

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози
виникнення повені на основі IoT технологій

Виконав: студент 4 курсу, групи СІс-41
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Бурмас С.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Паламар А.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Гащин Н.Б.

(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)

«27» січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Бурмасу Сергію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози виникнення поєнєні на основі IoT технологій

Керівник роботи Паламар Андрій Михайлович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «27» січня 2025 року № 4/7-53

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2025 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. Схема електрична структурна

2. Схема електрична принципова

3. Блок-схема алгоритму роботи

4. Результати моделювання

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 27.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Розробка технічного завдання</i>	<i>27.01 – 02.02</i>	<i>Викон.</i>
2.	<i>Аналіз технічного завдання, вимог до комп'ютерної системи, та можливих рішень поставленого завдання</i>	<i>03.02 – 10.02</i>	<i>Викон.</i>
3.	<i>Розроблення структури, вибір апаратного забезпечення, проектування комп'ютеризованої системи</i>	<i>11.02 – 28.02</i>	<i>Викон.</i>
4.	<i>Реалізація алгоритму, написання програмного забезпечення, моделювання комп'ютеризованої системи</i>	<i>01.03 – 01.05</i>	<i>Викон.</i>
5.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>02.05 – 11.05</i>	<i>Викон.</i>
6.	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу</i>	<i>12.05 – 08.06</i>	<i>Викон.</i>
7.	<i>Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами</i>	<i>09.06 – 15.06</i>	<i>Викон.</i>
8.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>16.06 – 22.06</i>	<i>Викон.</i>
9.	<i>Захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>27.06.2025</i>	

Студент

(підпис)

Бурмас С.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паламар А.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бурмас С.А. Комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози виникнення повені на основі IoT технологій: робота на здобуття освітнього рівня бакалавра: спец. 123 — комп'ютерна інженерія. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2025.

Ключові слова: Інтернет речей, комп'ютеризована система, загроза повені, моніторинг, давач, хмарний сервер.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені з використанням технологій Інтернету речей. Запропонована система призначена для моніторингу рівня води та атмосферних опадів із подальшим передаванням зібраних даних на хмарну платформу.

У ході дослідження проведено аналіз технічного завдання, сформульовано вимоги до системи та виконано огляд існуючих аналогів. Обґрунтовано вибір елементної бази для реалізації пристрою, зокрема сенсорів для вимірювання рівня води та опадів. Розроблено апаратну частину системи, що забезпечує зчитування, обробку та передавання даних.

Створено алгоритм функціонування системи та реалізовано програмне забезпечення, яке дозволяє не лише зберігати та візуалізувати отримані дані, а й сповіщати користувачів про критичний рівень води. Проведено тестування роботи системи в умовах, наближених до реальних, та оцінено її ефективність.

Результати роботи можуть бути використані для подальшого розвитку систем раннього попередження про природні катастрофи.

ANNOTATION

Burmas S.A. Computerized data collection system for detecting flood risks based on IoT technologies. Bachelor's Graduation Thesis: speciality 123 — Computer engineering. Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2025.

Keywords: Internet of Things, computerized system, flood threat, monitoring, sensor, cloud server.

The qualification work is devoted to the development of a computerized data collection system for detecting the threat of flooding using IoT technologies. The proposed system is designed to monitor water levels and precipitation with the subsequent transfer of collected data to a cloud platform.

The study analyzes the terms of reference, formulates the requirements for the system, and reviews existing analogs. The choice of the element base for the device implementation, in particular, sensors for measuring water level and precipitation, is substantiated. The hardware of the system, which provides data reading, processing, and transmission, is developed.

An algorithm for the system was created and software was implemented that allows not only storing and visualizing the data but also notifying users of critical water levels. The system was tested in conditions close to real life and its effectiveness was evaluated.

The results of the work can be used for further development of early warning systems for natural disasters.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	10
1.1 Огляд та аналіз сфер застосування системи виявлення загрози виникнення поведі.....	10
1.2 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи виявлення поведі.....	11
1.3 Огляд існуючих засобів для виявлення загрози виникнення поведі.....	13
1.3.1 Безконтактний сенсор для вимірювання рівня води OTT RLS.....	14
1.3.2 Автоматизована система AIBC-«Тиса».....	16
1.4 Аналіз можливих рішень поставленого завдання.....	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА.....	20
2.1 Розробка структури системи для виявлення загрози виникнення поведі.....	20
2.2 Розробка апаратного забезпечення комп'ютеризованої системи.....	22
2.2.1 Модуль NodeMCU.....	22
2.2.2 Ультразвуковий давач відстані HC-SR04.....	24
2.2.3 Дач дощу YL-83.....	26
2.2.4 Вимірювач кількості опадів.....	29
2.2.5 OLED-дисплей.....	31
2.3 Розробка електричної схеми пристрою.....	33
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	35
3.1 Розробка алгоритму роботи системи збору даних для виявлення загрози виникнення поведі на основі IoT технологій.....	35
3.2 Розробка програмного забезпечення.....	38
3.2.1 Підключення бібліотек.....	38
3.2.2 Ініціалізація основних апаратних компонентів.....	39
3.2.3 Функція setup.....	41

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		Бурмас С.А.			Комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози виникнення поведі на основі IoT технологій			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевірів		Паламар А.М.								5	76
Рецензент		Гащин Н.Б.						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41			
Н. Контр.		Луцук Н.С.									
Зав. каф.		Осуківська Г.М.									

3.2.4 Функція loop.....	43
3.3 Реалізація передачі даних на хмарний сервер.....	45
3.3.1 Хмарна IoT-платформа Arduino Cloud.....	45
3.3.2 Налаштування Arduino Cloud.....	46
3.4 Результати моделювання системи.....	48
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	50
4.1 Долікарська допомога при задусі, утопленні	50
4.2 Організація служби охорони праці на підприємстві	53
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
Додаток А Технічне завдання	
Додаток Б Перелік елементів	
Додаток В Лістинг програми	

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

IoT – Internet of Things

I2C – Inter-Integrated Circuit

JSON – JavaScript Object Notation

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport

OLED – Organic Light Emitting Diode

RLS – Radar Level Sensor

SPI – Serial Peripheral Interface

UART – Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

AIBC – автоматизована інформаційно-вимірювальна система

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проблема своєчасного виявлення загрози виникнення повені є актуальною для багатьох регіонів світу, особливо в умовах зміни клімату та зростаючої інтенсивності опадів. Раптові підйоми рівня води в річках, озерах та інших водоймах можуть призводити до значних матеріальних збитків, руйнування інфраструктури та загрози для життя людей. Для мінімізації таких ризиків необхідні сучасні автоматизовані системи моніторингу, які дозволяють оперативно отримувати інформацію про рівень води та погодні умови, аналізувати ці дані та своєчасно сповіщати відповідні служби або громадян про можливу небезпеку.

Традиційні методи спостереження, що базуються на ручному вимірюванні або періодичному зборі інформації, мають значні обмеження, оскільки не забезпечують безперервного моніторингу та швидкого реагування. Тому використання IoT технологій у поєднанні з дистанційними сенсорами та хмарними платформами є перспективним напрямком для автоматизації процесу збору та аналізу даних про рівень води.

Мета роботи – розробка комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені на основі технологій Інтернету речей, яка забезпечуватиме безперервний моніторинг рівня води та атмосферних опадів, передачу даних на хмарну платформу, сповіщення користувачів та візуалізацію отриманої інформації.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати технічне завдання та сформулювати вимоги до проєктованої системи;
- виконати огляд існуючих аналогів та визначити їх переваги й недоліки;
- обґрунтувати вибір елементної бази для реалізації системи;
- розробити апаратне забезпечення, включаючи сенсори та комунікаційні модулі;

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- створити алгоритмічну модель роботи системи та реалізувати програмне забезпечення;
- виконати тестування системи та оцінити її ефективність у різних умовах.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Огляд та аналіз сфер застосування системи виявлення загрози виникнення повені

Комп'ютеризовані системи моніторингу природних явищ відіграють важливу роль у підвищенні безпеки населення та зменшенні негативних наслідків стихійних лих. Одним із найнебезпечніших природних явищ є повені, які можуть призвести до значних руйнувань інфраструктури, втрат людських життів та економічних збитків. З цієї причини системи раннього виявлення загрози виникнення повені є критично важливими для регіонів, що схильні до затоплень.

Комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози виникнення повені, заснована на IoT технологіях, має широкий спектр можливих сфер застосування. Найважливішими з них є екологічний моніторинг, захист критичної інфраструктури, сільське господарство та служби реагування на надзвичайні ситуації.

Однією з головних сфер використання є екологічний моніторинг, що передбачає контроль рівня води в водосховищах, озерах, річках та інших об'єктах. Встановлення давачів рівня води та опадів дозволяє в реальному часі відстежувати динаміку змін та прогнозувати можливість виникнення повені. Такі системи можуть інтегруватися з метеорологічними службами, що підвищує точність прогнозування.

Не менш важливою сферою є захист критичної інфраструктури, зокрема мостів, дамб, гідроелектростанцій та транспортних шляхів. Зміни рівня води можуть створювати небезпеку для стабільності конструкцій, що вимагає постійного моніторингу. Система може передавати дані до диспетчерських центрів, що дозволяє швидко реагувати на зміни та запобігати аваріям.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Бурмас С.А.			Аналіз технічного завдання		
Перевірив		Паламар А.М.					
Рецензент		Гашин Н.Б.					
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Зав. каф.		Осуківська Г.М.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						10	10
					ТНТУ, каф. КС, гр. Іс-41		

У сільському господарстві запропонована система може бути використана для контролю рівня води в іригаційних системах, водоймах та водних каналах. Надмірне підвищення рівня води може спричинити затоплення посівів, тоді як дефіцит води може вплинути на врожайність. Автоматизований моніторинг дозволяє своєчасно регулювати подачу води та мінімізувати ризики.

Органи місцевого самоврядування та комунальні служби також можуть ефективно застосовувати подібні системи для моніторингу рівня дощових вод у каналізаційних системах та стічних водах. Переповнення міських дренажних систем під час сильних опадів може призвести до підтоплень вулиць та будівель, що вимагає оперативного реагування з боку комунальних служб.

Останньою, але не менш важливою сферою є служби реагування на надзвичайні ситуації, які можуть використовувати систему для оперативного реагування на загрозу повеней. Автоматичне оповіщення місцевого населення, органів влади та рятувальників про небезпечне підвищення рівня води дозволяє своєчасно вжити заходів щодо евакуації та мінімізації наслідків стихійного лиха.

Отже, комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози повені має широкий спектр застосувань, що охоплює як державні, так і приватні сектори. Її впровадження сприятиме підвищенню рівня безпеки, запобіганню економічним збиткам та зменшенню екологічних наслідків повеней.

1.2 Аналіз вимог до комп'ютеризованої системи виявлення повеней

Розробка комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені потребує визначення основних вимог до її функціонування, програмного та апаратного забезпечення. Вимоги до системи визначаються з урахуванням специфіки моніторингу рівня води, необхідності оперативного реагування на загрозу та інтеграції з хмарними платформами для збереження й аналізу даних.

Функціональні вимоги передбачають здатність системи здійснювати безперервний моніторинг рівня води у водоймі дистанційно, а також враховувати

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

метеорологічні умови, зокрема опади, для підвищення точності оцінки загрози повені. Система має передавати отримані дані на хмарну платформу, де вони будуть зберігатися, аналізуватися та відображатися у вигляді графіків або інших засобів візуалізації. Важливою функцією є реалізація механізму сповіщення користувачів про небезпеку, яке може здійснюватися через мобільні додатки, SMS або інші канали зв'язку. Крім того, у разі перевищення критичних значень рівня води система повинна активувати локальні засоби оповіщення, такі як звуковий сигнал та світловий індикатор.

Нефункціональні вимоги охоплюють такі аспекти, як енергоефективність, надійність, стійкість до змін навколишнього середовища та простота обслуговування. Система повинна працювати в автономному режимі протягом тривалого часу, що потребує використання енергоефективних компонентів або можливості живлення від альтернативних джерел, наприклад, сонячних панелей. Надійність системи забезпечується використанням захищеного корпусу для сенсорів, здатного витримувати вплив вологи, температурних коливань та інших несприятливих умов. Окрім того, важливо забезпечити стабільний канал передачі даних, наприклад, через Wi-Fi, мобільний зв'язок або LPWAN-технології, залежно від місця встановлення пристрою.

Вимоги до апаратного забезпечення включають використання мікроконтролера, здатного опрацьовувати дані з сенсорів і здійснювати їх передачу. Основні компоненти – давач рівня води, давач дощу, модуль бездротового зв'язку, світлодіодний індикатор і звуковий сигналізатор. Вибір компонентів має ґрунтуватися на критеріях точності вимірювань, низького енергоспоживання та сумісності з іншими елементами системи.

Програмне забезпечення повинно реалізовувати процес збирання, обробки, передачі та візуалізації даних у реальному часі. Важливим є наявність алгоритмів аналізу для визначення рівня загрози повені.

Отже, сформульовані вимоги забезпечують ефективність і надійність роботи системи, що є важливим для вчасного виявлення повені та запобігання її наслідкам.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Огляд існуючих засобів для виявлення загрози виникнення повені

На ринку представлено різні засоби моніторингу рівня води та виявлення загрози повені, які використовуються як державними установами, так і приватними компаніями. Сучасні системи моніторингу можуть бути розділені на стаціонарні гідрологічні пости, автоматизовані давачі рівня води, метеорологічні станції та IoT-рішення, які забезпечують комплексний підхід до аналізу загрози повені.

Стаціонарні гідрологічні пости є традиційним методом спостереження за рівнем води. Вони складаються з лінійок-рейок для ручного вимірювання або поплавкових давачів, що реєструють рівень води та передають дані в центри обробки. Основним недоліком цих систем є залежність від людського фактору та низька оперативність, оскільки вимірювання часто здійснюється вручну або з періодичною передачею даних через канали зв'язку.

Автоматизовані давачі рівня води, такі як ультразвукові, лазерні або радарні сенсори, забезпечують точніші та безперервне спостереження за рівнем води. Наприклад, комерційні рішення на основі ультразвукових сенсорів, такі як OTT RLS або Radar Level Sensor, широко використовуються у водному господарстві. Проте їх недоліками є висока вартість, складність інтеграції з іншими системами та необхідність додаткового енергозабезпечення, що ускладнює їх використання у віддалених регіонах.

Метеорологічні станції, такі як Davis Vantage або Campbell Scientific, забезпечують аналіз опадів, температури, атмосферного тиску та інших метеорологічних параметрів. Вони можуть прогнозувати підвищений ризик повеней, однак самостійно не вимірюють рівень води у водоймах, що є їхнім головним обмеженням. Крім того, такі системи орієнтовані переважно на загальний аналіз погодних умов, а не на моніторинг конкретної водойми.

IoT-рішення для моніторингу рівня води стають все більш популярними завдяки можливості бездротового зв'язку, інтеграції з хмарними платформами та доступності через мобільні додатки. Наприклад, платформи LoRaWAN Water

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Level Monitoring або IoT Flood Monitoring System використовують датчі, що надсилають дані, дозволяючи швидко реагувати на зміни рівня води. Недоліками таких систем є обмежений радіус дії бездротових технологій у деяких випадках, залежність від стабільного інтернет-з'єднання та витрати на обслуговування мережі пристроїв.

1.3.1 Безконтактний сенсор для вимірювання рівня води OTT RLS

Одним із найбільш відомих прикладів промислових рішень для моніторингу рівня води є OTT Radar Level Sensor (RLS), який позиціонується як надійний безконтактний сенсор для високоточного вимірювання рівня води у річках, озерах, водосховищах та інших відкритих водоймах [1]. Цей пристрій є сучасним представником лінійки екологічних моніторингових рішень від німецької компанії OTT Hydromet та може слугувати ефективним аналогом для подальшого проєктування комп'ютеризованої IoT-системи збору екологічних даних, зокрема для виявлення загроз виникнення повені (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Безконтактний сенсор для вимірювання рівня води OTT RLS

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

OTT RLS використовує радарну технологію для безконтактного вимірювання рівня води, що дозволяє отримувати точні результати навіть у складних погодних умовах, включно з дощем, снігом або туманом. Його основна перевага полягає у високій точності (± 2 мм), стабільності показників та можливості безперервної роботи протягом тривалого часу без потреби в обслуговуванні. Діапазон вимірювання при цьому може сягати до 35 метрів, що є надзвичайно корисним для застосування на великих річках чи дамбах.

Іншою перевагою є те, що сенсор підтримує цифрові інтерфейси зв'язку, зокрема SDI-12 та MODBUS, що дозволяє інтегрувати його в комплексні системи моніторингу водних ресурсів. Пристрій також має захист корпусу класу IP68, що забезпечує стійкість до впливу води, пилу та перепадів температур.

Разом із цим, OTT RLS має і певні недоліки, які варто враховувати при проектуванні нової IoT-системи. Перш за все, це висока вартість пристрою, яка обмежує його застосування в умовах обмеженого бюджету, наприклад, у навчальних чи громадських проєктах. Крім того, для встановлення такого сенсора можуть бути потрібні спеціальні монтажні конструкції, а також кваліфікований персонал для налаштування й калібрування, що може ускладнювати його використання в польових умовах або у віддалених населених пунктах. Варто також зазначити, що цей сенсор спеціалізується лише на визначенні рівня води і не забезпечує збір супутніх параметрів, таких як кількість опадів, температура або факт випадіння дощу.

У контексті формування вимог до проєктованої комп'ютеризованої IoT-системи, OTT RLS демонструє доцільність використання безконтактного принципу вимірювання рівня води, який забезпечує надійність і довговічність. Водночас, з огляду на обмеження щодо вартості, потребу у багатофункціональності та доступності компонентів, доцільним є створення багатосенсорної системи, яка окрім контролю рівня води реалізуватиме вимірювання температури, фіксацію кількості опадів та виявлення поточного дощу з використанням більш доступних компонентів. Така система має бути сумісною з хмарною IoT-платформою для дистанційного моніторингу, підтримувати

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

періодичне оновлення даних та локальне відображення інформації через дисплей, що й ляже в основу технічного завдання майбутньої розробки.

1.3.2 Автоматизована система АІВС-«Тиса»

Одним із масштабних вітчизняних прикладів реалізації системи моніторингу водних ресурсів є система АІВС-«Тиса», що функціонує в басейні річки Тиси та використовується для оперативного прогнозу паводків, управління водними ресурсами та попередження надзвичайних ситуацій [2].

Система розроблена та впроваджена управлінням водних ресурсів річки Тиси у співпраці з міжнародними партнерами, зокрема в межах транскордонних проєктів між Україною та Угорщиною. Вона може розглядатися як вагомий аналог проєктованої комп'ютеризованої IoT-системи, що дозволяє виокремити ключові вимоги до майбутньої розробки (рис. 1.2).

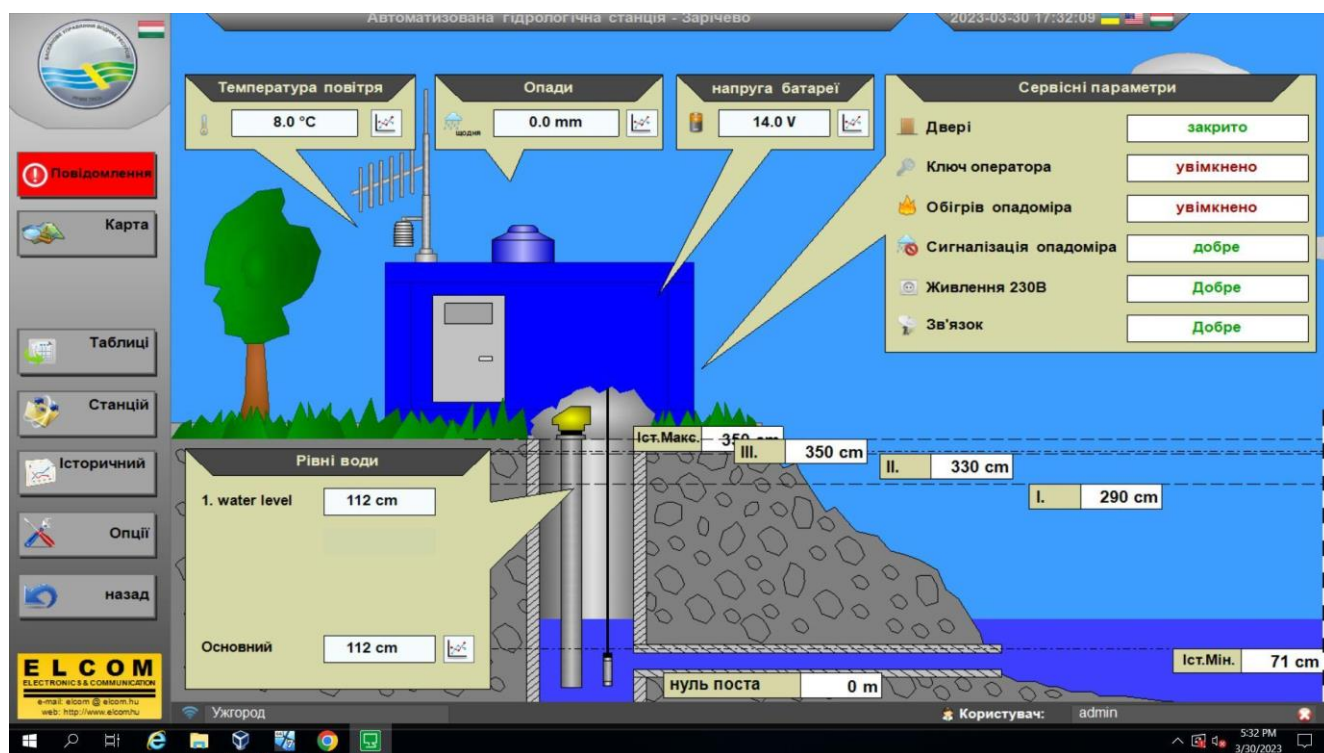


Рисунок 1.2 – Автоматизована система АІВС-«Тиса»

АІВС-«Тиса» представляє собою мережу гідрологічних постів, обладнаних автоматичними давачами рівня води, опадів, температури повітря, вологості,

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

швидкості вітру та інших метеорологічних параметрів. Дані з постів передаються в реальному часі до централізованої бази через GSM або супутниковий зв'язок, після чого обробляються та візуалізуються в спеціалізованому програмному забезпеченні для аналізу та прийняття рішень. Система охоплює понад 20 автоматизованих пунктів спостереження, які інтегруються у загальну гідрологічну модель басейну.

Серед головних переваг АІВС-«Тиса» варто відзначити її високу масштабованість, інтегрованість у міжнародні гідрометеорологічні системи та високу точність збору даних завдяки використанню сертифікованих промислових сенсорів. Завдяки централізованій структурі та погодженим методикам обробки інформації, система забезпечує надійний механізм прогнозування паводків з можливістю оперативного реагування відповідальних служб.

Однак, попри зазначені переваги, система має і низку обмежень, які слід враховувати при проєктуванні нової, менш масштабної, але доступної комп'ютеризованої IoT-системи. По-перше, фінансова складність створення та обслуговування таких систем є значною, адже йдеться про десятки тисяч євро на кожен пункт моніторингу, що включає високоточні давачі, стійке живлення, системи резервування тощо. По-друге, обслуговування та підтримка АІВС-«Тиса» потребує висококваліфікованого персоналу, постійного технічного нагляду та оновлення програмних рішень. Крім того, така система більше орієнтована на інституційний рівень управління, а не на локальне громадське чи навчальне застосування.

У контексті формування вимог до проєктованої IoT-системи на основі аналізу АІВС-«Тиса» варто відзначити потребу у забезпеченні автономності, модульності та економічної доцільності майбутнього пристрою. Очевидною є доцільність інтеграції декількох сенсорів для комплексного збору даних (температура, кількість опадів, рівень води), організації передачі даних через бездротові мережі, а також візуалізації даних як локально (через дисплей), так і через хмарні платформи. Проєктована система має стати спрощеним, але ефективним рішенням, придатним для впровадження у громадах, закладах освіти,

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чи для локального моніторингу в межах населених пунктів, водозабірних станцій або сільськогосподарських об'єктів.

Аналіз існуючих рішень показує, що більшість систем або мають обмежену функціональність (наприклад, вимірюють лише рівень води або погодні умови), або є дорогими та складними у впровадженні. Тому актуальною є розробка доступної, автономної та інтегрованої системи, яка поєднує в собі контроль рівня води, метеорологічні показники, миттєве сповіщення користувачів та використання IoT-технологій для передачі даних у хмару.

1.4 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

Розробка комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені на основі IoT-технологій потребує вибору оптимального технічного рішення. Основними критеріями вибору є точність вимірювання рівня води та метеорологічних показників, енергоефективність, доступність компонентів, можливість передачі даних у реальному часі та швидкість реагування на критичні події.

Основною метою є вибір оптимальних апаратних та програмних засобів, які забезпечать автономну, надійну та доступну реалізацію системи, орієнтованої на локальне застосування в умовах обмежених ресурсів.

Перш за все, розглянуто можливість застосування мікроконтролерів різних типів. До уваги бралися такі популярні платформи, як Arduino Uno, Raspberry Pi та ESP8266/ESP32. З огляду на вимоги до бездротової передачі даних, енергоспоживання, компактності та вартості, найбільш доцільним є застосування плати NodeMCU. Вона має вбудований Wi-Fi-модуль, достатній об'єм оперативної пам'яті для роботи з кількома сенсорами одночасно, а також сумісна з середовищем Arduino Cloud, що значно спрощує розробку хмарних застосунків.

Визначення рівня води реалізується за допомогою ультразвукового сенсора HC-SR04 або аналогічного, що дозволяє безконтактно вимірювати відстань до поверхні води. Такий підхід має перевагу в зменшенні зносу елементів, що

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контактують з рідиною, та дозволяє встановити сенсор над водою, що спрощує монтаж. Для визначення наявності опадів і вимірювання кількості дощу розглянуто два компоненти: дощовий сенсор типу YL-83 для фіксації наявності дощу та механічний tipping bucket сенсор, що дозволяє здійснювати кількісний облік опадів за допомогою переривань.

Одним із завдань системи є виведення інформації на дисплей для локального перегляду, що особливо актуально у разі відсутності мережевого з'єднання. Для цього обрано OLED-дисплей SSD1306 з інтерфейсом I²C, який дозволяє відображати текстову інформацію на невеликому екрані з мінімальним енергоспоживанням.

З метою хмарного моніторингу та керування пристроєм обрано Arduino Cloud, яка забезпечує інтуїтивний інтерфейс для збирання, збереження та візуалізації даних з пристрою в режимі реального часу. Серед альтернатив розглядалися Blynk, Thinger.io, Firebase та інші, однак Arduino Cloud має тісну інтеграцію з платформами на базі ESP, автоматичне генерування коду, а також підтримку мобільного застосунку, що дозволяє пришвидшити розробку прототипу.

При розгляді програмної частини важливо забезпечити циклічне збирання даних з датчиків, обробку результатів, вивід на дисплей та передавання в хмару з використанням оптимізованого циклу. Передбачено також затримку між циклами вимірювання, що знижує навантаження на мережу та оптимізує енергоспоживання.

Отже, на основі аналізу апаратних і програмних рішень обґрунтовано вибір мікроконтролера ESP8266, відповідних сенсорів для збору гідрометеорологічних даних, OLED-дисплея для локального моніторингу та Arduino Cloud як хмарної платформи. Обрана конфігурація дозволить реалізувати систему, що буде простою у розгортанні, економічно доцільною та придатною для застосування у практичних завданнях моніторингу природного середовища.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структури системи для виявлення загрози виникнення повені

На рисунку 2.1 представлена структурна схема системи, яка відображає взаємозв'язок між компонентами.

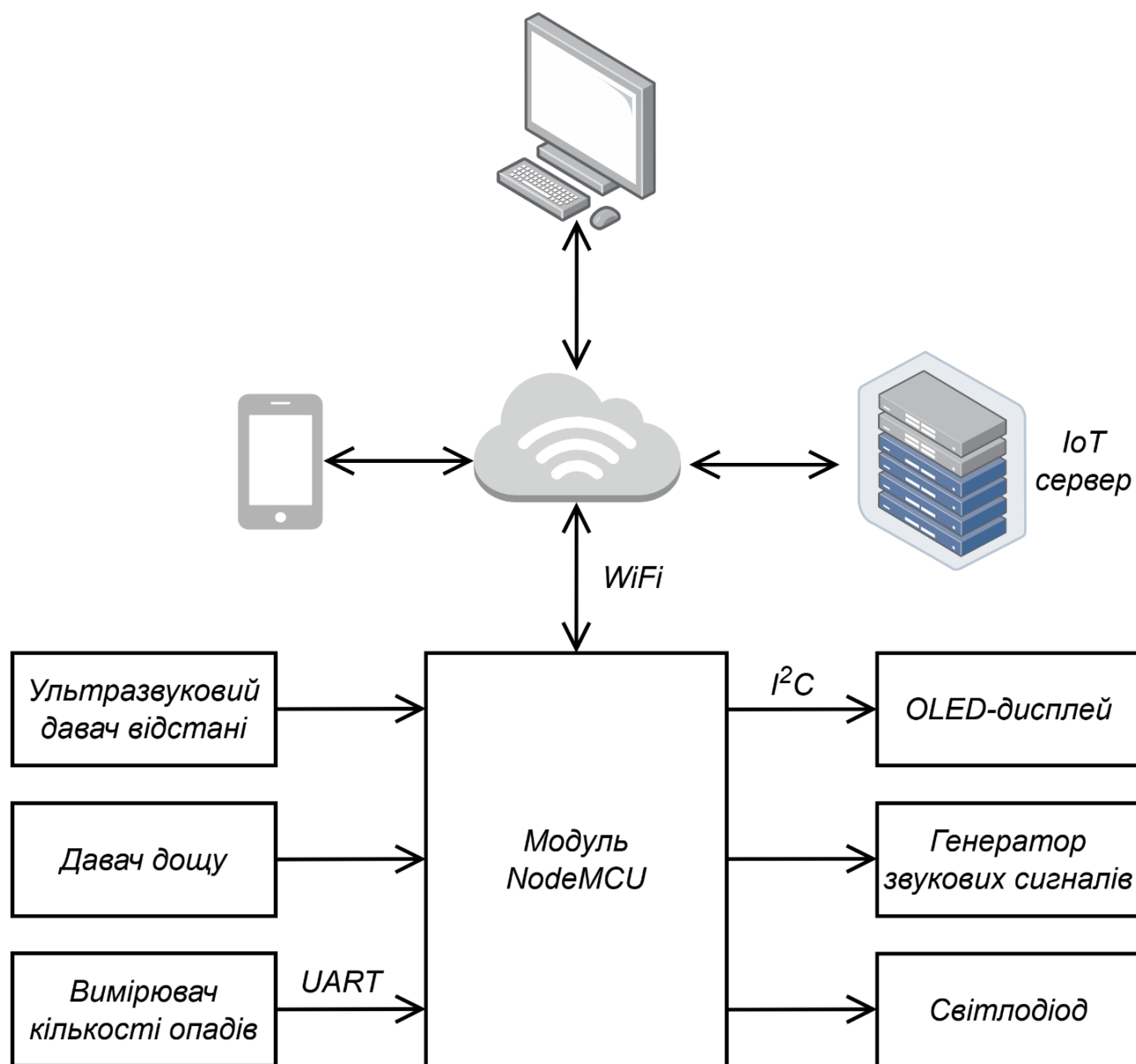


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи виявлення загрози виникнення повені

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Бурмас С.А.			Проектна частина	Літ.	Арк.
Перевірів		Паламар А.М.					20
Рецензент		Гашин Н.Б.				Акрушів	
Н. Контр.		Луцик Н.С.				15	
Зав. каф.		Осуківська Г.М.				ТНТУ, каф. КС, гр. ІІІ-41	

Проектована комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози виникнення повені базується на IoT-технологіях та складається з кількох основних компонентів: сенсорних модулів, мікроконтролера з модулем зв'язку, дисплея, системи збереження та обробки даних, а також засобів оповіщення. Основу системи становить мікроконтролер, який отримує дані від давачів, обробляє їх та передає на сервер або хмарну платформу.

До мікроконтролера підключені наступні сенсорні модулі:

- ультразвуковий давач рівня води – вимірює відстань до поверхні води та визначає її рівень у контрольованій зоні;
- давач дощу – реєструє наявність опадів, що є додатковим фактором ризику виникнення повені;
- вимірювач кількості опадів.

Для передачі даних у віддалену систему обробки використовується модуль бездротового зв'язку (Wi-Fi), який надсилає інформацію на хмарний сервер. Використання хмарної платформи дозволяє зберігати дані, аналізувати їх у режимі реального часу та надавати доступ до них через веб-інтерфейс або мобільний додаток.

Система також містить засоби оповіщення для користувача:

- світлодіодний індикатор, який сигналізує про критичний рівень води;
- звуковий сигнал, що активується у разі перевищення допустимого рівня води;
- мобільні сповіщення, що надсилаються через push-нотифікації на смартфон користувача при загрозі підтоплення.

Живлення системи може здійснюватися від мережевого адаптера або автономного акумулятора, що дозволяє працювати в умовах відсутності електроживлення.

Отже, розроблена система є автономною, доступною для моніторингу в реальному часі та здатною оперативно сповіщати користувачів про загрозу повені, що підвищує її ефективність у порівнянні з традиційними методами.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розробка апаратного забезпечення системи

2.2.1 Модуль NodeMCU

Wi-Fi модуль NodeMCU на базі мікроконтролера ESP8266 є одним із найпопулярніших рішень для побудови систем Інтернету речей завдяки своїй доступності, гнучкості, підтримці бездротового зв'язку та простоті програмування [3]. У контексті розробки системи виявлення загрози виникнення повені, цей модуль виступає як головний вузол збору, обробки та передавання даних від сенсорів до хмарного сервера або локального сховища (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Модуль NodeMCU

NodeMCU має компактну друковану плату, на якій інтегровано мікроконтролер ESP8266, USB-UART перетворювач CH340G, стабілізатор напруги та розведені контакти GPIO, які забезпечують легке підключення датчиків та виконавчих пристроїв. Програмується модуль за допомогою середовища Arduino IDE або іншого сумісного ПЗ, що значно спрощує роботу для розробників. Основні характеристики модуля NodeMCU зведені в таблиці 2.1.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Характеристики модуля NodeMCU

Характеристика	Значення
Мікроконтролер	ESP8266 (ESP-12E)
Тактова частота	80 або 160 МГц
Об'єм флеш-пам'яті	4 МБ
GPIO-піни	11 (з підтримкою PWM, I2C, SPI, ADC)
Напруга живлення	3.3 В (вхід 5 В через USB)
Інтерфейс програмування	Micro-USB
Wi-Fi	802.11 b/g/n, STA/AP/STA+AP
Струм споживання	до 170 мА під час передачі
Розміри	58 мм × 31 мм

Розміщення виводів модуля NodeMCU зображене на рисунку 2.3.

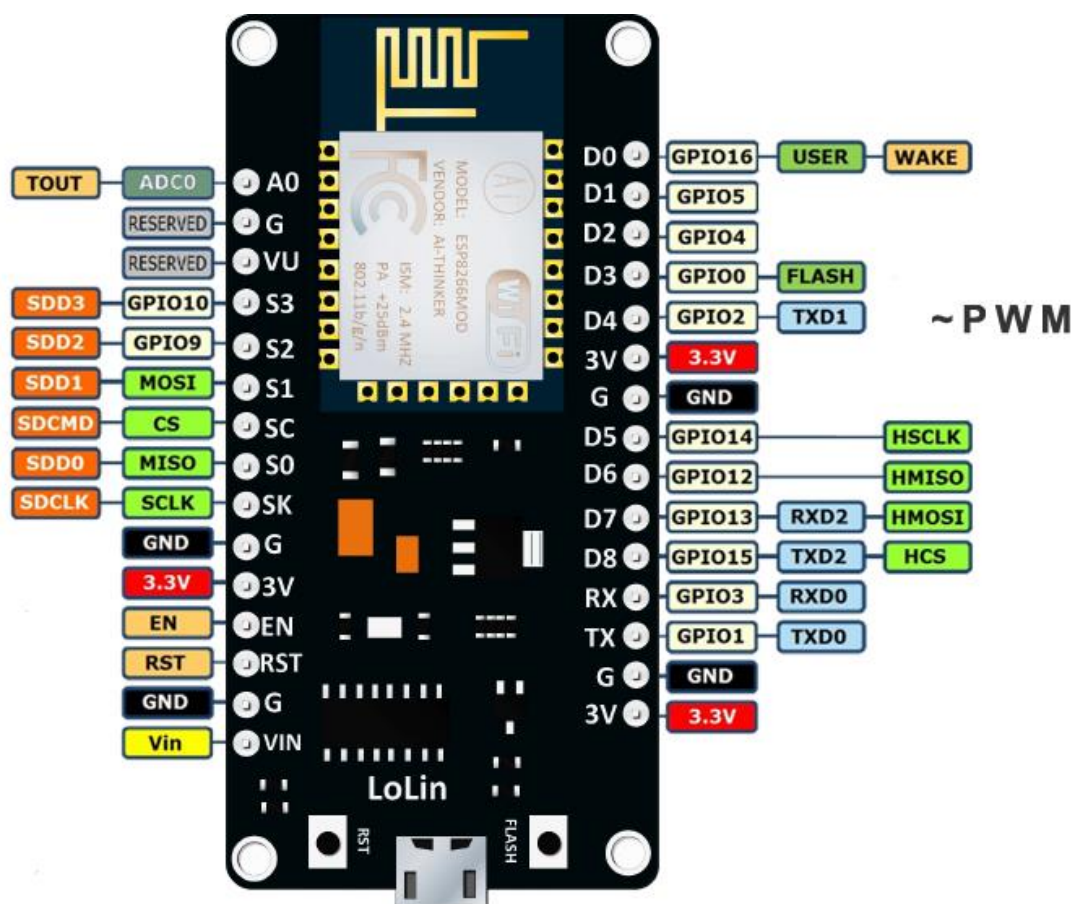


Рисунок 2.3 – Розміщення виводів модуля NodeMCU

Принцип роботи модуля полягає в обробці даних, отриманих з підключених давачів (наприклад, рівня води, дощу), а також у передаванні їх через Wi-Fi-з'єднання на веб-сервер, MQTT-брокер або до хмарної платформи, де відбувається подальший аналіз чи візуалізація. ESP8266 підтримує як клієнтський, так і точковий режим (Access Point), що дозволяє йому працювати в різних мережевих конфігураціях.

Вибір NodeMCU для реалізації системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені зумовлений кількома ключовими факторами. По-перше, вбудований Wi-Fi дає змогу передавати дані у хмарну платформу без необхідності додаткових модулів, що зменшує складність та вартість системи. По-друге, низьке енергоспоживання дозволяє використовувати цей модуль у віддалених місцях із живленням від акумуляторів.

По-третє, велика кількість GPIO-пінів дає змогу підключити давачі рівня води, дощу, а також сигнальні пристрої (світлодіоди, зумери). NodeMCU підтримує роботу з протоколами I²C, SPI, UART, що робить його сумісним із широким спектром компонентів.

Також важливим фактором є простота програмування та активна підтримка спільноти. Використання NodeMCU значно полегшує інтеграцію з хмарними сервісами та мобільними застосунками.

Отже, NodeMCU є оптимальним вибором для побудови бездротової IoT-системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені, оскільки він поєднує потужність, енергоефективність та зручність застосування.

2.2.2 Ультразвуковий давач відстані HC-SR04

Ультразвуковий давач HC-SR04 [4] є одним із найбільш поширених засобів для вимірювання відстані в системах автоматизації та IoT-рішеннях (рис. 2.4). Його популярність зумовлена високою точністю вимірювання, простотою інтеграції з мікроконтролерами та невисокою вартістю. У контексті розробки комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені HC-SR04 використовується для визначення рівня води в контрольованій зоні.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 – Ультразвуковий давач відстані HC-SR04

HC-SR04 складається з двох основних елементів: ультразвукового передавача та приймача, які розташовані поруч на одній платі. Передавач випромінює короткий ультразвуковий імпульс на частоті 40 кГц, який поширюється в повітрі. Якщо цей імпульс зустрічає перешкоду (наприклад, поверхню води), він відбивається та повертається до приймача. Мікроконтролер, підключений до давача, вимірює час проходження сигналу від передавача до перешкоди та назад, після чого розраховує відстань за формулою:

$$D = \frac{T \times V}{2},$$

де D – відстань до об'єкта, T – час між випромінюванням і прийомом сигналу, V – швидкість звуку у повітрі (приблизно 343 м/с при температурі 20 °C).

HC-SR04 має чотири контакти: VCC (живлення), GND (заземлення), Trigger (сигнал запуску вимірювання) та Echo (сигнал із результатом вимірювання).

Вибір давача HC-SR04 ґрунтується на кількох ключових факторах. По-перше, він забезпечує достатню точність і діапазон вимірювання для моніторингу рівня води у водоймах, річках або дренажних системах. По-друге, його

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання не потребує складних калібрувань або спеціальних умов експлуатації, що робить його зручним для впровадження у проєкт. По-третє, давач сумісний з популярними мікроконтролерами, що дозволяє легко інтегрувати його у IoT-систему. Характеристики давача відстані HC-SR04 наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристики давача відстані HC-SR04

Характеристика	Значення
Діапазон вимірювання	від 2 см до 400 см
Точність вимірювання	± 3 мм
Кут випромінювання	15°
Напруга живлення	5 В
Споживаний струм	до 15 мА
Частота роботи	40 кГц
Інтерфейс підключення	цифрові сигнали (Trigger та Echo)

Крім того, HC-SR04 є енергоефективним, що є важливим для роботи системи у віддалених місцях із живленням від акумуляторних батарей. Завдяки цифровому інтерфейсу підключення, він забезпечує стабільну та швидку передачу даних без необхідності використання додаткових аналогових перетворювачів.

Отже, ультразвуковий давач HC-SR04 є оптимальним вибором для реалізації системи збору даних про рівень води, оскільки він поєднує точність, надійність, простоту інтеграції та доступність.

2.2.3 Давач дощу YL-83

Давач дощу YL-83 є простим, недорогим та ефективним засобом для виявлення вологи на поверхні [5], що робить його зручним для використання у системах моніторингу погодних умов, зокрема в комп'ютеризованих системах виявлення загрози виникнення повені (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Давач дощу YL-83

Конструкція давача YL-83 складається з двох основних частин:

- сенсорної панелі;
- електронного модуля.

Сенсорна панель виготовлена з текстоліту з нанесеним сітчастим візерунком із струмопровідних доріжок, які утворюють електричні контакти. Цей елемент вловлює наявність вологи у вигляді дощу, снігу чи конденсату. Електронний модуль містить компаратор LM393, потенціометр для регулювання чутливості, а також індикаторні світлодіоди, що сигналізують про наявність вологи.

Принцип роботи YL-83 ґрунтується на зміні електричного опору між контактами сенсорної панелі. У сухому стані опір великий, що не дозволяє струму протікати між доріжками. При появі крапель води чи снігу, які замикають провідникові доріжки, опір зменшується, що дозволяє фіксувати наявність вологи. Електрична схема модуля давача дощу YL-83 зображена на рисунку 2.6.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

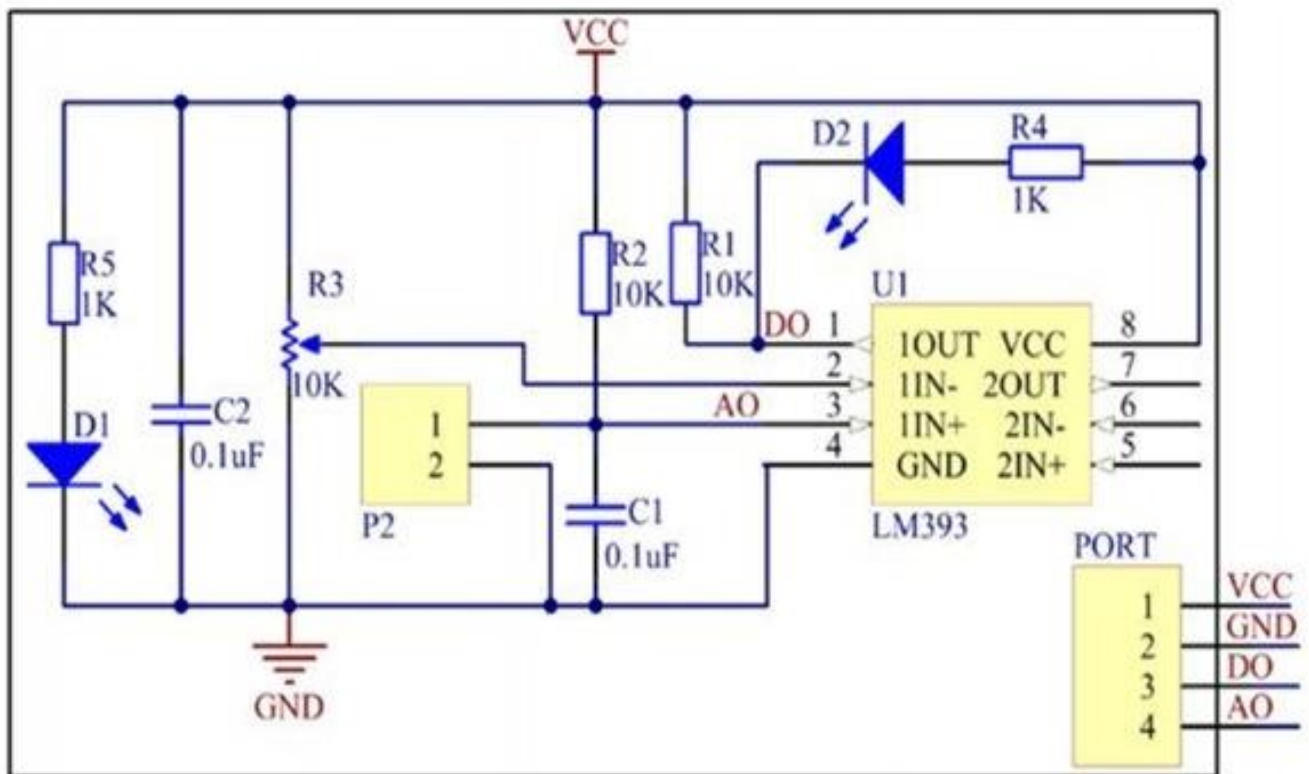


Рисунок 2.6 – Електрична схема модуля давача дощу YL-83

Електронний модуль аналізує зміну напруги та формує відповідні сигнали: аналоговий — для оцінки рівня вологості, та цифровий – для індикації факту наявності вологи. Технічні характеристики давача дощу YL-83 приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики давача дощу YL-83

Характеристика	Значення
Робоча напруга	3.3 – 5 В
Типи вихідних сигналів	Аналоговий (АО) та цифровий (DO)
Компонент компаратора	LM393
Матеріал сенсорної панелі	Двосторонній текстоліт
Регулювання чутливості	Присутнє (через потенціометр)
Індикатор стану	Світлодіод (LED)
Розміри сенсорної панелі	54 × 40 мм

Вибір YL-83 для реалізації системи виявлення загрози виникнення повені обґрунтовується його низькою вартістю, простотою інтеграції з мікроконтролерами типу ESP8266, а також достатньою чутливістю до вологості. Він дозволяє оперативно виявляти початок дощу або тривалу наявність підвищеної вологості, що є важливим сигналом для систем попередження про можливе затоплення, особливо у поєднанні з іншими давачами, наприклад, ультразвуковим вимірювачем рівня води.

Отже, YL-83 є оптимальним вибором для проектованої IoT-системи, забезпечуючи базове, але надійне визначення погодних умов.

2.2.4 Вимірювач кількості опадів

Вимірювач кількості опадів Rainfall Sensor є високоточним сенсором, який використовується для визначення об'єму атмосферних опадів у певному часовому проміжку [6]. Його застосування особливо доцільне у системах моніторингу навколишнього середовища, зокрема при проектуванні систем виявлення загрози повені на основі IoT технологій. Цей сенсор забезпечує точне вимірювання, зручний інтерфейс для інтеграції та надійну роботу в зовнішніх умовах (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Вимірювач кількості опадів

Пристрій складається з воронкоподібного корпусу, всередині якого розміщений ковш, який нахиляється. Під час дощу вода через воронку потрапляє в ковш. Коли в ковші накопичується фіксований об'єм води (зазвичай 0,2 мм опадів), він перекидається під вагою, спорожняється і знову займає початкове положення. Кожне перекидання реєструється магнітним або оптичним давачем всередині пристрою. Таким чином, підраховуючи кількість перекидань ковша, сенсор точно визначає загальний обсяг опадів.

Принцип роботи сенсора базується на механічному способі накопичення й зважування опадів, що надає перевагу в стабільності та низькому енергоспоживанні. На відміну від сенсорів вологості або дощу, цей пристрій дозволяє не тільки зафіксувати факт опадів, але й кількісно оцінити їх інтенсивність, що критично важливо при прогнозуванні ризику повені. Технічні характеристики вимірювача кількості опадів наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристики вимірювача кількості опадів

Характеристика	Значення
Модель	Gravity Tipping Bucket Rainfall Sensor
Метод вимірювання	Перекидання ковша
Об'єм води на одне перекидання	0.2 мм опадів
Інтерфейси	I2C, UART
Живлення	3.3–5.5 В
Споживання струму	< 10 мА
Робоча температура	-40°C ... +80°C
Матеріал корпусу	ABS-пластик, нержавіюча сталь
Захист	Герметичний корпус, стійкий до УФ та вологи

Інтерфейси I²C та UART дозволяють легко інтегрувати сенсор у комп'ютеризовані системи на основі мікроконтролерів, зокрема ESP8266. Крім того, сенсор має вбудовану логіку фільтрації шумів, захист від перенапруги та

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

герметичний корпус, стійкий до корозії, що забезпечує його стабільну роботу в польових умовах.

Завдяки своїм перевагам Rainfall Sensor доцільно обрати для системи виявлення загрози повені. Його кількісна точність дозволяє формувати аналітичні моделі опадів, виявляти тривалі або інтенсивні дощі й приймати рішення в автоматизованому режимі.

Отже, вимірювач кількості опадів є надійним і ефективним компонентом для довготривалого моніторингу опадів, і саме тому він рекомендований для застосування у складі комп'ютеризованої IoT-системи виявлення загроз повені.

2.2.5 OLED-дисплей

OLED-дисплей розміром 0,96 дюйма та інтерфейсом I²C є зручним та енергоефективним засобом для виведення текстової або графічної інформації в мікроконтролерних системах [7]. Цей дисплей широко використовується в проєктах завдяки своїм компактним розмірам, низькому енергоспоживанню та простоті інтеграції. Він складається з активної матриці органічних світлодіодів (OLED), що світяться самостійно без необхідності в підсвітці, завдяки чому забезпечується висока контрастність і чіткість зображення навіть при денному освітленні (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – OLED-дисплей

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будова дисплея включає в себе сам екран, який побудований на основі контролера SSD1306, що підтримує стандартний I²C інтерфейс для комунікації з мікроконтролером. На дисплеї реалізовано два кольори: верхня частина (8 пікселів у висоту) має жовтий колір, тоді як решта (56 пікселів) — синій, що дозволяє логічно розділяти інформацію за типом. Наприклад, у верхній частині може відображатися назва параметра, а в нижній — його значення.

Принцип роботи OLED-дисплея базується на пікселях, які генерують світло при проходженні через них електричного струму. На відміну від РК-дисплеїв, де необхідне підсвічування, OLED забезпечує високий рівень контрасту, особливо в умовах слабкого освітлення. Передача даних між мікроконтролером і дисплеєм здійснюється по шині I²C через два дроти — SDA (дані) та SCL (синхронізація), що дозволяє економити виводи плати керування. Характеристики OLED-дисплея наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Характеристики OLED-дисплея

Характеристика	Значення
Тип екрана	OLED (органічні світлодіоди)
Розмір діагоналі	0.96 дюйма
Роздільна здатність	128 × 64 пікселів
Кольори	Жовто-синій
Контролер	SSD1306
Інтерфейс	I ² C (SCL, SDA)
Напруга живлення	3.3–5 В
Споживаний струм	до 20 мА
Робоча температура	від -20 до +70 °С
Кількість символів	До 21 символів на рядок при стандартному шрифті

Для реалізації комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення поведінки такий дисплей є вдалим вибором завдяки своїм компактним розмірам, чіткому зображенню та підтримці протоколу I²C, що

дозволяє зберегти пінову базу мікроконтролера ESP8266 для інших підключень. Дисплей дозволяє локально відображати ключові параметри — рівень води, кількість опадів, стан з'єднання з мережею, а також попереджувальні повідомлення, що особливо корисно під час технічного обслуговування чи налагодження системи в польових умовах.

Завдяки своїм перевагам, OLED-дисплей на I²C є ідеальним рішенням для компактних пристроїв моніторингу, де потрібне енергоефективне, контрастне та легко читабельне відображення інформації без ускладнення схеми.

2.3 Розробка електричної схеми пристрою

Електрична принципова схема проєктованого пристрою для виявлення загрози виникнення повені (рис. 2.9), розроблена щоб забезпечити стабільну роботу сенсорів, своєчасну передачу даних та оптимальне енергоспоживання в умовах довготривалого автономного функціонування.

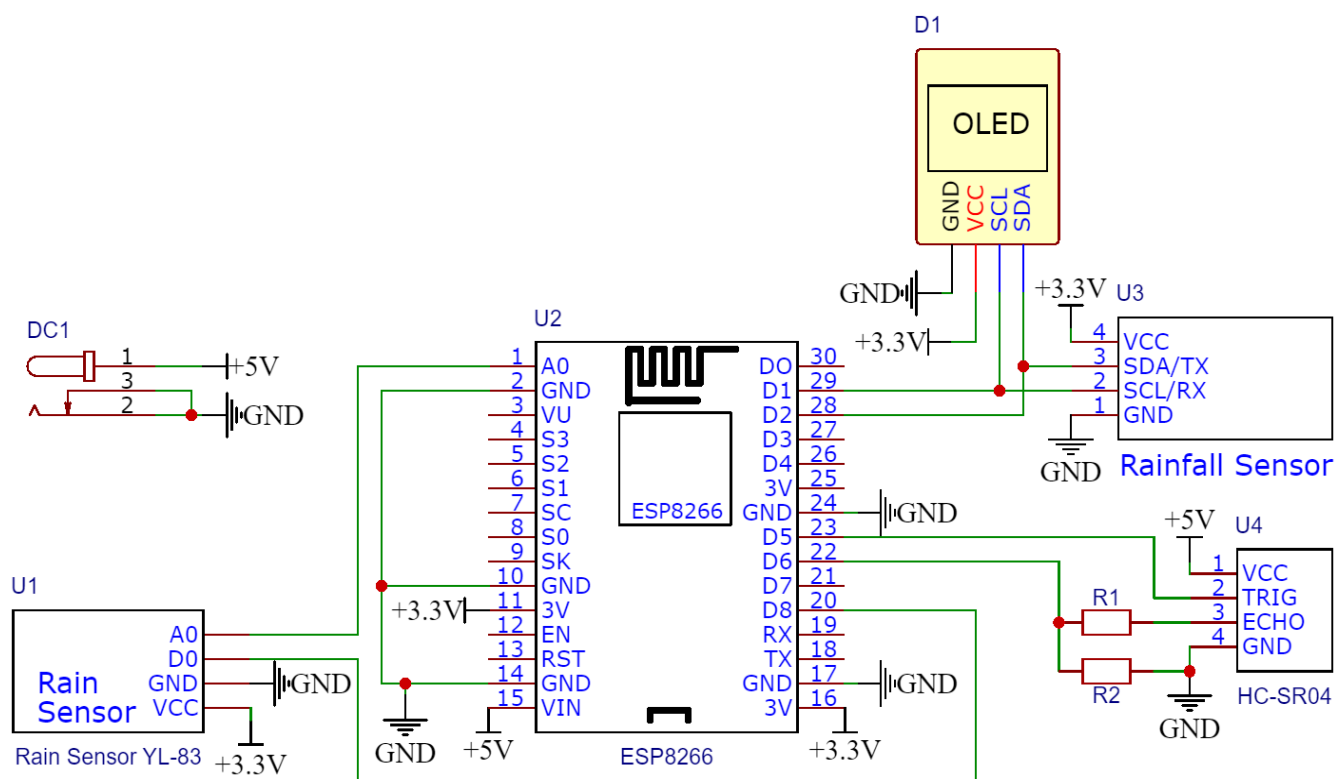


Рисунок 2.9 – Електрична принципова схема пристрою для виявлення загрози виникнення повені

Центральним елементом схеми є мікроконтролерна плата NodeMCU (U2), яка виконує роль головного обчислювального та комунікаційного вузла. Саме до неї під'єднані всі сенсори, а також реалізовано підключення до мережі Wi-Fi для передачі даних на хмарну платформу.

До цифрових входів мікроконтролера D5 і D6 підключено ультразвуковий давач відстані HC-SR04 (U4), який складається з двох основних пінів керування – TRIG (тригер) і ECHO (відлуння). Для зменшення ризику пошкодження мікроконтролера внаслідок надлишкової напруги на виході ECHO, у схемі передбачено резисторний подільник напруги (R1, R2), що знижує рівень сигналу з 5 В до безпечного для ESP8266 рівня 3,3 В.

Давач дощу YL-83 (U1), який складається з сенсорної пластини та модуля порівняння, підключається до аналогового входу A0 та цифрового входу D8 NodeMCU. Його вихідний сигнал дозволяє визначати наявність опадів, що є важливим параметром для оцінки загрозливих метеоумов.

Також до NodeMCU підключено вимірювач кількості опадів Rainfall Sensor через I²C інтерфейс. Це забезпечує точну передачу імпульсів, які відповідають кількості перекидань ковша в сенсорі.

Для виведення поточних значень параметрів на місцевому рівні застосовано OLED-дисплей (D1) з інтерфейсом I²C, який підключено до пінів D1 (SCL) та D2 (SDA) плати NodeMCU. Дисплей використовується для візуального відображення рівня води, кількості опадів та стану зв'язку з сервером.

Живлення всієї системи забезпечується через стабілізоване джерело на 5 В, при цьому через вбудований стабілізатор NodeMCU забезпечується напруга 3,3 В для роботи внутрішніх компонентів.

Електрична принципова схема охоплює взаємозв'язок між усіма функціональними модулями пристрою та забезпечує умови для їхньої узгодженої роботи. Вона є основою подальшої реалізації прототипу комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення потенційної загрози повені, забезпечуючи надійність, розширюваність і ефективне використання ресурсів.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка алгоритму роботи системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені на основі IoT технологій

Процес розробки алгоритму роботи комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені базується на необхідності безперервного моніторингу гідрометеорологічних параметрів, які впливають на формування паводкової ситуації. Алгоритм передбачає інтеграцію кількох сенсорних пристроїв, мікроконтролера з підтримкою Wi-Fi, та хмарної IoT-платформи для обробки, візуалізації та збереження отриманих даних.

Основними вхідними параметрами, які аналізує система, є кількість та інтенсивність опадів, рівень води у резервуарі або руслі водойми, а також інформація про факт наявності опадів. Для цього використовуються відповідно: давач кількості опадів, давач дощу YL-83, ультразвуковий сенсор рівня води. Усі ці сенсори підключаються до мікроконтролера ESP8266, який виконує збір та попередню обробку даних.

На початковому етапі роботи алгоритму здійснюється ініціалізація апаратної частини: мікроконтролер запускає необхідні бібліотеки, встановлює з'єднання з мережею, та виконує перевірку готовності сенсорів до вимірювання. Далі запускається безперервний цикл збору даних із заданим інтервалом (рис. 3.1). У кожному циклі мікроконтролер опитує всі сенсори, обробляє отримані сигнали і перетворює їх у числові значення, зручні для подальшої інтерпретації.

Алгоритм роботи системи передбачає фільтрацію та перевірку достовірності даних. Наприклад, якщо значення з давача опадів перевищує фізично можливу межу, такі дані не враховуються або маркуються як недостовірні. Крім того, реалізовано середнє згладжування значень за певний період для усунення пікових

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Практична частина		
Розробив		Бурмас С.А.					
Перевірив		Паламар А.М.					
Рецензент		Гашин Н.Б.					
Н. Контр.		Луцик Н.С.					
Зав. каф.		Осуківська Г.М.					
					Літ.	Арк.	Акрушив
						35	15
					ТНТУ, каф. КС, гр. ІІс-41		

шумів. Після цього дані готуються для передачі в хмару — створюється JSON-структура, яка містить показники кожного з сенсорів та часову мітку.

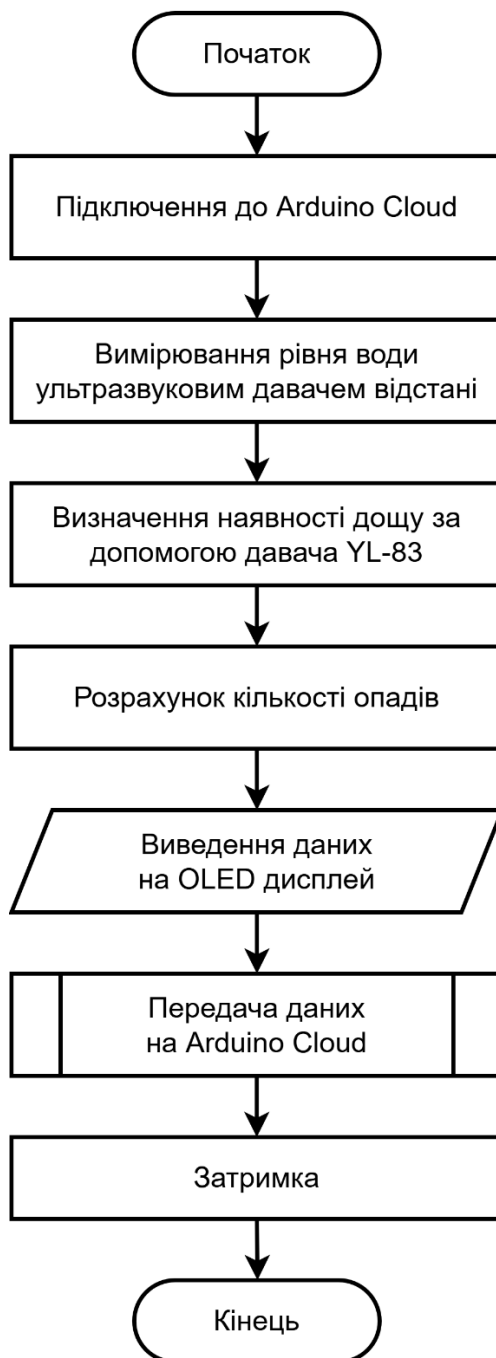


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи головної підпрограми loop системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені

Передача даних до хмарної платформи Arduino Cloud реалізується за допомогою MQTT протоколу. Важливою частиною алгоритму є перевірка

наявності активного інтернет-з'єднання перед кожною передачею. У разі його відсутності дані тимчасово зберігаються у буфері пам'яті пристрою. Після відновлення зв'язку накопичені дані автоматично надсилаються до хмари.

У хмарній частині алгоритму передбачено створення візуального інтерфейсу — для зручного спостереження за показниками. Дані відображаються у вигляді графіків, індикаторів та повідомлень. При досягненні критичних значень (наприклад, високого рівня води або інтенсивного дощу) система генерує сигнал тривоги, який можна відобразити на дашборді, надіслати електронною поштою або через інші API сервіси.

Окремим елементом алгоритму є локальне відображення даних на OLED-дисплеї, що дає змогу оперативно переглянути показники навіть без доступу до інтернету. На дисплей виводиться кількість опадів за годину, рівень води та індикатор активності Wi-Fi-з'єднання. Така локальна індикація особливо важлива при розміщенні системи у віддалених або тимчасово автономних пунктах спостереження.

Після збору й аналізу даних, а також у випадку перевищення критичних значень, система фіксує подію у журналі та формує рекомендації щодо необхідності інформування екстрених служб або місцевих адміністрацій. У майбутньому передбачено інтеграцію з зовнішніми платформами екологічного моніторингу, що дозволить передавати ці дані до єдиної системи цивільного захисту.

Розроблений алгоритм забезпечує надійний, автоматизований, адаптивний та масштабований механізм збору, обробки та передачі гідрометеорологічних даних, необхідних для раннього виявлення загрози виникнення повені. Він враховує потреби як локального моніторингу, так і централізованого збору інформації через хмарну інфраструктуру. Всі компоненти алгоритму взаємодіють між собою як єдина система, забезпечуючи точність, стабільність та своєчасне реагування.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Розробка програмного забезпечення

3.2.1 Підключення бібліотек

У ПЗ розробленої комп'ютеризованої системи моніторингу потенційної загрози виникнення повені з використанням IoT-технологій було використано низку спеціалізованих бібліотек, кожна з яких забезпечує взаємодію з відповідними апаратними компонентами або хмарною платформою. Ці бібліотеки є критично важливими для реалізації функціоналу збору, обробки, відображення та передачі даних у систему Arduino Cloud (рис. 3.2).

```
#include "thingProperties.h"
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
```

Рисунок 3.2 – Лістинг коду з підключенням бібліотек

Підключення бібліотеки thingProperties.h дозволяє інтегрувати програму з хмарною платформою Arduino Cloud. Цей файл автоматично генерується середовищем Arduino Cloud і містить оголошення змінних, які синхронізуються з хмарою, а також функцію initProperties(), яка викликається у функції setup() для ініціалізації взаємодії пристрою з інтернетом. Завдяки цій бібліотеці всі значення, що зчитуються із сенсорів, можуть передаватися у вебінтерфейс хмарної платформи в режимі реального часу.

Бібліотека Wire.h є стандартною для Arduino-проектів і використовується для реалізації протоколу I²C, що дозволяє мікроконтролеру обмінюватися даними з підключеними периферійними пристроями. У даному випадку через шину I²C здійснюється зв'язок із дисплеєм OLED, на який виводяться значення рівня води, кількості опадів та інформація про факт виявлення дощу.

Для роботи з OLED-дисплеєм застосовано дві бібліотеки: Adafruit_GFX.h та Adafruit_SSD1306.h. Перша з них (Adafruit_GFX) є базовою графічною бібліотекою, яка надає функції для виведення тексту, малювання ліній,

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прямокутників та інших графічних об'єктів. Друга (Adafruit_SSD1306) спеціалізується на роботі з контролером дисплея SSD1306 і дозволяє ініціалізувати екран, оновлювати зображення, очищати екран тощо. У поєднанні ці бібліотеки дозволяють створити компактний та інформативний вивід даних безпосередньо на пристрої, що є зручним для локального візуального контролю.

Кожна з використаних бібліотек виконує чітко визначену функцію — від роботи з сенсорами та дисплеєм до обміну даними з хмарною платформою. Їхнє застосування дозволило зменшити обсяг коду, підвищити надійність та масштабованість розробленої системи, а також забезпечити повну інтеграцію апаратного та програмного забезпечення в єдину IoT-архітектуру.

3.2.2 Ініціалізація основних апаратних компонентів

На рисунку 3.3 наведено код оголошення параметрів й змінних, необхідних для ініціалізації основних апаратних компонентів системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені. Зокрема, у коді наведено визначення параметрів дисплея, сенсорів і змінних, які використовуються для обробки отриманих даних.

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

// Піни для ультразвукового сенсора HC-SR04
#define TRIG_PIN D5
#define ECHO_PIN D6

// Датчик дощу YL-83
#define RAIN_SENSOR_ANALOG A0
#define RAIN_SENSOR_DIGITAL D8

// Змінні для сенсора опадів (Tipping Bucket з I2C)
float rainfallAmount = 0; // мм
unsigned long lastRainCheck = 0;
```

Рисунок 3.3 – Лістинг коду з оголошенням параметрів й змінних

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Перш за все, оголошується конфігурація OLED-дисплея, що працює через інтерфейс I²C. Дисплей ініціалізується за допомогою об'єкта `display`, створеного на основі бібліотеки `Adafruit_SSD1306`. Параметри конструктора включають ширину, висоту, посилання на об'єкт `Wire` (I²C-шина) і пін скидання.

Далі в коді задаються піни для підключення ультразвукового давача відстані HC-SR04, який використовується для вимірювання рівня води у водоймі або дренажній системі. Пін `TRIG_PIN` (D5) використовується для запуску ультразвукової хвилі, а `ECHO_PIN` (D6) – для прийому відбитого сигналу. Ці піни призначені як цифрові виводи `NodeMCU`, що забезпечують надійну роботу сенсора.

Для виявлення факту випадіння опадів використовується давач дощу YL-83. Він підключений одночасно до аналогового входу A0 (`RAIN_SENSOR_ANALOG`) для вимірювання рівня вологості поверхні сенсора та до цифрового входу D8 (`RAIN_SENSOR_DIGITAL`) для виявлення факту замикання контактів у разі наявності крапель дощу. Така комбінація дозволяє більш точно визначити не лише наявність опадів, а й оцінити їх інтенсивність, що є важливим при класифікації типу загрози.

Окрім цього, у коді оголошено змінну `rainfallAmount`, яка слугує для збереження обчисленого значення кількості опадів, що вимірюється за допомогою `tipping bucket` сенсора з інтерфейсом I²C. Цей сенсор періодично надсилає сигнали при накопиченні певного об'єму води, що дозволяє точно визначати кількість опадів у міліметрах за визначений проміжок часу. Для контролю інтервалів оновлення вимірювань використовується змінна `lastRainCheck`, яка зберігає час останньої перевірки, дозволяючи організувати періодичне зчитування значень.

Отже, наведений блок коду забезпечує оголошення і базову конфігурацію усіх необхідних апаратних компонентів системи, яка реалізує функції виявлення повеневої загрози шляхом моніторингу рівня води, виявлення дощу та вимірювання кількості опадів.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.3 Функція setup

У функції setup() реалізовано початкову ініціалізацію всіх компонентів комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені. Ця підпрограма виконується один раз під час запуску мікроконтролера ESP8266 або після його перезавантаження, і відповідає за підготовку середовища для подальшої роботи системи (рис. 3.4).

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    delay(1500);  
  
    // OLED дисплей  
    if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {  
        Serial.println(F("OLED дисплей не знайдено!"));  
        while (true);  
    }  
    display.clearDisplay();  
    display.setTextSize(1);  
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);  
  
    // HC-SR04  
    pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);  
    pinMode(ECHO_PIN, INPUT);  
  
    // Датчик дощу  
    pinMode(RAIN_SENSOR_DIGITAL, INPUT);  
  
    // Arduino IoT Cloud  
    initProperties();  
    ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);  
    setDebugMessageLevel(2);  
    ArduinoCloud.printDebugInfo();  
}
```

Рисунок 3.4 – Лістинг коду підпрограми setup()

Насамперед у функції setup() виконується ініціалізація послідовного порту. Це дозволяє відлагоджувати роботу пристрою, надсилаючи текстові повідомлення у монітор порту. Команда delay(1500) вводить затримку у 1,5 секунди для стабілізації живлення та готовності всіх компонентів перед початком їх налаштування.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі відбувається ініціалізація OLED-дисплея. Функція `display.begin()` намагається підключити дисплей за адресою `0x3C`, яка є типовою для більшості I²C OLED-модулів. Якщо дисплей не виявлено, у серійному моніторі виводиться повідомлення "OLED not found!", після чого програма зупиняється в безкінечному циклі `while (true)`. Це дозволяє уникнути подальшого виконання програми в разі відсутності основного засобу відображення інформації.

Після цього виконується налаштування сенсорів. Сенсор дощу YL-83 налаштовується як звичайний цифровий вхід, оскільки він передає логічні рівні, що сигналізують про наявність вологи.

Ультразвуковий сенсор налаштовується таким чином: пін `TRIG_PIN` (ініціація імпульсу) визначається як вихід, а `ECHO_PIN` (прийом відбитого сигналу) – як вхід. Таке розділення дозволяє модулю HC-SR04 правильно генерувати імпульс і вимірювати час відгуку для обчислення відстані до поверхні води.

Наступним етапом є ініціалізація хмарної платформи Arduino Cloud. Спершу викликається функція `initProperties()`, яка завантажує структури властивостей, визначених у файлі `thingProperties.h`. Далі метод `ArduinoCloud.begin()` встановлює з'єднання з хмарною платформою за допомогою попередньо обраного мережевого підключення. Цей крок є критичним для передачі зібраних даних до хмари для віддаленого моніторингу.

На завершення виконується налаштування рівня повідомлень відлагодження через `setDebugMessageLevel(2)` та виведення початкової інформації про з'єднання за допомогою `ArduinoCloud.printDebugInfo()`. Це дає змогу вивчити процес встановлення з'єднання з Arduino Cloud та переконатися, що система правильно запущена і готова до роботи.

Загалом, функція `setup()` забезпечує повну підготовку апаратних та програмних ресурсів системи до основного циклу роботи, де буде здійснюватися зчитування показників, їх візуалізація на дисплеї, обробка сигналів з сенсорів та передача даних до хмари.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.4 Функція loop

У головній функції loop() реалізовано ключову логіку функціонування комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені. Основний цикл виконується безперервно після ініціалізації і забезпечує зчитування показників з давачів, оновлення хмарної IoT-платформи Arduino Cloud, обробку отриманих даних та виведення актуальної інформації на OLED-дисплей. (рис. 3.5).

```
void loop() {  
    ArduinoCloud.update();  
  
    // Вимірювання рівня води  
    waterLevel = readDistance();  
  
    // Зчитування дощу  
    int analogValue = analogRead(RAIN_SENSOR_ANALOG);  
    rainDetected = (digitalRead(RAIN_SENSOR_DIGITAL) == LOW) && (analogValue < 600);  
  
    // Зчитування кількості опадів з tipping bucket (імітація)  
    if (millis() - lastRainCheck > 60000) {  
        rainfall = readRainfallSensor(); // Повертає мм/хв  
        lastRainCheck = millis();  
    }  
  
    // Вивід на OLED  
    showDisplay(waterLevel, rainfall, rainDetected);  
  
    delay(500);  
}
```

Рисунок 3.5 – Лістинг коду підпрограми loop()

На початку функції loop() викликається метод ArduinoCloud.update(), який забезпечує постійний обмін даними з хмарною платформою. Це дозволяє зберігати поточні значення змінних у хмарі для подальшого перегляду, аналізу або формування сповіщень.

Далі відбувається вимірювання рівня води за допомогою ультразвукового давача HC-SR04. Для цього викликається окрема функція readDistance(), у якій реалізовано генерування короткого імпульсу на пін TRIG_PIN, після чого

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірюється тривалість відбитого сигналу з піна ECHO_PIN. Отримана тривалість перетворюється у відстань у сантиметрах за формулою $\text{duration} * 0,034 / 2,0$, яка враховує швидкість звуку та подвійну відстань (рис. 3.6).

```
float readDistance() {
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    long duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
    return duration * 0.034 / 2;
}
```

Рисунок 3.6 – Лістинг коду функції readDistance()

Зчитування даних з сенсора дощу YL-83 відбувається через два канали. Аналоговий канал (RAIN_SENSOR_ANALOG) вимірює рівень вологості на сенсорній поверхні, а цифровий (RAIN_SENSOR_DIGITAL) сигналізує про безпосереднє замикання контактів у разі падіння крапель дощу. Значення змінної rainDetected встановлюється у true, якщо цифровий сигнал LOW (що свідчить про дощ), і водночас аналогове значення менше певного порогу (наприклад, 600). Такий підхід забезпечує гнучке визначення наявності опадів та дозволяє зменшити хибні спрацювання.

Окремим блоком передбачено зчитування кількості опадів із tipping bucket давача, підключеного по I²C. У цьому прикладі використано функцію readRainfallSensor(), яка реалізована відповідно до протоколу конкретного сенсора. Зчитування виконується кожні 60 секунд, що контролюється за допомогою змінної lastRainCheck і функції millis().

Останнім етапом у кожному циклі є виведення актуальних даних на OLED-дисплей. Для цього використовується функція showDisplay(), яка очищує дисплей, задає позицію курсора, а потім по черзі виводить рівень води у сантиметрах (Water), кількість опадів у міліметрах на хвилину (Rainfall) та факт наявності дощу

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(Rain Detected). Після виводу інформації дисплей оновлюється командою `display.display()`.

Завершується цикл короткою затримкою тривалістю 500 мілісекунд, що дозволяє уникнути зайвого перевантаження пристрою та забезпечує стабільність роботи. Така організація коду дозволяє системі ефективно збирати та виводити дані, оперативно виявляти загрозу повені та взаємодіяти з хмарною платформою в реальному часі.

3.3 Реалізація передачі даних на хмарний сервер

3.3.1 Хмарна IoT-платформа Arduino Cloud

Хмарна IoT-платформа Arduino Cloud є сучасним інструментом для збирання, збереження, візуалізації та керування даними з пристроїв Інтернету речей (IoT). Вона створена спеціально для інтеграції з мікроконтролерами на основі Arduino та сумісними з ними платформами, зокрема ESP8266, що робить її ідеальним вибором для реалізації системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені. Arduino Cloud забезпечує зручний вебінтерфейс, гнучку систему налаштування пристроїв, підтримку онлайн-моніторингу, а також віддалене оновлення прошивок і виведення даних у вигляді графіків.

Основною перевагою Arduino Cloud є її інтеграція з Arduino IDE та Arduino IoT Remote — мобільним застосунком, за допомогою якого можна переглядати стан пристрою, отримувати дані з сенсорів, керувати елементами системи та отримувати сповіщення у режимі реального часу. Для системи моніторингу параметрів довкілля це особливо важливо, оскільки дозволяє контролювати зміну рівня води, кількість опадів чи виявлення небезпечних умов без фізичної присутності оператора.

Arduino Cloud використовує структурований підхід до створення "змінних" (variables), які автоматично асоціюються з візуальними віджетами на панелі керування. Це дозволяє швидко створити віртуальну панель для відображення вологості, кількості опадів чи повідомлень про загрозу. Крім того, Arduino Cloud

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підтримує протокол MQTT, що дозволяє забезпечити надійний і захищений обмін повідомленнями між пристроями, що особливо актуально для критичних систем, таких як попередження про паводки.

Ще одним аргументом на користь вибору Arduino Cloud є можливість хмарного збереження даних і побудови історичних графіків. Це дозволяє проаналізувати зміни кліматичних параметрів за тривалий період, що є важливим для прогнозування можливого затоплення або оцінки тенденцій. Інтерфейс платформи інтуїтивно зрозумілий, а документація та підтримка від спільноти Arduino спрощують розробку та усунення несправностей.

Arduino Cloud — це оптимальний вибір для реалізації комп'ютеризованої системи збору даних про навколишнє середовище, оскільки вона поєднує простоту використання, гнучкість налаштування, підтримку ESP8266, можливість віддаленого керування та наочну візуалізацію даних у хмарі. Завдяки цим перевагам вона повністю відповідає технічним та функціональним вимогам проєкту, спрямованого на раннє виявлення загроз повеней на основі IoT технологій.

3.3.2 Налаштування Arduino Cloud

Під час розробки комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені було здійснено налаштування хмарної платформи Arduino Cloud, яка забезпечила зручне збереження, візуалізацію та віддалений моніторинг даних із сенсорів. Процес налаштування платформи було розпочато з додавання нового пристрою до платформи. У вебінтерфейсі було вибрано опцію “Add Device” і ініційовано процедуру підключення стороннього мікроконтролера — ESP8266 NodeMCU, який використовувався у проєкті як головний модуль збору та передачі даних. Після цього було згенеровано унікальні сертифікати безпеки (Device ID, Secret Key, Thing ID), які були збережені на локальному комп'ютері для подальшої інтеграції з прошивкою мікроконтролера.

Потім було створено новий об'єкт “Thing” у вебінтерфейсі Arduino Cloud, який містив набір змінних, що відповідали фізичним параметрам, які вимірює

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

система: рівень води, кількість опадів, факт виявлення дощу тощо (рис. 3.7). Для кожної змінної було вказано тип даних, напрямок передачі (input/output) та прив'язано її до відповідного візуального елемента на дашборді (графік, індикатор, текстове поле).

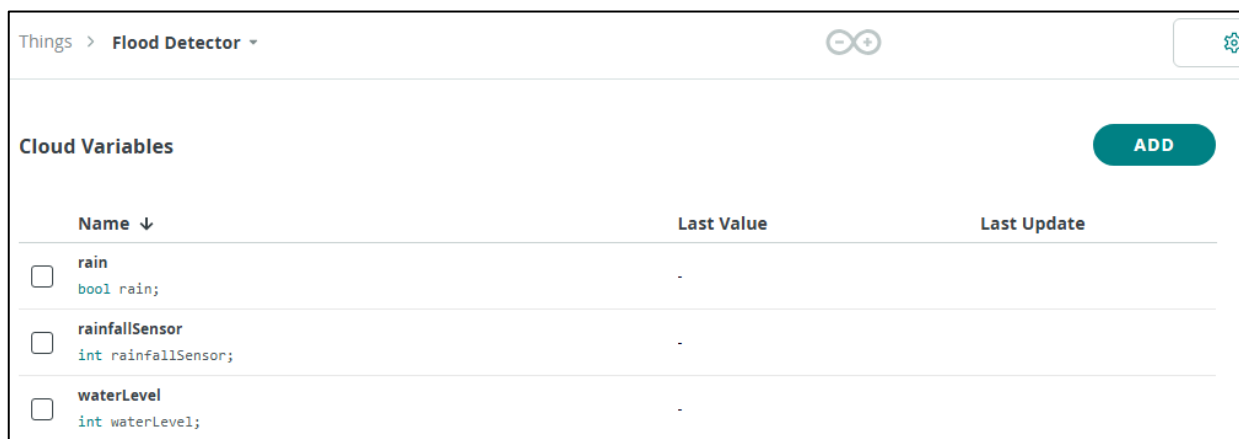


Рисунок 3.7 – Створення змінних в Arduino Cloud

Після цього було згенеровано автоматичний шаблон прошивки, в якому вже було інтегровано з'єднання з платформою, обробку змінних та зчитування даних з давачів. До цього шаблону було додано власну логіку зчитування показів з давача дощу YL-83, ультразвукового сенсора HC-SR04 та вимірювача кількості опадів Rainfall Sensor. Дані передавалися на Arduino Cloud за допомогою вбудованої MQTT-інфраструктури, що забезпечило надійну та безпечну передачу.

Для наочного представлення результатів було створено інтерфейс користувача у вигляді дашборду з графіками та індикаторами. На ньому в реальному часі відображались значення усіх змінних. Крім того, було активовано функцію історії даних (data history), яка дозволила переглядати динаміку зміни параметрів довкілля за останні години чи дні. Це стало особливо корисним для аналізу тенденцій, що вказують на загрозу виникнення повені.

У підсумку, налаштування хмарної платформи Arduino Cloud було повністю реалізовано і інтегровано в проєкт. Система забезпечила стабільну роботу, зручний доступ до даних через браузер або мобільний додаток, а також створила основу для подальшого масштабування або додавання нових функцій у майбутньому.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Результати моделювання системи

Процес створення схематичної моделі комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені здійснювався в інтерактивному програмному середовищі Cirkuit Designer. Це середовище було обране з огляду на його зручність, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та можливість візуального конструювання електронних схем із подальшим аналізом роботи окремих елементів і всієї системи в цілому.

На першому етапі в Cirkuit Designer було створено схему, яка включала основні апаратні компоненти системи: мікроконтролер ESP8266 (NodeMCU), ультразвуковий сенсор HC-SR04, давач дощу YL-83, механічний tipping bucket сенсор для обліку кількості опадів, а також OLED-дисплей SSD1306. Усі компоненти були з'єднані відповідно до логіки схеми, що враховувала типи інтерфейсів та потребу в живленні з урахуванням напруги 3,3 В, що характерна для ESP8266.

На наступному етапі було проведено логічне налагодження з'єднань (рис. 3.8). У середовищі Cirkuit Designer перевірено відповідність підключень пінів ESP8266 до відповідних входів і виходів сенсорів. Окрему увагу приділено правильному підключенню сенсора HC-SR04, де важливо врахувати затримки сигналу між TRIG і ECHO, а також підключенню інтерфейсу I²C, які потребують точного визначення адрес і пінів. Для tipping bucket сенсора моделювалась робота за допомогою генератора імпульсів, що дозволило протестувати реакцію системи на фіксацію обертів ковшика.

Після завершення схематичного проектування здійснено тестування основних логічних процесів. Змодельовано умовну передачу даних на віртуальний дисплей та зміну показників на основі сигналів із давачів. Хоча Cirkuit Designer не підтримує складну симуляцію IoT-з'єднань, була змодельована поведінка системи в частині локального збору, обробки та виводу даних, що дозволило виявити та усунути деякі логічні помилки ще до етапу фізичного збирання прототипу.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Долікарська допомога при задусі, утопленні

Надання долікарської допомоги при задусі та утопленні є критично важливим для збереження життя постраждалого до прибуття медичних служб. Ці ситуації потребують швидкої реакції та знань основних методів реанімації. Ефективність долікарської допомоги визначається швидкістю та правильністю дій, тому важливо розуміти механізми виникнення задушення та утоплення, а також відповідні алгоритми надання першої допомоги.

Задушення, або асфіксія, виникає через обмеження потоку повітря в дихальні шляхи. Це може статися через обструкцію верхніх дихальних шляхів сторонніми предметами, компресію ший, алергічні реакції з набряком горла, або патологічні стани, що призводять до зменшення прохідності дихальних шляхів.

Утоплення, в свою чергу, є процесом утоплення у воді або іншій рідині, що призводить до гіпоксії (недостатнього постачання кисню до тканин). Утоплення може бути результатом випадкового потрапляння води в дихальні шляхи, тривалого перебування під водою або впливу інших факторів, які унеможливають дихання у водному середовищі.

При підозрі удушення важливо швидко оцінити стан постраждалого. Перш за все, необхідно перевірити наявність свідомості та здатність дихати. Якщо постраждалий без свідомості, негайно перевірте прохідність дихальних шляхів. Важливо також визначити, чи є обструкція дихальних шляхів, через наявність сторонніх предметів. Ці кроки дозволяють швидко зорієнтуватися у стані постраждалого та обрати правильний алгоритм дій для надання першої допомоги.

Перед початком надання допомоги при задусі на підприємстві, необхідно переконатися у безпеці оточуючих умов. Важливо забезпечити, щоб місце було безпечним для рятувальника і постраждалого.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив		Бурмас С.А.								
Перевірив		Паламар А.М.							50	6
Консульт.		Пилипець М.І.						ТНТУ, каф. КС, гр. ІІс-41		
Н. Контр.		Луцик Н.С.								
Зав. каф.		Осуківська Г.М.								

Наступним кроком є визначення ступеня обструкції дихальних шляхів. Якщо обструкція часткова, і постраждалий може кашляти, дихати або говорити, заохочуйте його до активного кашлю, оскільки це найефективніший спосіб видалення обструкції. У випадку повної обструкції, коли постраждалий не може говорити, дихати або кашляти, потрібно негайно приступити до активних дій.

Метод Геймліха ефективний для дорослих та дітей старше одного року. Для виконання цього методу станьте позаду постраждалого, обійміть його руками, розташувавши кулаки на животі між пупком і ребровою дугою. Виконуйте різкі поштовхи вгору і всередину, намагаючись виштовхнути обструкцію [29].

У випадку втрати свідомості постраждалого, необхідно обережно покласти його на спину і розпочати серцево-легеневу реанімацію (СЛР). Компресії грудної клітини можуть допомогти видалити обструкцію. Після кожних 30 компресій потрібно обережно відкрити рот постраждалого і перевірити наявність обструкції, повторюючи процедуру до відновлення дихання або прибуття медичних служб.

У випадку утоплення на підприємстві, першочерговим завданням є швидке витягнення постраждалого з води, дотримуючись правил безпеки, щоб уникнути ризику для рятувальника. Після витягнення необхідно оцінити стан постраждалого, перевіривши наявність свідомості, дихання та циркуляції крові.

Залежно від того, наповнились легені потерпілого водою чи ні, розрізняють два види утоплення — мокре і сухе. При справжньому (мокрому) утопленні рідина обов'язково потрапляє в легені (75-95 % усіх утоплень). При рефлекторному звуженні голосової щілини вода не потрапляє в легені і людина гине від механічної асфіксії (5-25 % усіх утоплень). Трапляються утоплення від первинної зупинки серця і дихання внаслідок травми, температурного шоку. Утоплення може настати також при тривалому пірнанні, коли кількість кисню в організмі зменшується до рівня, що не відповідає потребам мозку [29].

У випадку мокрого утоплення, коли потерпілого рятують одразу після занурення під воду, у початковий період після його підняття на поверхню спостерігається загальмований або збуджений стан, шкірні покриви і губи бліді, дихання супроводжується кашлем, пульс прискорений, морозить. Верхній відділ

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

живота здутий, нерідко буває блювання. Вказані ознаки можуть швидко зникнути, але інколи слабкість, запаморочення, біль у грудях та кашель зберігаються протягом кількох днів.

Якщо тривалість остаточного занурення потерпілого під воду становила не більше кількох хвилин, після витягнення з води людина непритомна, шкірні покриви синюваті, з рота і з носа витікає пінна рідина рожевого забарвлення, зіниці слабо реагують на світло, щелепи міцно стиснуті, дихання уривчасте або відсутнє, пульс слабкий, неритмічний, стан організму характеризується як атональний.

У тих випадках, коли після остаточного занурення потерпілого під воду минуло 2-3 хвилини, самостійне дихання і серцева діяльність відсутні, зіниці розширені і не реагують на світло, шкірні покриви синюшні. Ці ознаки свідчать про настання клінічної смерті.

При сухому утопленні посиніння шкіри виражене менше, ніж при мокрому, в атональному періоді відсутнє витікання пінистої рідини з рота. Клінічна смерть триває 4-6 хвилин.

Утоплення, що розвинулось внаслідок первинної зупинки серця і серцевої діяльності, характеризується різкою блідістю шкіри, відсутністю рідини в порожнині рота і носа, зупинкою дихання і серця, розширенням зіниць. У таких утоплеників клінічна смерть може тривати 10-12 хвилин.

Якнайшвидше очистити порожнину рота і глотку утопленого від слизу, мулу та піску. Якщо в дихальних шляхах потерпілого є вода, її необхідно швидко видалити, для чого потерпілого перевертають на живіт, перегинають через коліно, щоб голова звисала вниз, і кілька разів натискають на спину. Після цього потерпілого перевертають обличчям догори і починають робити оживлення [29].

Коли постраждалий врятований у початковому періоді утоплення, треба насамперед вжити заходів до усунення емоційного стресу: зняти мокрий одяг, досуха обтерти тіло, заспокоїти. Якщо потерпілий непритомний при досить спонтанному диханні, його кладуть горизонтально, піднімають на 40-50° ноги, дають подихати нашатирним спиртом. Одночасно зігрівають потерпілого, проводять масаж грудної клітини, розтирають руки і ноги.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [30]:

- 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 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 [30].

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

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [31]:

- 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 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 [31]:

- 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;

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– 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.

Під час розробки системи збору даних для виявлення загрози виникнення поведі було враховано особливості організації служби охорони праці на підприємстві.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було виконано наступне:

1) Проведено огляд аналогів, зокрема промислових сенсорів рівня води та автоматизованих гідрологічних систем, з аналізом їх переваг і недоліків. Це дозволило обґрунтувати доцільність створення доступної та автономної IoT-системи з мінімальними витратами.

2) Проаналізовано технічне завдання на розробку комп'ютеризованої системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені. Визначено функціональні, структурні, інформаційні та технічні вимоги до системи, а також перспективи її розвитку та можливості модернізації.

3) Розроблено загальну структуру проєктованої комп'ютеризованої системи, до складу якої входять ультразвуковий сенсор рівня води, сенсори дощу та опадів, Wi-Fi контролер NodeMCU, OLED дисплей і хмарна платформа для збереження та візуалізації даних.

4) Обґрунтовано вибір апаратної елементної бази. Для вимірювання рівня води обрано давач HC-SR04, для виявлення факту дощу — YL-83, а для вимірювання кількості опадів — Rainfall Sensor сенсор з інтерфейсом I²C. Також детально розглянуто роботу Wi-Fi контролера та OLED дисплея.

5) Розроблено алгоритм функціонування системи, який включає періодичне зчитування даних із сенсорів, обробку показників, виведення інформації на екран та передавання значень до Arduino Cloud для подальшого моніторингу та аналізу.

6) Реалізовано програмне забезпечення в середовищі Arduino Cloud із використанням відповідних бібліотек. Забезпечено обмін даними з хмарною платформою, обробку аналогових і цифрових сигналів, роботу з OLED-дисплеєм та взаємодію з інтерфейсом I²C.

7) Виконано моделювання роботи системи у програмному середовищі Circuit Designer. Це дозволило перевірити правильність логіки підключення та функціонування усіх компонентів перед фізичною реалізацією.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. OTT RLS - Radar Level Sensor. URL: <https://www.ott.com/products/water-level-1/ott-rls-radar-level-sensor-861/> (дата звернення: 08.03.2025).
2. Сучасний стан та перспективи розвитку автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи АІВС-«Тиса». URL: https://buvrtysa.gov.ua/newsite/?page_id=107 (дата звернення: 10.03.2025).
3. Wi-Fi модуль NodeMCU V3 ESP8266. URL: <https://arduino.ua/prod1492-wi-fi-modul-nodemcu-esp8266> (дата звернення: 20.03.2025).
4. Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04. URL: <https://arduino.ua/prod182-ultrazvykovo-datchik-rasstoyaniya-hc-sr04> (дата звернення: 21.03.2025).
5. Датчик дощу, вологи, снігу. URL: <https://arduino.ua/prod562-datchik-dojdya-vlazi-snega> (дата звернення: 22.03.2025).
6. Вимірювач кількості опадів - I2C & UART. URL: <https://arduino.ua/prod6193-gravity-tipping-bucket-rainfall-sensor-i2c-uart> (дата звернення: 23.03.2025).
7. OLED дисплей 0.96" I2C 128x64. URL: <https://arduino.ua/prod1178-oled-displei-0-96-i2c-128x64-jelto-sinii> (дата звернення: 26.03.2025).
8. Жаровський Р.О., Луцик Н.С., Осухівська Г.М., Паламар А.М., Тиш Є.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 39 с.
9. Луцків А., Лупенко С., Пасічник В. Паралельні та розподільнені обчислення. Навчальний посібник. Львів: Видавництво «Магнолія 2006», 2024. 566 с.
10. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга 1. Львів: «Магнолія 2006», 2024. 256 с.
11. 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.
12. 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.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Palamar A. Intelligent control and monitoring module for uninterruptible power supply system. II International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» (MC&FPGA-2020), Kharkiv, Ukraine. 2020. P. 12-13.

14. 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.

15. 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.

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. 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.

18. Palamar A., Pettai E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics. 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" and "Doctoral School of Energy and Geotechnology II" (January 11-16, 2010), Pärnu, Estonia, 2010. P. 54-61.

19. 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.

20. Palamar M., Nakonetchnyi Y., Palamar A., Strembitskyi M., Apostol Y. Modernization of the azimuth drive design for the antenna system. Scientific Journal of TNTU, Ternopil, Ukraine, 2025. Vol 117, No 1, P. 54–61.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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. Vol. 3468. P. 164-172.

22. 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 (ITTAP 2023), Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.

23. Voloshchuk A., Velychko D., Osukhivska H., Palamar A. Computer system for energy distribution in conditions of electricity shortage using artificial intelligence. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2024), Ternopil, Ukraine, June 12-14, 2024. Vol. 3742 P. 66-75.

24. Voloskyi V., Leshchyshyn Y., Romanyshyn N., Palamar A., Tarasenko L. Method and algorithm for efficient cell balancing in the lithium-ion battery control system. CEUR Workshop Proceedings, The 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies (BAIT 2024), Zboriv, Ukraine, October 02-04, 2024. Vol. 3842. P. 258-267.

25. 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.

26. Palamar A., Voloskyi V., Kramar O., Kramar T., Stankevych O., Yatsyshyn V. Information computer system with a virtual tour for cultural heritage preservation of the Zbarazh Castle Museum's exhibition hall. CEUR Workshop Proceedings, The 3rd International Workshop on Social Communication and Information Activity in Digital Humanities (SCIA 2024), Lviv, Ukraine, October 31, 2024. Vol. 3851. P. 6-16.

27. 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.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. Yatsyshyn V., Pastukh O., Kukharska V., Palamar A., Kulikov S. Method and tool of detecting software architecture patterns in the process of computer systems development. CEUR Workshop Proceedings, 4th International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2024), Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, October 23-25, 2024. Vol. 3896. P. 12-24.

29. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Основа, 2016. 267 с.

30. Мелех Л.В. Безпека життєдіяльності та охорона праці: навч. посіб. / Мелех Л.В. Львів: ЛДУ внутрішніх справ. 2022. 219 с.

31. Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці. К.: Центр учбової літератури, 2009. 209 с.

					КС КРБ 123.257.00.00 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

“ _____ ” _____ 2025 р.

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ
ЗАГРОЗИ ВИНИКНЕННЯ ПОВЕНІ НА ОСНОВІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 8 листках

Вид робіт: Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ к.т.н. Паламар А.М.

“ _____ ” _____ 2025 р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи СІс-41

_____ Бурмас С.А.

“ _____ ” _____ 2025 р.

Тернопіль 2025

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи бакалавра: «Комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози виникнення повені на основі IoT технологій».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.257.00.00.

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, Бурмас Сергій Андрійович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є наказ по університету № 4/7-53 від «27» січня 2025 року.

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 27.01.2025 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – 27.06.2025 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 збору даних для виявлення загрози виникнення повені на основі IoT технологій. Основними регламентними документами при оформленні та пред'явленні результатів проектування є групи діючих стандартів ДСТУ, ISO, ЄСКД та 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

Комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози виникнення повені є автоматизованим апаратно-програмним комплексом, який дозволяє в режимі реального часу отримувати інформацію про рівень води та інтенсивність опадів. Система розробляється на основі технологій Інтернету речей (IoT) та використовує датчики для збору інформації, передаючи її на хмарну платформу для подальшого аналізу та оповіщення користувачів. Система призначена для моніторингу рівня води у водоймах, річках та інших потенційно небезпечних зонах. Вона дозволяє автоматично визначати загрозу повені та повідомляти користувачів про критичні зміни у водному балансі.

2.2 Мета створення системи

Основна мета створення системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені — забезпечення оперативного моніторингу рівня води та опадів, запобігання затопленням через раннє оповіщення, зменшення екологічних та економічних наслідків повеней.

2.3 Характеристика об'єкту

Об'єктом моніторингу є водойми, річки, дренажні системи та інші потенційно вразливі до повені місцевості. Система може використовуватись у міських та сільських районах, у комунальних та промислових об'єктах.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система збору даних для виявлення загрози виникнення повені повинна забезпечувати безперервний моніторинг рівня води та опадів у визначеній зоні спостереження. Вона має працювати в автоматичному режимі, з можливістю дистанційного перегляду даних через веб-інтерфейс або мобільний додаток. Система повинна підтримувати автономну роботу та мінімізувати енергоспоживання, щоб забезпечити довготривалу експлуатацію в польових умовах. Надійність, стійкість до несприятливих погодних умов і точність вимірювань є ключовими вимогами до розробленого рішення.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

Система збору даних для виявлення загрози виникнення повені повинна складатися з таких основних компонентів: давачів рівня води та опадів, мікроконтролера з модулем зв'язку, блоків оповіщення та енергозабезпечення, а також програмного забезпечення для обробки та візуалізації отриманих даних. Основними функціями системи є збір, обробка та передача даних, а також сповіщення про загрозу повені. Передача даних повинна відбуватися у реальному часі, а алгоритми роботи мають забезпечувати точність вимірювань і мінімізувати затримки у реагуванні.

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

Комунікація між компонентами системи має здійснюватися через бездротовий зв'язок, зокрема Wi-Fi або альтернативні IoT-протоколи (LoRa, NB-IoT), що забезпечують ефективну передачу даних на великі відстані. Передача даних на віддалений сервер або хмарну платформу має здійснюватися через стандартні мережеві протоколи. Крім того, система повинна підтримувати можливість підключення до мобільних мереж у разі недоступності Wi-Fi.

3.1.3 Вимоги до режимів функціонування системи

Система повинна підтримувати кілька режимів роботи: звичайний режим моніторингу, режим енергозбереження та аварійний режим у разі критичних показників рівня води. У звичайному режимі здійснюється регулярний збір даних з оптимальним інтервалом оновлення. У режимі енергозбереження система знижує частоту вимірювань і передачі даних для продовження терміну роботи. Аварійний режим активується при перевищенні допустимого рівня води, вмикаючи локальні сигнали тривоги та надсилаючи екстрені повідомлення користувачам.

3.1.4 Перспективи розвитку та модернізації системи

Можливості модернізації передбачають інтеграцію додаткових датчиків (температури, вологості), розширення функціональності програмного забезпечення (додатковий аналіз даних, прогнозування на основі історичних даних), а також впровадження альтернативних технологій зв'язку для покращення автономності системи. Перспективи розвитку також включають масштабування системи для моніторингу кількох географічних зон з централізованою обробкою інформації.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Система повинна працювати безперебійно у широкому діапазоні температур і вологості, мати захист від пилу, вологи та механічних пошкоджень. Важливим аспектом є відмовостійкість і можливість автоматичного перезапуску у разі збоїв.

Показники надійності системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені повинні відповідати вимогам ДСТУ 50136-1. Ймовірність безвідмовної роботи системи повинна складати не менше 99,8 %.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функції та задачі, які повинна виконувати система, передбачають:

- збір даних з датчиків рівня води та опадів;
- обробку отриманих даних і визначення загрози повені;
- передачу інформації до хмарного сервісу або локального сервера;
- оповіщення користувачів у разі критичних змін рівня води;
- відображення даних у вигляді графіків на веб-інтерфейсі.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

До складу апаратної частини системи повинні входити:

- мікроконтролер для обробки даних і бездротового зв'язку;
- ультразвуковий датчик рівня води з високою точністю вимірювання;
- датчик дощу для фіксації інтенсивності опадів;

- модуль бездротового зв'язку для передачі даних;
- джерело живлення з можливістю автономної роботи;
- світловий та звуковий індикатори для локальних сповіщень.

Вимоги до елементної бази:

- вибрана елементна база має забезпечувати необхідні режими роботи системи;
- 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. структурна схема системи;
 2. схема електрична принципова;
 3. блок-схема алгоритму роботи програми.
 4. результати моделювання 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 7000 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 технічного завдання	27.01.2025 – 02.02.2025
2.	Аналіз технічного завдання, вимог до комп'ютерної системи, та можливих рішень поставленого завдання	03.02.2025 – 10.02.2025
3.	Розроблення структури, вибір апаратного забезпечення, проектування комп'ютеризованої системи	11.02.2025 – 28.02.2025
4.	Реалізація алгоритму, написання програмного забезпечення, моделювання комп'ютеризованої системи	01.03.2025 – 01.05.2025
5.	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	02.05.2025 – 11.05.2025
6.	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	12.05.2025 – 08.06.2025
7.	Перевірка на академічний плагіат, перевірка керівником та консультантами	09.06.2025 – 15.06.2025
8.	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	16.06.2025 – 22.06.2025
9.	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	27.06.2025

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 ESP8266 для реалізації системи збору даних для виявлення загрози виникнення повені.

```
#include "thingProperties.h"
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

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

// Піни для ультразвукового сенсора HC-SR04
#define TRIG_PIN D5
#define ECHO_PIN D6

// Датчик дощу YL-83
#define RAIN_SENSOR_ANALOG A0
#define RAIN_SENSOR_DIGITAL D8

// Змінні для сенсора опадів (Tipping Bucket з I2C)
float rainfallAmount = 0; // мм
unsigned long lastRainCheck = 0;

// Функція для імітації читання з I2C tipping bucket датчика
float readRainfallSensor() {

    return rainfallAmount;
}

// Ініціалізація
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    delay(1500);

    // OLED дисплей
```

```

if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
    Serial.println(F("OLED дисплей не знайдено!"));
    while (true);
}
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);

// HC-SR04
pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
pinMode(ECHO_PIN, INPUT);

// Датчик дощу
pinMode(RAIN_SENSOR_DIGITAL, INPUT);

// Arduino IoT Cloud
initProperties();
ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);
setDebugMessageLevel(2);
ArduinoCloud.printDebugInfo();
}

// Основний цикл
void loop() {
    ArduinoCloud.update();

    // Вимірювання рівня води
    waterLevel = readDistance();

    // Зчитування дощу
    int analogValue = analogRead(RAIN_SENSOR_ANALOG);
    rainDetected = (digitalRead(RAIN_SENSOR_DIGITAL) == LOW) &&
(analogValue < 600); // калібрується на практиці

    // Зчитування кількості опадів з tipping bucket (імітація)
    if (millis() - lastRainCheck > 60000) {
        rainfall = readRainfallSensor(); // Повертає мм/хв
        lastRainCheck = millis();
    }

    // Вивід на OLED
    showDisplay(waterLevel, rainfall, rainDetected);

    delay(500);
}

```

```

// Функція вимірювання відстані (HC-SR04)
float readDistance() {
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);

    long duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
    return duration * 0.034 / 2.0; // см
}

// OLED Вивід
void showDisplay(float distance, float rain, bool rainNow) {
    display.clearDisplay();
    display.setCursor(0, 0);
    display.print("Water: ");
    display.print(distance);
    display.println(" cm");

    display.print("Rainfall: ");
    display.print(rain);
    display.println(" mm/min");

    display.print("Rain Detected: ");
    display.println(rainNow ? "Yes" : "No");

    display.display();
}

```