надсилання даних на ThingSpeak
ThingSpeak.setField(1, tdsValue);
ThingSpeak.setField(2, phValue);
int x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey);
if (x == 200) {
    Serial.println("Channel update successful.");
} else {
    Serial.println("Problem updating channel. HTTP error code " +
String(x));
}

// Затримка перед наступним циклом
delay(20000); // 20 секунд
}
```