

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

## КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

Бакалавр

Освітній рівень

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва спеціальності

на тему Система керування акваріумом на базі IoT

КПТР.210210.01.14 ПЗ

Виконав:

студент 4 курсу, група TP2-21-1



підпис

А.В.Терешенко

Ініціали, прізвище

Керівник: канд. техн. наук, доц.



підпис

В.С.Петрушак

Ініціали, прізвище

Нормоконтроль



підпис

В.І.Стецюк

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри: д-р техн. наук, проф.



підпис

С.К.Підченко

Ініціали, прізвище

16 06 2025 р.

Хмельницький, 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр і назва


Спеціальність 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва

Освітня програма «Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. Кафедрою ТМІТ

 Мірошенко С.К.

Підпис, дата

10.02.2025р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ**

Терещенко Артему Валерійовичу

(Прізвище, ім'я, по батькові студента)

1 Тема проекту: Система керування акваріумом на базі IoT

керівник проекту Петрушак Володимир Степанович, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від «7» лютого 2025р. № 20.

2 Строк подання здобувачем проекту на кафедру: 01.06.2025р.

3 Вихідні дані до проекту Ескіз схеми електричної принципової

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Вибір і техніко-економічне обґрунтування структури.

2. Розробка програмного забезпечення та алгоритму.

3. Розробка принципової схеми.

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

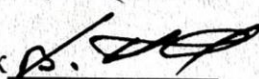
1.Схема електрична структурна. 2.Схема електрична принципова.

3.Алгоритм.





Завдання отримав



Науковий керівник



6 Консультанти розділів кваліфікаційного проекту


| Розділ      | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата  |   |
|-------------|---|---|---|
|             |   | завдання видав  | завдання прийняв  |
| Нормоконтр. | Стецюк Віктор Іванович                    |  |  |
| Антиплаг.   | Стецюк Віктор Іванович                    |  |  |
|             |   |   |   |
|             |   |   |   |

7 Дата видачі завдання 10.02.25р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № п/п | Найменування виду роботи   | Форма звітності, термін виконання | Відмітка наукового керівника |
|-------|--|-----------------------------------|------------------------------|
| 1     | Вибір та затвердження теми   | Січень                            | Виконано                     |
| 2     | Розробка завдання  | Січень                            | Виконано                     |
| 3     | Складання графіку  | Січень                            | Виконано                     |
| 4     | Огляд літературних джерел  | Січень-лютий                      | Виконано                     |
| 5     | Вибір та техніко-економічне обґрунтування структурної схеми пристрою | Лютий-березень                    | Виконано                     |
| 6     | Розробка принципової схеми   | Березень-квітень                  | Виконано                     |
| 7     | Розробка алгоритму   | Березень-квітень                  | Виконано                     |
| 8     | Розробка програми  | Березень-квітень                  | Виконано                     |
| 9     | Розробка текстової частини   | Травень                           | Виконано                     |
| 10    | Розробка графічної частини   | Травень                           | Виконано                     |
| 11    | Остаточне коригування  | Травень                           | Виконано                     |
| 12    | Нормоконтроль  | Червень                           | Виконано                     |
| 13    | Підготовка до захисту  | Червень                           | Виконано                     |
|       | Захист   | Червень                           |                              |

Студент

  
Підпис Терещенко А.В.  
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис С.О. Семручак  
Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційного проекту:

«Система керування акваріумом на базі IoT»

Автор роботи: Терещенко Артем Валерійович.

Керівник роботи: канд.техн.наук, доц. Петрушак Володимир Степанович.

Пояснювальна записка: 63 сторінок, 34 рисунки, 4 таблиць, 27 джерел.

Графічна частина: 3 креслення, 9 презентаційних слайдів.

Ключові слова: інтернет речей, автоматизація, Blynk IoT, ESP32.

Мета кваліфікаційного проекту є розробка структури та програмного забезпечення для системи моніторингу стану акваріуму.

Розроблена електронна система для моніторингу стану акваріума ґрунтується на технології Інтернету речей (IoT). Завдяки цій технології забезпечується можливість бездротового доступу до виконавчих пристроїв акваріума. Основною перевагою використання IoT є можливість дистанційного контролю за станом акваріума та керування його обладнанням.

Запропонована система призначена для використання в домашніх умовах з метою автоматизації ключових процесів обслуговування акваріума, що спрощує догляд за ним та підвищує якість середовища для його мешканців.

Завдяки інтеграції з платформою BLYNK IoT відпала потреба у використанні окремого пульта керування, оскільки управління системою здійснюється через інтерфейс мобільного додатку.

«9» 06 2025 р.



---

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

IoT – інтернет речей

МК – мікроконтролер

MQTT – Message Queuing Telemetry Transport

Wi-Fi – Wireless Fidelity

BLE – Bluetooth Low Energy

API – Application Programming Interface

AWS – Amazon Web Services

CoAP – Constrained Application Protocol


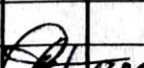

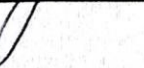
IP – Internet Protocol

LAN – Local area network

LPWAN – Low Power Wide Area Network



NB-IoT – Narrow Band Internet of Things

SPI – Serial Peripheral Interface

| № рядка              | Формат | Позначення           | Найменування  | Кільк.   | № екз.                                  | Примітка |
|----------------------|--------|----------------------|---|----------|---|----------|
|                      |        |                      | <u>Документація загальна</u>  |          |   |          |
| 1                    | A4     |                      | Завдання на дипломний проект  | 1        | 1                                       |          |
| 2                    | A4     |                      | Анотація  | 1        | 1                                       | Укр.     |
| 3                    | A4     | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Система керування акваріума на базі IoT   |          |   |          |
|                      |        |                      | Пояснювальна записка  | 1        | 1                                       | 63 арк.  |
| 4                    | A4     | КПТР.210210.01.14 ПЕ | Система керування акваріума на базі IoT   |          |   |          |
|                      |        |                      | Перелік елементів   | 1        | 1                                       | 2 арк.   |
|                      |        |                      | <u>Документація графічна</u>  |          |   |          |
| 5                    | A4     | КПТР.210210.01.14 E1 | Система керування акваріума на базі IoT   |          |   |          |
|                      |        |                      | Схема електрична структурна   | 1        | 1                                       | 1 арк.   |
| 6                    | A4     | КПТР.210210.01.14 E3 | Система керування акваріума на базі IoT   |          |   |          |
|                      |        |                      | Схема електрична принципова   | 1        | 1                                       | 1 арк.   |
| 7                    | A4     | КПТР.210210.01.14 СА | Алгоритм Системи керування акваріума на базі IoT                                    | 1        | 1                                       | 1 арк.   |
| КПТР.210180.01.11 ВП |        |                      |   |          |   |          |
| Зм.                  | Арк.   | № докум.             | Підп.   | Дата     |   |          |
| Розроб.              |        | Терещенко А. В.      |  |          | Літ.                                    | Аркуш    |
| Перевір.             |        | Петрушак В. С.       |  |          | н                                       | 1        |
| Н.контр.             |        | Стецюк В. І.         |  | 17.06.25 | ХНУ, зр. ТР2-21-1                       |          |
| Затв.                |        | Підченко С. К.       |  | 16.06.25 |   |          |
|                      |        |                      |   |          | Система керування Акваріума на базі IoT |          |
|                      |        |                      |   |          | Відомість дипломного проекту            |          |

## ЗМІСТ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ВСТУП.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1 ВИБІР І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ</b>          | <b>5</b>  |
| 1.1 Задачі автоматизації акваріумної системи .....                   | 5         |
| 1.2 Протоколи зв'язку .....  | 7         |
| 1.3 Обґрунтування вибору елементів схеми електричної принципової ..  | 9         |
| 1.4 Вибір мікроконтролера .....                                      | 10        |
| 1.6 Пристрої введення .....  | 16        |
| 1.7 Розробка структурної схеми .....                                 | 20        |
| <b>2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АЛГОРИТМУ... 22</b>        |           |
| 2.1 Особливості застосування сервісу BLYNK IoT.....                  | 22        |
| 2.2 Підключення мікроконтролера до BLYNK IoT .....                   | 24        |
| 2.3 Розробка алгоритму та інтерфейсу .....                           | 27        |
| 2.4 Розробка програмного забезпечення для обробки даних від сенсорів | 35        |
| .....  | 35        |
| <b>3 РОЗРОБКА ПРИЦИПОВОЇ СХЕМИ .....</b>                             | <b>42</b> |
| 3.1 Схеми електричних принципових датчиків та їх підключення .....   | 42        |
| 3.2 Розрахунки підключення пристроїв .....                           | 48        |
| 3.3 Розробка схеми електричної принципової пристрою .....            | 51        |
| <b>ВИСНОВКИ .....</b>  | <b>57</b> |
| <b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>   | <b>58</b> |

|      |      |           |   |          |   |      |      |          |
|------|------|-----------|---|----------|---|------|------|----------|
|      |      |           |   |          | КПТР.210210.01.14 ПЗ  |      |      |          |
| Змн. | Арк. | № докум.  | Підпис  | Дата     | Система керування<br>акваріумом на базі IoT<br><br>Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Аркушів  |
|      |      | Терещенко |  | 16.06.25 |   |      |      | 63       |
|      |      | Петрушак  |  | 16.06.25 |   |      |      |          |
|      |      | Реценз.   |   |          |   |      |      |          |
|      |      | Н. Контр. | Стецюк В.І.   | 16.06.25 |   |      |      | ФІТ, ХНУ |
|      |      | Затверд.  | Підченко  | 16.06.25 |   |      |      |          |

## ВСТУП

Стрімкий розвиток цифрових технологій, зокрема концепції Інтернету речей (IoT), відкриває нові можливості для автоматизації в побутовій, промисловій та екологічній сферах. Суть IoT полягає в об'єднанні фізичних пристроїв у єдину інформаційну мережу, яка дозволяє віддалено моніторити, керувати та аналізувати дані в реальному часі. Завдяки цьому досягається підвищення ефективності, зниження витрат і покращення якості обслуговування.

Метою даного проєкту є розробка автоматизованої системи моніторингу стану акваріуму з використанням мікроконтролера ESP32, датчиків температури, освітлення, кислотності води, а також платформи Blynk IoT для віддаленого керування.

Актуальність теми зумовлена потребою у спрощенні обслуговування акваріумних систем, які потребують постійного нагляду за температурою води, освітленням, рівнем фільтрації та іншими параметрами. Використання IoT-рішень у цій сфері дозволяє створити інтелектуальні системи, які функціонують автономно та інформують користувача про будь-які зміни за допомогою мобільного застосунку. Кількість підключених до Інтернету пристроїв зростає з кожним роком, а потенціал для впровадження IoT-технологій у різні сфери діяльності постійно розширюється. Це робить дослідження цієї теми важливим як для розуміння загальних принципів роботи технології IoT, так і для оцінки її впливу на економічний розвиток і повсякденне життя.

В останні роки значення Інтернету речей зростає, оскільки він забезпечує можливість швидкої обробки величезного обсягу інформації, що сприяє прийняттю стратегічних рішень у реальному часі. Від впровадження IoT виграють як підприємства, які мають можливість оптимізувати свої виробничі та логістичні процеси, так і звичайні користувачі, для яких

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 2    |

з'являються нові зручності у побуті. У промисловості технологія IoT дозволяє значно підвищити продуктивність, зменшити експлуатаційні витрати та покращити якість продукції завдяки моніторингу обладнання, автоматизації операцій та впровадженню прогнозної аналітики.

IEEE, як авторитетна організація у сфері технологій, наголошує на важливості стандартизації для забезпечення сумісності, надійності та ефективної роботи IoT у глобальному масштабі. Це підкреслює, що для успішного та широкомасштабного впровадження технологій Інтернету речей необхідна уніфікація технічних стандартів та протоколів, що сприятиме безперебійній взаємодії між різними пристроями та системами.

Пристрої Інтернету речей представляють собою широкий спектр обладнання, від простих сенсорів, що збирають інформацію про навколишнє середовище, до складних промислових машин, здатних автономно виконувати різноманітні завдання. Класифікація IoT-пристроїв може включати споживчі пристрої, призначені для щоденного використання (наприклад, розумні годинники, термостати), комерційні пристрої, що застосовуються в таких галузях, як медицина та транспортні системи, а також промислові пристрої, які використовуються в виробничих процесах.

До споживчих IoT-пристроїв належать розумні колонки, такі як Amazon Echo та Google Home, розумні телевізори, різноманітні розумні годинники та фітнес-трекери, розумні термостати, що дозволяють дистанційно керувати кліматом у будинку, розумні холодильники, здатні відстежувати запаси продуктів, а також автономні транспортні засоби, що використовують IoT для навігації та безпеки.

Промислові IoT-пристрої включають широкий спектр сенсорів, таких як датчики температури, вологості, тиску, руху, рівня рідини та виявлення газу. Також до цієї категорії належать RFID-мітки, що використовуються для ідентифікації та відстеження об'єктів, GPS-трекери для визначення місцезнаходження та промислові роботи, здатні виконувати складні виробничі

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 3    |

завдання. IEEE у своєму визначенні IoT-пристроїв також включає контролери та побутову техніку, підкреслюючи їхню роль у мережі підключених об'єктів.

Технологія IoT також сприяє покращенню якості та безпеки виробничих середовищ. Можливість постійного контролю за умовами роботи дозволяє виявляти небезпечні ситуації та запобігати аваріям, створюючи більш безпечні умови праці. Крім того, ефективне управління ланцюгом постачання завдяки IoT забезпечує кращу слідковість за інвентарем, підвищує швидкість та гнучкість постачання, дозволяючи підприємствам краще адаптуватися до змін у попиті.

Нарешті, технологія Інтернету речей відкриває нові перспективи для створення інноваційних продуктів, послуг та бізнес-моделей. Використання данної технології дозволяє компаніям надавати клієнтам персоналізовані рішення та підтримку в режимі реального часу, що значно підвищує їхню конкурентоспроможність. Таким чином, IoT стає ключовим фактором для модернізації промисловості, підвищення її ефективності, безпеки та конкурентоспроможності.

|             |             |                 |               |             |                             |             |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|
|             |             |                 |               |             | <i>КПТР.210210.01.14 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                             | 4           |

# 1 ВИБІР І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ

## 1.1 Задачі автоматизації акваріумної системи

Автоматизований пристрій керування акваріумом дозволяє значно спростити процес догляду за водною екосистемою та забезпечити стабільні умови для її функціонування. Однією з ключових функцій є автоматичне керування освітленням. Система забезпечує вмикання та вимикання світла без участі користувача, що особливо важливо у випадках тривалої відсутності власника (наприклад, під час відряджень або відпустки). LED-підсвітка активується при наявності природного освітлення й автоматично вимикається в нічний час. Це сприяє створенню стабільного світлового режиму, необхідного для нормального розвитку акваріумних рослин. Застосування сучасних технологій автоматизації сприяє не лише покращенню умов утримання мешканців, але й зменшенню витрат часу та зусиль на обслуговування системи [1]. Важливим фактором стабільності біологічної системи акваріума є підтримання оптимальної температури води. У зимовий період виникає потреба в додатковому нагріванні, для чого зазвичай використовуються акваріумні обігрівачі. Більшість стандартних акваріумних обігрівачів використовують механічні термостати з біметалевими пластинами, які мають обмежену точність регулювання температури (до  $\pm 4$  °C). Такий рівень похибки може бути критичним для чутливих видів риб та рослин. У розробленій системі застосовано цифровий сенсор температури, який забезпечує високу точність вимірювання та дозволяє автоматизувати керування обігрівом через мікроконтролер [2].

|           |      |           |        |          |   |      |          |         |
|-----------|------|-----------|--------|----------|---|------|----------|---------|
|           |      |           |        |          | КПТР.210210.01.14 ПЗ  |      |          |         |
| Змн.      | Арк. | № докум.  | Підпис | Дата     | Система керування<br>акваріумом на базі IoT<br><br>Пояснювальна записка | Літ. | Арк.     | Аркушів |
| Розроб.   |      | Терещенко |        | 16.06.25 |   |      |          | 63      |
| Перевір.  |      | Петрушак  |        | 16.06.25 |   |      |          |         |
| Реценз.   |      |           |        |          |   |      |          |         |
| Н. Контр. |      | Стецюк    |        | 16.06.25 |   |      |          |         |
| Затверд.  |      | Підченко  |        | 16.06.25 |   |      | ФІТ, ХНУ |         |

У процесі експлуатації акваріуму може виникнути потреба у вимкненні водяного фільтра рис1.1. Для цього система фільтрації також підключається до мікроконтролера, що дає змогу вмикати та вимикати фільтр за потреби. Для зручності, керування фільтром може відбуватися через мобільний додаток. Оскільки для фільтрації буде використовуватися зовнішній фільтр, систему терморегуляції та можна розмістити всередині нього. Це дозволить позбутися вічної проблеми акваріумістів - нагромодження пристроїв на стінках акваріума.

Для багатьох акваріумних рибок та рослин є важливим значення кислотності води. Тому необхідно додати датник Ph, щоб контролювати рівень кислотності води. Для зменшення кількості приладів на стінках акваріума, сенсор кислотності також можна розмістити у зовнішньому фільтрі.

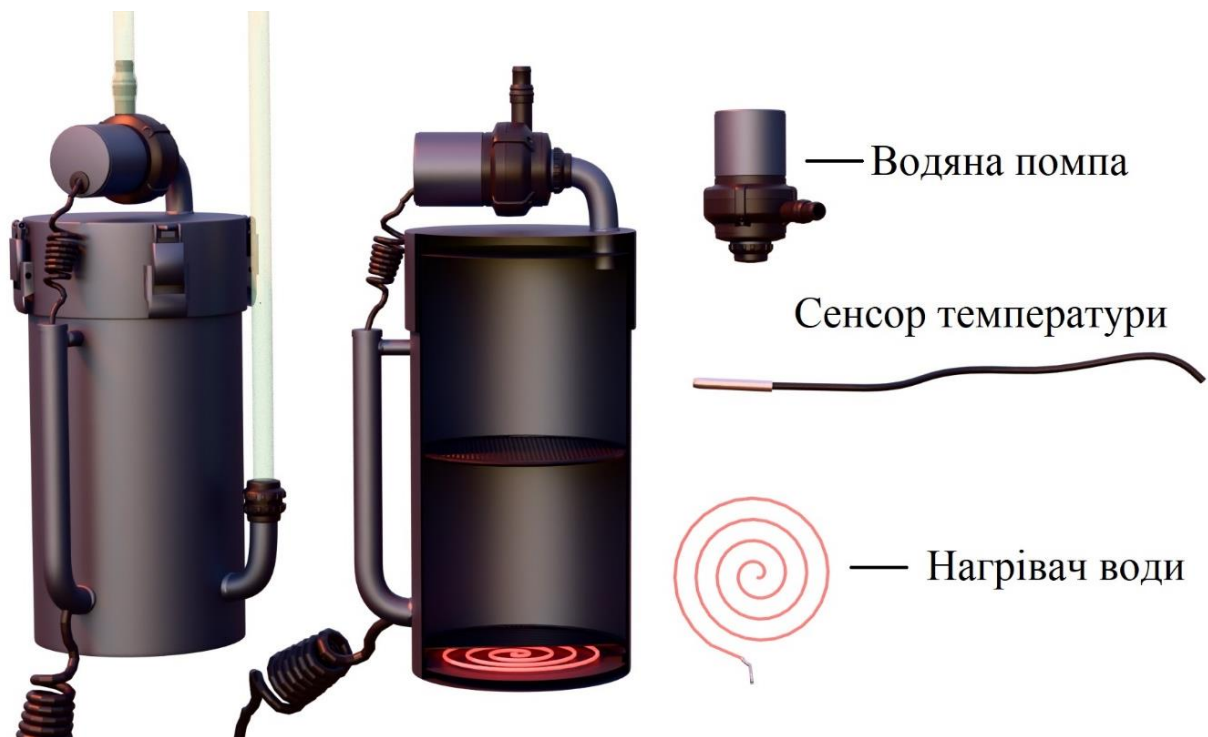


Рисунок 1.1 - Зовнішній фільтр з вмонтованим обігрівачем

Впровадження автоматичного керування акваріумом має низку переваг:

- Безперервність обслуговування: система працює цілодобово без участі людини;
- Енергоефективність: освітлення вмикається лише за потреби;

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 6    |

- Висока точність регулювання температури: цифрові датчики забезпечують стабільність параметрів;
- Зручність моніторингу: через мобільний застосунок можна оперативно отримувати інформацію про стан акваріума;
- Можливість масштабування: систему можна доповнювати іншими сенсорами (рівень води, рН, концентрація кисню тощо).

Таким чином, розроблена автоматизована система не лише підвищує комфорт для власника акваріума, але й створює стабільне середовище для життєдіяльності водних мешканців, відповідаючи сучасним вимогам до "розумних" пристроїв.



Рисунок 1.2 – Приклад застосування системи

Використання сучасних цифрових сенсорів, мікроконтролерів і мобільних застосунків відкриває нові можливості для дистанційного моніторингу та адаптивного регулювання режимів роботи акваріумного обладнання.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 7    |

Для реалізації такого проєкту необхідно провести теоретичний аналіз принципів побудови систем автоматичного керування, визначити вимоги до апаратної та програмної частин, розглянути варіанти вибору компонентів і алгоритмів обробки даних. Важливим є також обґрунтування вибору мікроконтролера, сенсорів, виконавчих пристроїв і програмних засобів для реалізації логіки керування та взаємодії з користувачем.

Розробка IoT-пристрою вимагає ретельного вибору технологій, які забезпечують стабільну роботу системи, ефективну передачу даних, безпеку та масштабованість. Успішна реалізація проєкту значною мірою залежить від правильного поєднання апаратної та програмної платформи, а також відповідного протоколу зв'язку. Вибір залежить не лише від технічних параметрів, але й від умов експлуатації пристрою, енергоспоживання, кількості підключених об'єктів та бюджету проєкту.

Далі у цьому розділі розглянуто ключові аспекти, які слід враховувати під час вибору платформи для IoT-рішення: тип протоколу зв'язку, можливості масштабування, безпека, сумісність із іншими системами, а також вартість та технічна підтримка. Аналіз цих факторів дозволяє сформулювати обґрунтоване технічне рішення для конкретної задачі проєкту.

#### 1. Протоколи зв'язку:

- Вибір залежить від застосування, наприклад, Wi-Fi ідеально підходить для домашніх або офісних умов із високою швидкістю передачі даних, тоді як LPWAN (LoRaWAN, NB-IoT) краще для пристроїв з низьким енергоспоживанням у віддалених місцях[3].

- Bluetooth забезпечує зручність і низьке енергоспоживання для персональних пристроїв, але має обмежений радіус дії.

#### 2. Масштабованість та продуктивність:

- Платформи мають забезпечувати обробку даних у реальному часі та підтримку великої кількості пристроїв. Наприклад, AWS IoT і Google Cloud IoT пропонують хмарну масштабованість для великих екосистем.

#### 3. Безпека:

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 8    |

- Важливими є механізми шифрування даних, аутентифікація пристроїв та захист від кібератак. Наприклад, Microsoft Azure IoT Hub має сильні інструменти безпеки.

#### 4. Апаратна платформа:

- Вибір апаратного забезпечення, такого як 5G або LPWAN, має враховувати специфіку проєкту, зокрема, потреби в енергозабезпеченні, дальність зв'язку та кількість пристроїв.

#### 5. Інтеграція:

- Платформа повинна легко інтегруватися з існуючими системами, такими як аналітичні інструменти або бази даних, для ефективного аналізу даних.

#### 6. Вартість та підтримка:

- Залежить від бюджету проєкту. Наприклад, ThingsBoard може бути привабливим для малих проєктів завдяки відкритому коду.

У наступних розділах буде детально розглянуто теоретичні основи побудови автоматизованої системи керування акваріумом, проаналізовано функціональні вимоги до системи, а також описано архітектуру обраного технічного рішення.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

## 1.2 Протоколи зв'язку

Для забезпечення функціонування IoT-систем використовується широкий спектр протоколів та технологій зв'язку, вибір яких залежить від конкретних вимог застосування. Серед найбільш поширених методів зв'язку слід відзначити бездротові технології, такі як Wi-Fi, що забезпечує високошвидкісне підключення в локальних мережах, та Bluetooth, який часто використовується для короткодіапазонного зв'язку з низьким енергоспоживанням, наприклад, у персональних та побутових пристроях [4]. Для промислових та стаціонарних пристроїв може використовуватися дротове підключення Ethernet, що забезпечує високу швидкість передачі даних та надійність.

Для віддалених пристроїв та моніторингу транспорту часто застосовуються стільникові технології зв'язку (2G, 3G, 4G, LTE, а в майбутньому і 5G), що забезпечують широкий радіус дії. Для пристроїв з низьким енергоспоживанням, що працюють у великих зонах покриття, таких як датчики в розумних містах або в сільському господарстві, використовуються технології LPWAN, зокрема LoRaWAN. Також існують інші технології, такі як Zigbee та Z-Wave, що часто застосовуються в системах розумного будинку та автоматизації будівель. До протоколів прикладного рівня належать MQTT, CoAP, HTTP/HTTPS, AMQP, WebSocket, XMPP та DDS. MQTT є легким протоколом обміну повідомленнями за моделлю "видавець-підписник", що робить його ідеальним для пристроїв з обмеженими обчислювальними ресурсами та низькою пропускну здатністю мережі. CoAP, у свою чергу, є протоколом прикладного рівня, розробленим спеціально для обмежених середовищ і часто використовується в поєднанні з UDP для зменшення накладних витрат. Bluetooth та його низькоенергетична версія BLE є популярними для короткодіапазонного бездротового зв'язку в персональних та побутових IoT-пристроях [5].

Таблиця 1.1 – Порівняння протоколів зв'язку.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 10   |

| Протокол | Енергоспоживання | Пропускна здатність | Дальність передачі | Надійність     |
|----------|------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| MQTT     | Низьке           | Середня             | Різна              | Висока (з QoS) |
| CoAP     | Низьке           | Низька              | Різна              | Середня        |
| HTTP     | Високе           | Висока              | Різна              | Середня        |
| BLE      | Дуже низьке      | Низька              | Коротка            | Середня        |
| Zigbee   | Низьке           | Низька              | Середня            | Висока         |
| LoRaWAN  | Дуже низьке      | Низька              | Велика             | Середня        |
| Wi-Fi    | Високе           | Висока              | Середня            | Висока         |

Вибір протоколу бездротового зв'язку є фундаментальним для функціональності та розгортання IoT-пристрою. Wi-Fi забезпечує високу пропускну здатність та середній радіус дії, але має вище енергоспоживання. Bluetooth/BLE характеризується низькою пропускну здатністю, малим радіусом дії та низьким енергоспоживанням (особливо BLE). LoRa пропонує низьку пропускну здатність, великий радіус дії та дуже низьке енергоспоживання.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 11   |

### 1.3 Обґрунтування вибору елементів схеми електричної принципової

Типовий IoT-пристрій складається з кількох ключових компонентів, які забезпечують його функціональність. Основні елементи структурної схеми включають:

**Сенсори:** Призначені для збору даних про фізичний світ, перетворюючи фізичні величини (температура, вологість, освітленість, тиск тощо) в електричні сигнали, які можуть бути опрацьовані пристроєм. Приклади сенсорів включають датчики температури, вологості, руху, відстані, освітленості, а також камери для збору візуальних даних.

**МК:** Виступають в ролі "мозку" пристрою, відповідаючи за обробку даних, отриманих від сенсорів, виконання запрограмованої логіки та керування іншими компонентами, такими як модулі зв'язку та виконавчі механізми. Вибір конкретного мікроконтролера залежить від вимог до обчислювальної потужності, енергоефективності та вартості пристрою.

**Модулі зв'язку:** Забезпечують можливість підключення IoT-пристрою до мережі Інтернет або інших пристроїв. Існують різні типи модулів зв'язку, включаючи Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee, LoRaWAN та стільникові модулі (GSM, LTE, NB-IoT) [6]. Вибір відповідного модуля залежить від необхідної дальності зв'язку, швидкості передачі даних, енергоспоживання та особливостей мережевої інфраструктури [7].

**Джерела живлення:** Забезпечують енергією всі компоненти IoT-пристрою. Джерелами живлення можуть бути батареї (різних типів та ємностей), сонячні панелі або підключення до електромережі через адаптер. Вибір джерела живлення визначається вимогами до автономності роботи пристрою, його енергоспоживанням та умовами експлуатації.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 12   |

## 1.4 Вибір мікроконтролера

Насьогодні є великий вибір мікроконтролерів, що можуть стати основою IoT системи. Для проекту автоматизованої системи акваріуму було обрано чотири претенденти серед різних виробників. Серед них Raspberry Pi Pico W, Arduino Uno R4 WiFi / MKR WiFi 1010, BeagleBone Green Wireless, ESP32 LoLin32 Lite. Усі розглянуті плати мають вбудовану або можливість підключення до мережі Wi-Fi, що є критичним для віддаленого моніторингу через мобільні додатки (наприклад, Blynk, MQTT чи Web Server).

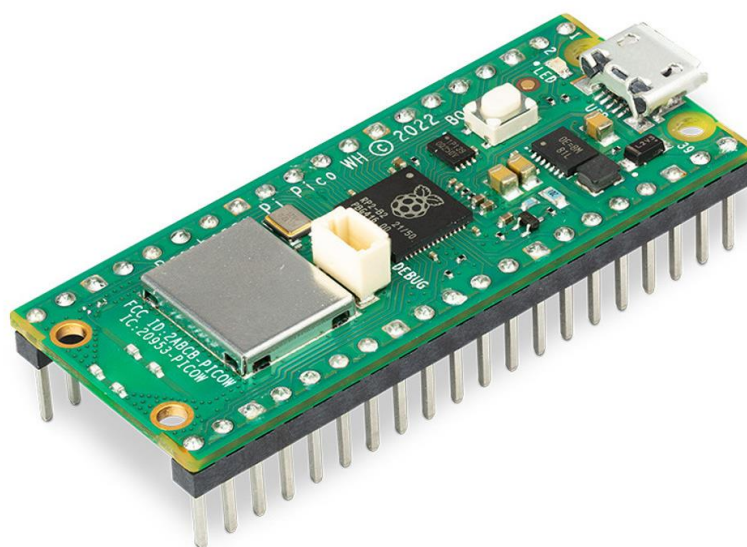


Рисунок 1.3 - Raspberry Pi Pico W

Raspberry Pi Pico W — це бюджетна мікроконтролерна плата на основі двоядерного процесора RP2040 (Cortex-M0+), з доданим модулем Wi-Fi (Infineon CYW43439). Це розширена версія оригінального Pico, яка орієнтована на IoT-проекти. Перевага мікроконтролера в його низькій ціні, близько 5 доларів. Підтримка MicroPython та C/C++ значно спрощує програмування. Плата має низьке енергоспоживання, що дуже важливо для автономних систем. Також досить гнучке GPIO розведення (26 GPIO, включаючи SPI, I2C, UART, PWM, ADC) [8].

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 13   |

Серед недоліків, відсутність апаратного RTC — потрібен зовнішній модуль для точного часу. Також відсутній Bluetooth, але тут він не обов'язковий.

Підходить для базового управління акваріумом, якщо не потрібна Bluetooth-функціональність. Доступні GPIO дозволяють підключити кілька реле, сенсорів (температури, освітлення, води). Однак, необхідно забезпечити контроль за живленням та обмеженим простором програмної пам'яті для складніших проєктів.



Рисунок 1.4 - Arduino Uno R4 WiFi

Arduino Uno R4 WiFi / MKR WiFi 1010 є представником нових поколінь Arduino з Wi-Fi та Bluetooth-модулями. Uno R4 WiFi — потужна плата на базі Cortex-M4 з підтримкою Arduino IDE 2 [9]. MKR WiFi 1010 — компактна плата, спеціально створена для IoT із фокусом на енергоефективність. Чудово підходить для комерційно-орієнтованих рішень, де важлива безпека передачі даних. Підійде для керування реле, сенсорами температури, освітлення. MKR має компактні розміри і підтримує живлення від акумулятора — хороший вибір для автономних систем.



Рисунок 1.5 - BeagleBone Green Wireless

BeagleBone Green Wireless - це повноцінний одноплатний комп'ютер з ARM Cortex-A8, який працює під керуванням Linux (Debian). Розроблено для промислових застосунків і складних обчислювальних задач [10].

Перевагою плати є повноцінна операційна система Linux та велика кількість GPIO (до 65), підтримка ADC, PWM, UART. Можливість запуску веб-серверів, баз даних, Python-скриптів. Мікроконтролер надає промисловий рівень стабільності, але великі розміри та надмірне споживання енергії є суттєвими недоліками. Також плата відносно дорога та складна в програмуванні. BeagleBone Green Wireless - це розумний вибір для складних проєктів, де потрібно виконувати обробку даних, підключення до хмари або веб-інтерфейс керування. Проте для простого керування освітленням, обігрівачем, фільтром — надмірний. Доцільний лише у разі потреби в розширених функціях.

ESP32 LoLin32 Lite — це варіант ESP32 від компанії Wemos з фокусом на зменшену вартість. Вона має потужний чіп ESP32 (двоядерний Tensilica Xtensa LX6), вбудовані Wi-Fi та Bluetooth, але трохи менше флеш-пам'яті та спрощене розведення. Значною перевагою мікроконтролера є його низька вартість. ESP32 має велику кількість поціновувачів, тому є багато прикладів

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 15   |

проектів та коду. Підтримка Arduino, ESP-IDF, MicroPython. Підтримка deep sleep режиму, що покращує енергоефективність [11].



Рисунок 1.6 - ESP32 LoLin32 Lite

Недоліком плати є схильність до перегрівання при активному Wi-Fi/BLE. Також немає спеціального захисту та екранування для промислового використання. Загалом це найкращий варіант через ціну та можливості, що надає мікроконтролер. ESP32 LoLin32 Lite дозволяє легко реалізувати керування реле (освітлення, обігрівач, фільтр), читання даних із температурного сенсора DS18B20, фоторезистора, сенсорів рівня води тощо. Підтримка Blynk, MQTT, OTA-оновлень — без проблем. Достатньо портів, щоб розширювати систему.

Основна структура IoT-пристрою може являти собою автономний сенсорний вузол, що складається з ESP32, одного або кількох датчиків та джерела живлення (акумулятор для віддалених датчиків) [12]. Для передачі даних можуть використовуватися різні варіанти підключення, такі як Wi-Fi для безпосереднього підключення до Інтернету, Bluetooth для локальної комунікації, LoRa для зв'язку на великі відстані з низьким енергоспоживанням та ESP-NOW для швидкої комунікації між пристроями ESP. Застосування такої

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 16   |

архітектури включає моніторинг довкілля (метеостанції), розумне сільське господарство (датчики вологості ґрунту) та просте збирання даних.

Для пристроїв, що працюють від акумулятора, важливе значення має використання режимів низького енергоспоживання, таких як глибокий сон, а також вимкнення Wi-Fi та Bluetooth, коли вони не використовуються.

#### Переваги ESP32 Lolin Lite:

- Компактність: Lolin Lite має зменшені розміри порівняно з іншими ESP32 модулями, що є перевагою для невеликих пристроїв.

- Енергоспоживання: Цей модуль оптимізований для роботи з низьким енергоспоживанням, що важливо для автономних пристроїв.

- Інтеграція: Як і всі ESP32 модулі, підтримує двохдіапазонний Wi-Fi (2.4 GHz) та Bluetooth (BLE), забезпечуючи універсальність у підключенні.

- Підтримка протоколів: Модуль може працювати із популярними протоколами, такими як MQTT, HTTP, WebSocket тощо, що робить його ідеальним для IoT-рішень.

- Поточна реалізація потребує меншого розміру, меншого енергоспоживання чи нових можливостей Bluetooth BLE, це може бути ключовим фактором вибору.

- Технічні особливості: Можливі відмінності в пам'яті чи обробці сигналів, які краще підходять для задач проєкту.

Плата оснащена 32-бітним двоядерним процесором з частотою 240 МГц та має 4 МБ флеш-пам'яті, що дозволяє працювати з різними мовами програмування, такими як MicroPython, LUA, та C/C++ у середовищі Arduino IDE. Живлення Lolin32 можна здійснювати від літій-полімерного акумулятора з максимальним зарядним струмом 500 мА або через micro-USB [13].

Плата має 25 портів загального призначення. При цьому всі контакти підтримують режим переривання. Максимальний струм на одному виводі: 12 мА.

#### 1.5 Пристрої виведення

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 17   |

У відповідності до структурної схеми (рис.1.11) до пристроїв виведення відносяться:

- LED лампа;
- Фільтр;
- Підігрів води.

Оскільки фільтр, підігрів води і елементи освітлення є досить потужними, то їх ввімкнення відбувається за допомогою релейного модуля (рис.1.8). Одноканальний модуль реле на 5В використовується для комутації навантаження в електричних ланцюгах за допомогою сигналу низького рівня (LOW), що дозволяє керувати реле через мікроконтролери. Модуль призначений для комутації навантаження з напругою до 250В змінного струму або до 30В постійного струму і струмом до 10А, що дозволяє керувати різноманітними електроприладами. Реле має один електромеханічний контакт, який активується подачею керуючого сигналу. Коли на вхідний пін подається сигнал низького рівня (0 В), контакт реле замикається, і струм проходить через навантаження. Відсутність оптичної ізоляції означає, що реле не захищає мікроконтролер від високих напруг.



Рисунок 1.8 - одноканальний модуль реле

## 1.6 Пристрої введення

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 18   |

До пристроїв введення, у відповідності до структурної схеми(рис.1.12), можна віднести [15]:

- Сенсор освітлення;
- Сенсор температури;
- Сенсор Ph.

Датчики для IoT систем надають цінні дані для підвищення ефективності, безпеки та контролю якості. Від моніторингу умов довкілля до відстеження стану конструкцій та управління ресурсами. Існує широкий спектр додатків. Вибираючи правильні датчики, враховуючи ключові характеристики, такі як точність, надійність, енергоспоживання та вартість, та дотримуючись ретельного процесу інтеграції, компанії можуть використовувати можливості IoT для досягнення кращих результатів своїх проектів.

Сенсор освітлення побудований на базі звичайного фоторезистора і представлено на рис.1.9. Аналоговий датчик освітлення на основі фоторезистора GL5528 використовується для вимірювання рівня освітленості в різних середовищах. Він є простим, надійним та недорогим рішенням для застосувань у системі автоматизації, електроніці розумного дому, робототехніці та інших сферах.

Принцип дії: опір фоторезистора змінюється залежно від інтенсивності світла, що падає на його поверхню. Зі збільшенням освітленості опір зменшується.

Характеристики GL5528:

1. Діапазон робочої освітленості: 10-1000 лк.
2. Опір у темряві (10 лк): 20–50 кОм.
3. Опір при сильному освітленні (1000 лк): 0,5 МОм.
4. Максимальна напруга: 150 В
5. Максимальна потужність: 90 мВт

Час реакції фоторезистора - кілька десятків мілісекунд. Фоторезистор GL5528 підключається послідовно з резистором. Цей ланцюг формується як подільник напруги, що генерує змінний аналоговий сигнал (напругу) залежно від освітленості. Застосування: детектор фотоспалаху, автоспалах для камери, контроль на виробництві, фотоперемикач, електронні іграшки [14].



Рисунок 1.9 - Сенсор освітлення

В якості сенсору температури води використано DS18B20 у вологозахищеному корпусі, який представлено на рис. 1.10. DS18B20 – це потужний цифровий температурний датчик, який вирізняється високим рівнем точності та зручністю використання в проєктах на основі Arduino та інших платах. Він працює за інтерфейсом OneWire, що дає змогу під'єднати кілька датчиків до одного піна завдяки унікальним ID у кожного з них. Це робить DS18B20 чудовим вибором для саморобок, де потрібна висока точність і можливість під'єднання безлічі датчиків[16].

Основні характеристики DS18B20:

1. Точність і діапазон вимірювань: Діапазон від  $-55$  до  $125^{\circ}\text{C}$  із заявленою точністю близько  $0,5^{\circ}\text{C}$  за умови 12-бітної роздільної здатності.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 20   |

2. Роздільна здатність, що налаштовується: Роздільну здатність можна встановити від 9 до 12 біт, що впливає на швидкість і точність оновлення показань.

3. Висока завадозахищеність: Оскільки дані передаються по цифровому інтерфейсу, завадозахищеність підвищується, що дає змогу використовувати довгі дроти (до 10 м).

4. Можливість живлення по лінії даних: За необхідності датчик можна живити через лінію даних, однак це не завжди рекомендується через обмеження.

Робота з бібліотекою: Існують бібліотеки, наприклад, Gyver DS18B20, які спрощують використання датчика. Вона надає методи для зчитування температури та налаштування роздільної здатності.

Основний процес складається з ініціалізації, запиту вимірювання та читання даних. Першим потрібно зробити ініціалізацію, тобто підключити бібліотеку та створити об'єкт датчика. Для початку вимірювання, викликається метод `requestTemp()`. Після чого данні зчитуються за допомогою методу `getTemp()`, що повертає температуру після перетворення.

DS18B20 дає змогу швидко і просто вимірювати температуру, підходить для застосування в аматорських проєктах і в низці професійних рішень.



Рисунок 1.10 - DS18B20

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 21   |

Для вимірювання рівня кислотності води у проєкті було використано датчик Gravity: Analog pH Sensor / Meter Kit від компанії DFRobot. Цей датчик складається з двох частин [27]:

- рН-електрод, який занурюється у воду;
- модуль перетворення сигналу (signal board), який підключається до мікроконтролера.

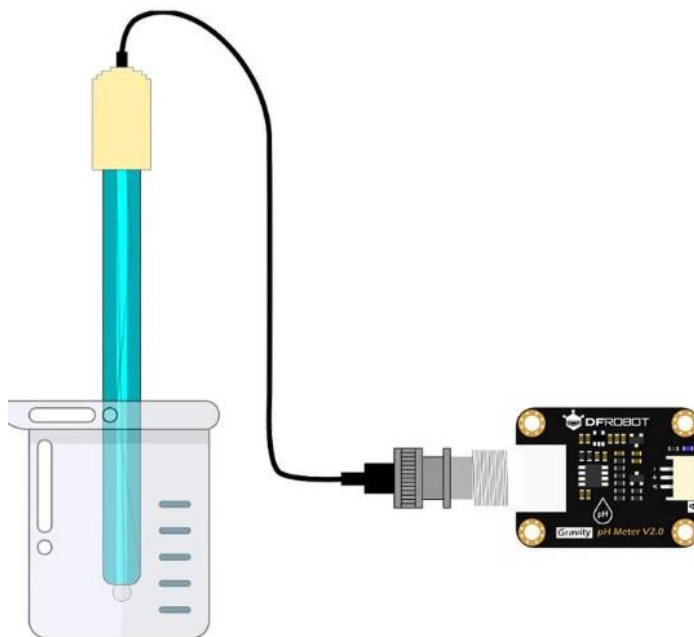


Рисунок 1.11 - Gravity: Analog pH Sensor / Meter Kit

Принцип роботи такий, що електрод подає аналоговий сигнал, який відображає рівень рН. Модуль перетворює цей сигнал у напругу від 0 до приблизно 3.0 Вольта. ESP32 читає цю напругу через аналоговий вхід і на основі неї обчислює значення рН.

Датчик рН підключається до ESP32 через аналоговий вхід і дозволяє постійно вимірювати кислотність води. Це корисно для контролю стану акваріума або в інших екологічних IoT-проєктах. Значення можна автоматично надсилати на хмарну платформу Blynk IoT для віддаленого моніторингу.

### 1.7 Розробка структурної схеми

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 22   |

Вибір оптимальної структури IoT-пристрою на базі ESP32 залежить від конкретної сфери застосування. Наприклад, для розумного будинку можуть підійти структури з веб-сервером для керування освітленням та кліматом. Для промислового моніторингу можуть бути кращими автономні сенсорні вузли, що передають дані через LoRa на шлюз [12]. Для портативних медичних пристроїв важливими є низьке енергоспоживання та компактність, що може бути досягнуто за допомогою одноядерних моделей ESP32 та BLE.

Інтеграція з платформою Blynk IoT дозволяє не лише виводити поточні параметри на мобільний пристрій користувача, але й реалізувати дистанційне та автоматичне керування системою. Такий підхід підвищує рівень комфорту, надійності та ефективності обслуговування акваріума.

Інформацію з сенсорів рівня освітлення та температури води модуль ESP32 передає до хмарного середовища Blynk IoT. Після чого дані про ввімкнене освітлення, температуру води можна побачити через інтерфейс користувача в додатку Blynk IoT, який розміщується на смартфоні. Керування певними виконавчими механізмами може відбуватись як вручну, так і автоматично. Зокрема, якщо рівень освітлення знизиться, автоматично вимкнеться освітлення.

Живлення схеми відбувається від стандартного блоку живлення 5В. При цьому від напруги 5В живиться блок керування насосом, вентилятором, освітленням і підігрівом води. Решта вузлів схеми живиться від напруги 3.3В.

У результаті розгляду структурної схеми автоматизованої системи керування акваріумом було визначено основні апаратні компоненти та принципи їх взаємодії. Модуль ESP32 виступає центральним елементом системи, забезпечуючи обробку даних з сенсорів температури та освітлення, а також керування виконавчими механізмами – LED-освітленням, фільтром і підігрівом води.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 23   |

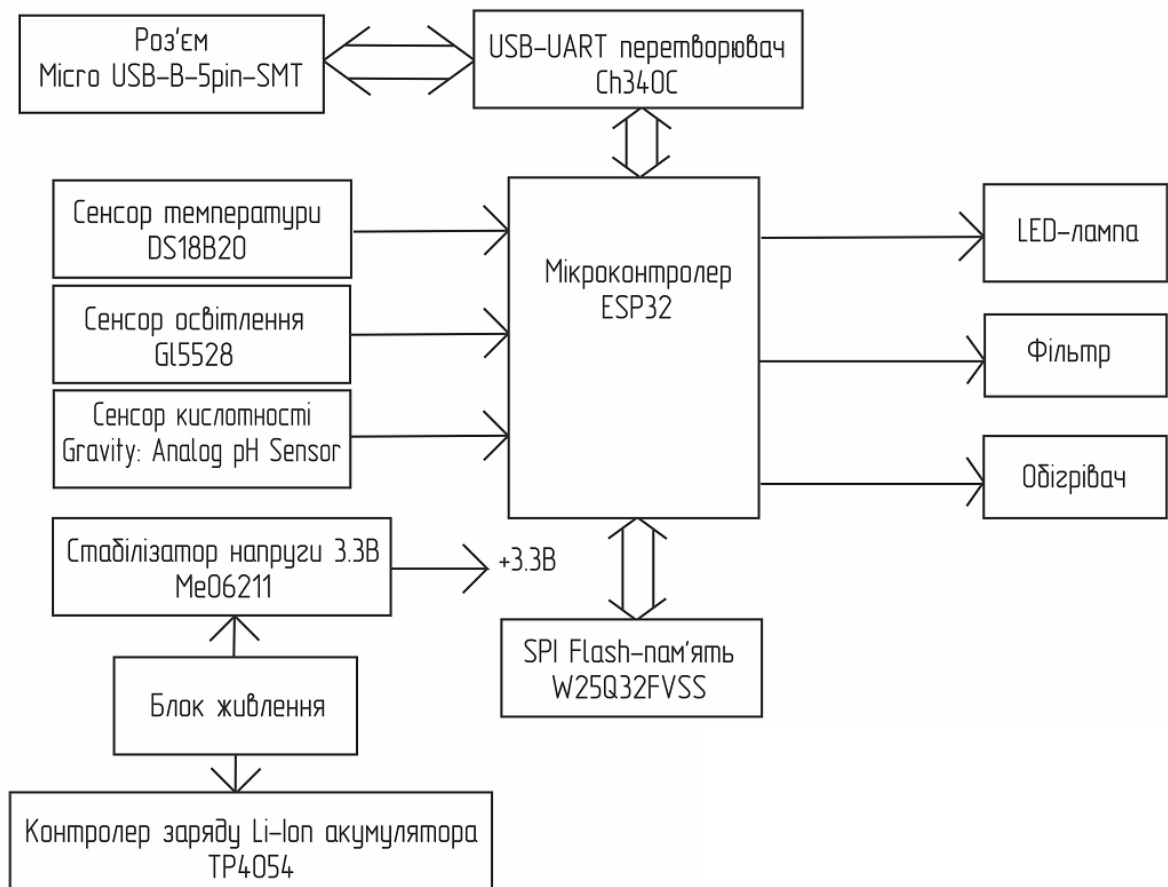


Рисунок 1.12 - Структурна схема

Передбачене використання стабілізатора напруги дозволяє жити мікроконтролер та сенсори стабільною напругою 3.3 В, тоді як виконавчі пристрої працюють від 5 В. Це забезпечує надійну та безпечну роботу всієї системи.

У першому розділі було розглянуто теоретичні основи створення системи автоматизованого керування акваріумом. Проаналізовано вимоги до функціональності, визначено необхідні компоненти системи, включаючи сенсори, мікроконтролер ESP32, реле, джерело живлення тощо. Обґрунтовано вибір мікроконтролера та протоколів зв'язку, а також побудовано структурну схему системи. Проведений аналіз показав, що запропоноване рішення є оптимальним за технічними характеристиками та вартістю для умов середовища застосування.

## 2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АЛГОРИТМУ

### 2.1 Особливості застосування сервісу Blynk IoT

Blynk являє собою low-code IoT платформу, розроблену для бізнесу та індивідуальних розробників. Ця платформа є комплексним набором програмного забезпечення, необхідного для прототипування, розгортання та віддаленого керування підключеними електронними пристроями будь-якого масштабу, починаючи від невеликих особистих IoT-проектів і закінчуючи мільйонами комерційних підключених продуктів. Blynk дозволяє користувачам створювати власні мобільні додатки для операційних систем iOS та Android без необхідності написання жодного рядка коду, використовуючи інтуїтивно зрозумілий інтерфейс з функцією перетягування елементів [18].

Для користувачів доступна як стандартна хмарна інфраструктура Blynk, так і можливість розгортання власного приватного сервера, що надає додатковий контроль над даними та інфраструктурою.

Використання Blynk IoT має ряд значних переваг, серед яких слід відзначити значне скорочення часу та фінансових витрат на розробку IoT-проектів, високу простоту використання платформи, що робить її доступною навіть для користувачів без глибоких знань у програмуванні, високу масштабованість рішень, що дозволяє легко розширювати проекти від прототипів до комерційних впроваджень, гнучкість у виборі апаратного забезпечення та способів підключення, а також вбудовані механізми безпеки для захисту даних та пристроїв.

|           |      |           |        |          |  |          |      |         |
|-----------|------|-----------|--------|----------|--|----------|------|---------|
|           |      |           |        |          | КПТР.210210.01.14 ПЗ                     |          |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум.  | Підпис | Дата     | Система керування акваріумом на базі IoT | Літ.     | Арк. | Акрушів |
| Розроб.   |      | Терещенко |        | 16.08.25 |  |          |      | 63      |
| Перевір.  |      | Петрушак  |        | 16.08.25 |  |          |      |         |
| Реценз.   |      |           |        |          |  |          |      |         |
| Н. Контр. |      | Стецюк    |        | 16.08.25 |  |          |      |         |
| Затверд.  |      | Підченко  |        | 16.08.25 | Пояснювальна записка                     | ФІТ, ХНУ |      |         |

Серед цікавих DIY-проектів на базі Blynk IoT можна знайти системи керування поливом рослин, розумні годівниці для домашніх тварин, що дозволяють автоматично годувати улюбленців за розкладом, системи керування гаражними воротами з можливістю віддаленого відкриття та закриття, а також різноманітні проекти, пов'язані з моніторингом якості повітря та освітленням. Велика кількість таких проектів, розроблених ентузіастами, свідчить про популярність та доступність платформи Blynk IoT для широкого кола користувачів, які цікавляться створенням власних рішень для розумного будинку.

Для спрощення керування великою кількістю однотипних пристроїв Blynk IoT використовує шаблони (templates), що дозволяють застосовувати однакові налаштування та конфігурації до цілих груп пристроїв. Важливою функцією є також можливість керування прошивками пристроїв, включаючи віддалене оновлення програмного забезпечення через Інтернет (OTA - Over-The-Air), що дозволяє підтримувати актуальність програмного забезпечення та додавати нові функції без необхідності фізичного доступу до пристроїв [18].

Сервіс також успішно використовується для розробки промислових та комерційних IoT-рішень. Серед прикладів комерційного застосування можна виділити системи моніторингу та керування кліматичним обладнанням (HVAC), що дозволяють компаніям віддалено контролювати та оптимізувати роботу систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Blynk IoT також використовується для створення систем відстеження активів та керування автопарками, що дозволяє підприємствам контролювати місцезнаходження свого обладнання та транспортних засобів у режимі реального часу.

Blynk складається з трьох основних компонентів [20]:

- Blynk App — мобільний додаток, у якому створюється та налаштовується інтерфейс для управління пристроями.
- Blynk Server — обробляє зв'язок між додатком і пристроями. Існує також можливість розгорнути власний сервер для кастомних проектів.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 23   |

- Blynk Library — програмне забезпечення для мікроконтролерів, яке забезпечує зв'язок із сервером Blynk.

## 2.2 Підключення мікроконтролера до Blynk IoT

Для того, щоб керувати процесами життєдіяльності акваріуму з мобільного додатка, потрібно підключити мікроконтролер до сервіса Blynk IoT.

Першим кроком є реєстрація в сервісі Blynk IoT та створення нового проекту. Буде надано унікальний токен проекту, який необхідно буде використовувати для з'єднання додатку з Blynk-сервером. Після створення проекту можна налаштувати віджети (кнопки, слайдери тощо), які будуть використовуватися для керування акваріумом [18, 19].

Для цього потрібно зробити налаштування шаблону (Template). У розділі "Templates" натискаємо кнопку "New Template". Там потрібно вказати:

- Назву шаблону (наприклад, "Aqua Project")
- Тип пристрою (Generic Board або ESP32)
- Підтримку інтерфейсу (Datastreams, Web/Mobile Dashboard)

Після створення шаблону автоматично генеруються параметри для підключення: Template ID, Device Name та Auth Token.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 24   |

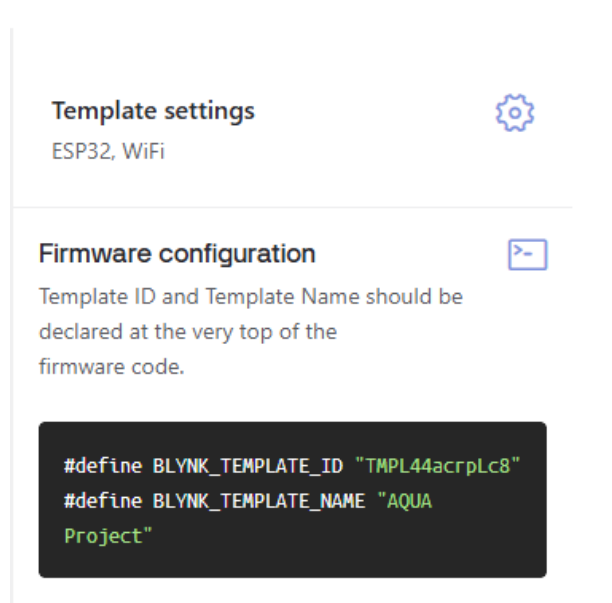


Рисунок 2.1 – Налаштування проекту в Blynk IoT

Щоб реалізувати дистанційне керування або передачу даних з мікроконтролера на сервер потрібно додати віртуальні пini. Для кожного сенсора або елемента керування (наприклад, температура, кнопка фільтра, автоматичне освітлення) створюється окремий Datastream. Наприклад:

- V0 – температура з DS18B20 (тип: Virtual Pin, Data type: Double)
- V1 – керування освітленням (тип: Virtual Pin, Data type: Integer)
- V2 – кнопка "Авто" (режим автоматичного керування)
- V6 – Ph (тип: Virtual Pin, Data type: Double)

У вкладці "Web Dashboard" або "Mobile Dashboard" розміщуються елементи керування. Gauge для відображення температури. Button для вмикання/вимикання освітлення, обігрівача, фільтра. Slider або Switch для налаштувань автоматичного режиму.

Для забезпечення зв'язку між обладнанням аквіріумом та додатком на смартфоні потрібно підключити мікроконтролер до Blynk IoT. Blynk підтримує різні платформи, такі як Arduino, Raspberry Pi, ESP32 та інші. В нашому випадку було обрано мікроконтролер на платформі ESP32. Для підключення використовується спеціальний токен, що надається сервісом.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 25   |

Оскільки використовується мікроконтролер на платформі ESP32 Lolin D32 Lite, потрібно підключати бібліотеку BlynkSimpleEsp32.h.

Приклад підключення:

```
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
```

Перед підключенням потрібно завантажити бібліотеку “Blynk by Volodymyr Shymansky” в Arduino IDE (рис2.3).

```
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL44acrpLc8"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "AQUA Project"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "qLu9hsHJCDSII97Tn9w3EAKEG6GbuigB"
```

Рисунок 2.2 – Код з’єднання пристрою з сервером Blynk

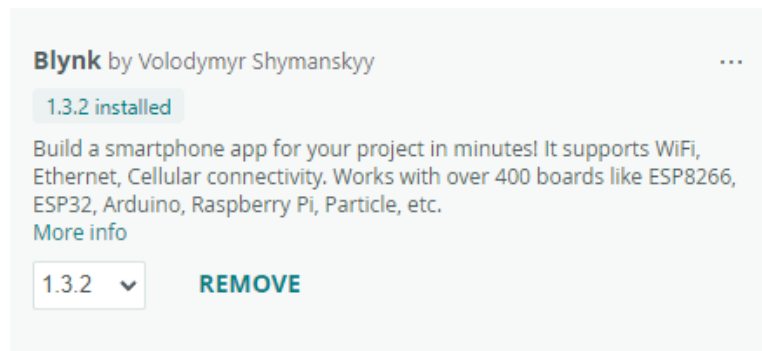


Рисунок 2.3 – Підключення бібліотеки Blynk IoT в Arduino IDE

Переваги використання Blynk IoT:

- Швидка розробка — мінімізація часу на створення мобільного застосунка;
- Гнучкість — можливість швидко змінювати логіку керування або інтерфейс;
- Віддалений доступ — користувач може керувати акваріумом з будь-якої точки світу;
- Масштабованість — можливість додавання нових функцій (моніторинг рівня води, автоматична підміна, вимірювання рівня Ph тощо).

Узагальнюючи, розробка додатку для системи керування акваріумом в сервісі Blynk IoT включає кілька основних кроків, таких як реєстрація та налаштування проекту, підключення мікроконтролера до Blynk, налаштування віджетів у додатку Blynk, реалізацію функціоналу акваріуму та тестування. За допомогою Blynk IoT ви можна створити потужний та зручний додаток для керування акваріумом, який забезпечить користувачам зручність та контроль.

### 2.3 Розробка алгоритму та інтерфейсу

Blynk був розроблений для Інтернету речей. Він може контролювати апаратне забезпечення віддалено та відображати дані датчиків, він може зберігати дані, візуалізувати їх і робити багато інших цікавих речей. Для привильної роботи системи потрібно розробити алгоритм, який буде враховувати усі процеси. Алгоритм буде відображати автоматизовану частину пристрою керування акваріумом. Тобто, роботу освітлення та обігрівача води.

Крім автоматичного IoT-система керування акваріумом має ручний режим. Виконання всіх операцій здійснюється послідовно, починаючи з основних параметрів середовища. Система вже має підключені сенсори, що забезпечують дані про температуру води та рівень освітленості.

Якщо рівень освітленості менший за встановлене значення (наприклад, для денного світла), автоматично вимикається штучне освітлення. Зранку з сонячним світлом LED - лампа знову ввімкнеться. Зниження температури води буде призводити до вмикання нагрівача. Система постійно контролює температуру води. Інформація про температуру води також відображається в додатку.

Програмне забезпечення для плати ESP32 розроблене з використанням стандартних бібліотек [21]:

- WiFi;
- WiFiClient;

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 27   |

- BlynkSimpleEsp32;
- GyverDS18.h;

Алгоритм роботи пристрою автоматичного керування акваріумом представлено на рис. 2.4 [22].

Уся логіка керування пристроєм реалізована у вигляді окремих функцій, що підвищує зручність модифікації та супроводу коду. Дані з Blynk синхронізуються з реальним станом пристрою за допомогою virtualWrite.

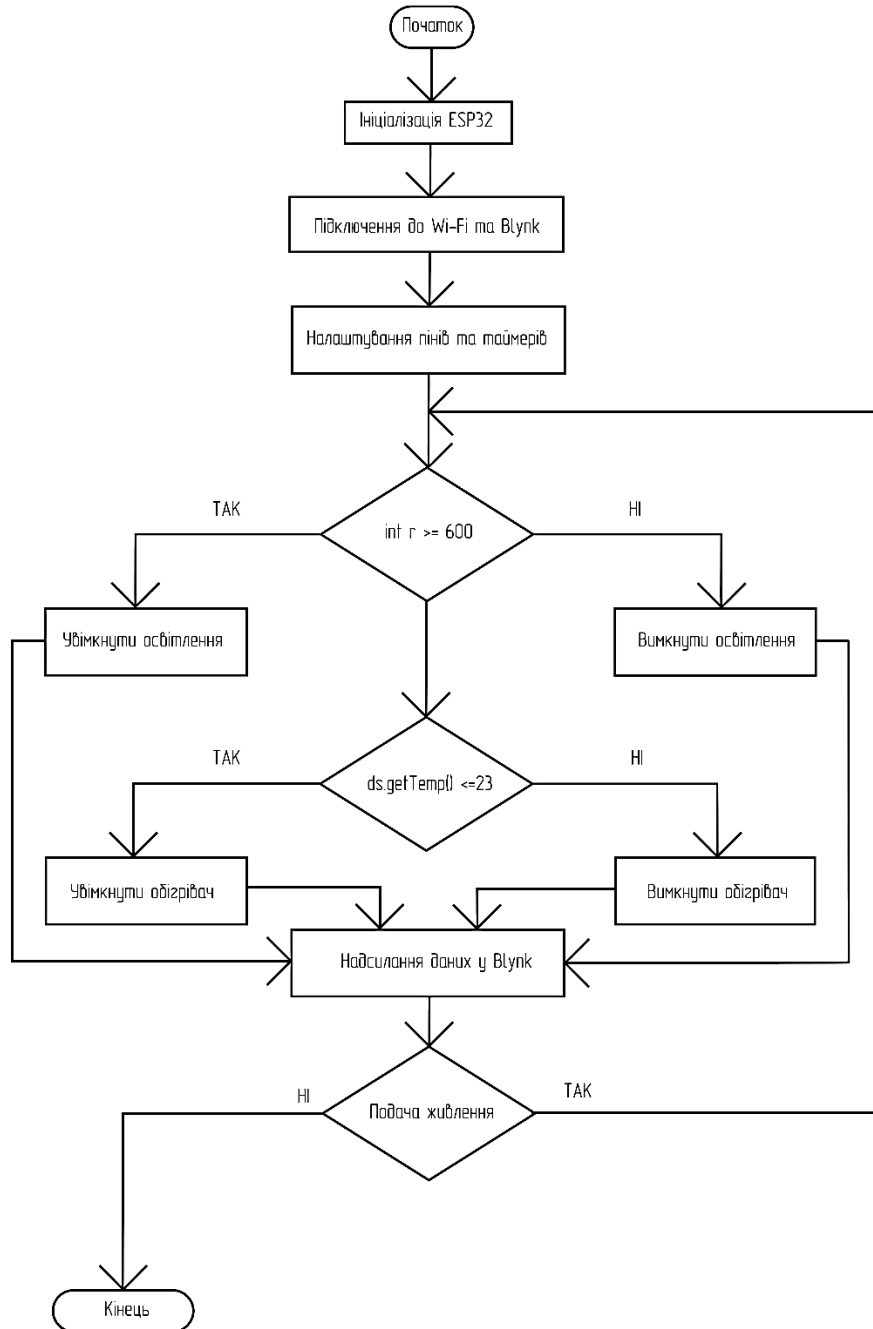


Рисунок 2.4- Алгоритм IoT-системи керування акваріумом

Порядок роботи IoT-системи керування акваріумом:

1. Початок роботи циклу: Відбувається ініціалізація системи та перехід до циклічного опитування датчиків.

2. Зчитування значень температури води та освітленості: Знімаються показники з фоторезистора та цифрового датчика температури DS18B20, підключених до відповідних пінів контролера ESP32.

3. Аналіз рівня освітлення: Якщо в акваріумі зафіксовано недостатній рівень освітленості (умовно «темно»), система автоматично вмикає освітлення. У разі достатнього природного освітлення — система залишає стан без змін.

4. Аналіз температури води: Якщо температура води опускається нижче встановленого порогового значення (наприклад, 24 °C), вмикається обігрівач. Якщо температура в нормі або вища — обігрівач залишається вимкненим.

5. Виведення інформації в Blynk: Усі зібрані дані (температура, рівень освітлення, стан системи) передаються до хмарного серверу Blynk для відображення у веб- або мобільному інтерфейсі.

6. Завершення одного циклу та повторення: Після виконання дій система повертається до початку циклу та повторює опитування сенсорів через секунду.

На рис.2.4 наведено алгоритм функціонування системи в автоматичному режимі, де керування освітленням та температурою води здійснюється на основі показників сенсорів. Уся логіка реалізується циклічно з постійною перевіркою умов довкілля. Алгоритм є простим, лінійним і ефективним для побутових автоматизованих систем. Такий підхід забезпечує базову адаптивність до змін довкілля без складної логіки. У майбутньому систему можна розширити додатковими умовами (графік фільтрації, контроль рН, сповіщення тощо).

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 29   |

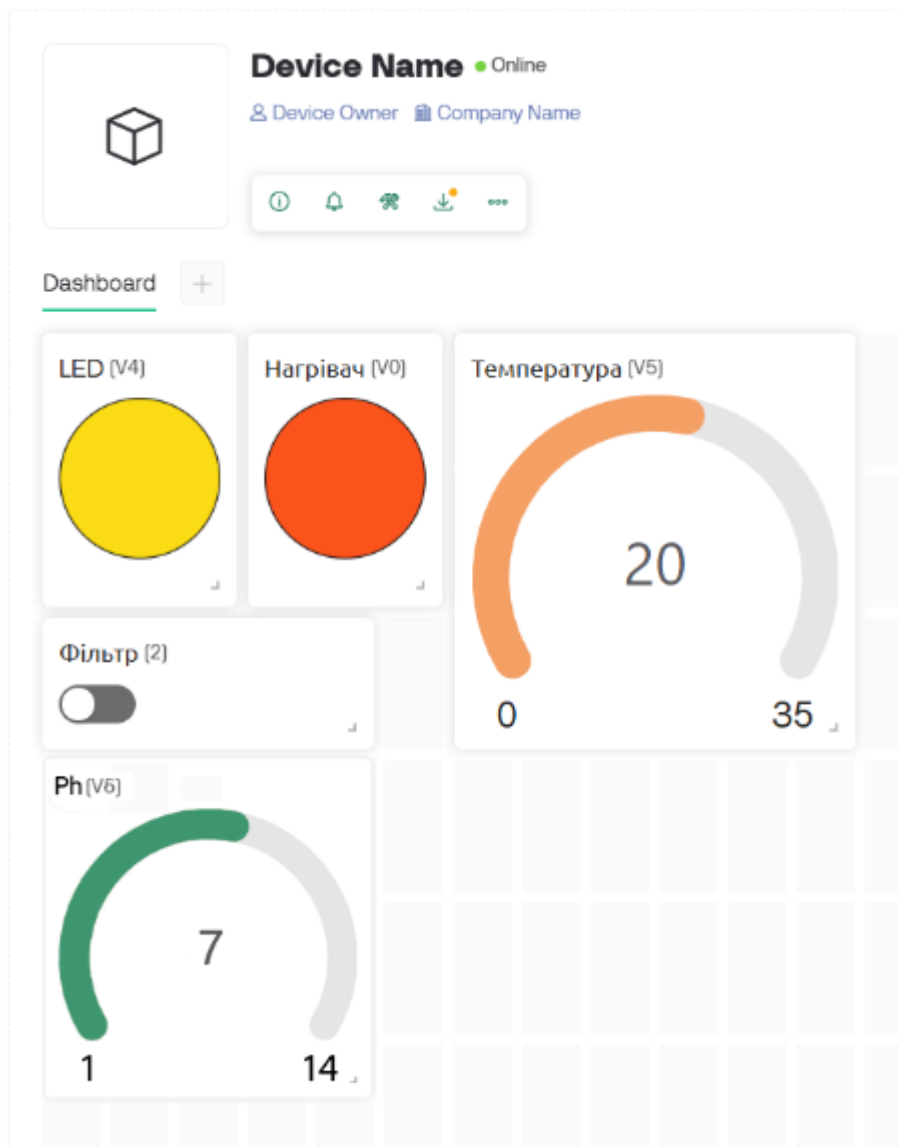


Рисунок 2.5- Веб-інтерфейс системи керування акваріумом

Для управління акваріумом та моніторингу його стану використовується веб-інтерфейс із наступними віджетами:

1. Віджети для відображення параметрів середовища (Gauge):  
Температура води (°C): Відображає температуру води в акваріумі.
2. Віджети для індикації стану (LED):
3. Кнопки для управління (Switch): Управління фільтром та обігрівачем:  
Дозволяє вмикати/вимикати пристрої вручну за потреби. Фільтр: Вмикає насос для циркулювання води в акваріумі.

Розроблений інтерфейс забезпечує (рис2.5):

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 30   |

1. Інтуїтивно зрозумілий дизайн: Проста та функціональна структура, яка дозволяє користувачам зручно керувати пристроями.

2. Реальний час: Зчитування й оновлення даних з датчиків через хмарний сервер Blynk.

3. Інтеграція API: Використання API Blynk для обміну даними між веб-інтерфейсом і пристроями.

4. Розширюваність: Можливість додавання нових функцій і пристроїв до системи.

Віджети дозволяють виводити показники сенсорів, керувати пристроями, активувати режими роботи тощо. Їх можна розміщувати як у веб-інтерфейс так і у мобільному застосунку. Обидва інтерфейси синхронізовані з шаблоном пристрою, що забезпечує єдину логіку взаємодії з системою.

У даному проєкті було використано такі основні типи віджетів:

1. Індикатор (Gauge) — використовується для виведення поточної температури води, отриманої з датчика DS18B20. У віджеті встановлюється межа відображення значень (наприклад, від 0 °C до 35 °C), одиниця вимірювання (°C), а також кольорові зони, які дозволяють візуально розрізнити нормальні та критичні значення.

2. Перемикач (Switch) — використовується для активації або деактивації автоматичного режиму керування. Віртуальний пін V3 пов'язано з логічним значенням: 0 — ручний режим, 1 — автоматичний. У автоматичному режимі увімкнення або вимкнення систем освітлення, обігріву та фільтрації відбувається на основі поточних показників сенсорів.

3. Індикатор (LED) — використовується для індикації роботи внутрішніх пристроїв. Якщо LED – лампа працює, індикатор буде підсвічуватися жовтим, в іншому випадку буде сірим. Так само з нагрівачем, його робочий стан супроводжується червоним індикатором.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 31   |

## Web Dashboard

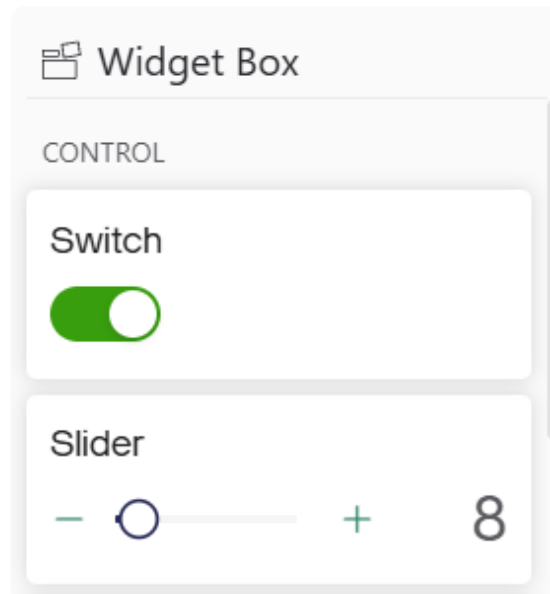


Рисунок 2.6 - вкладка Web Dashboard

Для додавання кожного з віджетів виконується такий порядок дій:

1. Відкривається вкладка Web Dashboard(рис.2.6) або Mobile Dashboard у шаблоні пристрою.
2. За допомогою кнопки "Add Widget" обирається необхідний тип елемента керування.
3. Встановлюється зв'язок з відповідним потоком даних (наприклад, V0, V1, V2).
4. Задаються інтерфейсні параметри: назва, одиниці вимірювання, межі значень, колір, підписи станів.
5. Зміни зберігаються, після чого інтерфейс стає доступним для взаємодії з пристроєм у реальному часі.

Таким чином, Blynk дозволяє без написання мобільного або веб-застосунку реалізувати повноцінний інтерфейс керування для IoT-пристрою. Всі дані надходять до хмарного сервера Blynk, звідки передаються у візуальному вигляді на смартфон або браузер користувача. Це робить систему зручною, масштабованою та придатною для реального використання в побуті.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 32   |

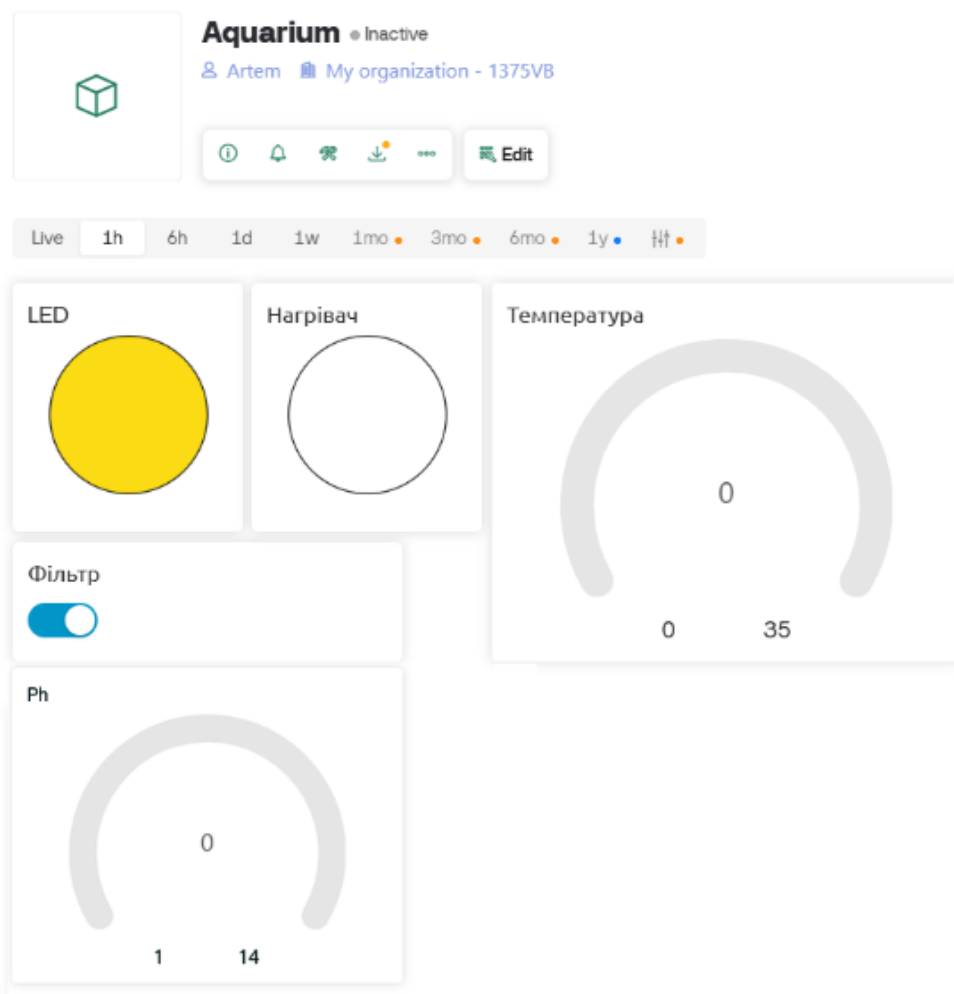


Рисунок 2.6 - Інтерфейс додатку IoT-системи автоматичного керування акваріумом

На даному етапі важливо розробити веб-інтерфейс для інтеграції з платформою Blynk, що дозволяє віддалено управляти IoT-пристроями та отримувати дані про їхній стан. У ході роботи досліджено можливості Blynk для створення інтерактивних елементів управління, таких як кнопки, слайдери, графіки та індикатори.

## 2.4 Розробка програмного забезпечення для обробки даних від сенсорів

Спочатку потрібно підключити бібліотеки та ідентифікатори проекту в сервісі Blynk IoT. Це здійснюється за допомогою прописування токена «BLYNK\_AUTH\_TOKEN» та назви проекту «AQUA Project». Вони дозволяють підключити ESP32 до керування на сайті, або до застосунку на телефоні.

```
5  #include <WiFi.h>
6  #include <WiFiClient.h>
7  #include <BlynkSimpleEsp32.h>
8  #include <GyverDS18.h>
```

Рисунок 2.7 - Підключені бібліотеки

WiFi.h — підключення до Wi-Fi;

BlynkSimpleEsp32.h — зв'язок з Blynk;

GyverDS18.h — робота з датчиком температури DS18B20.

Для підключення пристроїв та сенсорів, потрібно зробити оголошення пінів [23].

```
15  // Піни
16  #define PHOTO_Pin 25
17  #define TEMP_Pin 4
18  #define ledPin 2
19  #define Heater 13
20  #define Filter 15
21  #define PH_Pin 35 // пін рН-датчика (аналоговий вхід)
22
```

Рисунок 2.8 – Прописування пінів

Так було оголошено, що фоторезистор підключено до піна 25, датчик температури – 4, LED-лампа -2, обігрівач – 13, фільтр – 15.

Таблиця 2.1 – Підключення пристроїв до ESP32.

| Пристрій                          | Назва піна ESP32 | Тип піна           | Призначення                                |
|-----------------------------------|------------------|--------------------|--|
| Led-лампа                         | GPIO2            | Цифровий<br>OUT    | Вмикання/<br>вимикання                     |
| Обігрівач                         | GPIO13           | Цифровий<br>OUT    | Керування<br>обігрівачем                   |
| Фільтр                            | GPIO15           | Цифровий<br>OUT    | Керування<br>фільтром                      |
| Кнопка керування фільтром (Blynk) | V6               | Віртуальний<br>пін | Вмикання/<br>Вимикання<br>фільтра з(Blynk) |
| Сенсор освітлення                 | GPIO25           | Аналоговий<br>IN   | Зчитування рівня<br>освітлення             |
| Сенсор температури                | GPID4            | Цифровий<br>IN     | Зчитування<br>температури<br>води          |
| Сенсор кислотності води           | GPIO5            | Аналоговий<br>IN   | Зчитування рівня<br>кислотності            |

Глобальні змінні  $r$  та  $t$  відповідають за значення сенсорів.

1.  $int\ r$  - рівень освітлення (значення з фоторезистора);
2.  $float\ t$  - змінна для температури;
3.  $float\ pHValue$  - змінна для Ph;
4.  $ds$  — створення об'єкта для роботи з датчиком температури;
5.  $timer$  — спеціальний таймер Blynk, який виконує функції через певний час.

Для керування через додаток Blynk IoT потрібно створити віртуальні піни.

```
28 WidgetLED led0(V0); // Індикатор обігрівача
29 WidgetLED led4(V4); // Індикатор освітлення
30 WidgetLED led1(V1); // Індикатор фільтра
31
```

Рисунок 2.9 – Підключення віртуальних пінів

Налаштування функції void setup() [24]:

```
34 void setup() {
35   Serial.begin(115200);
36   Blynk.begin(auth, ssid, pass);
37
38   pinMode(ledPin, OUTPUT);
39   pinMode(Heater, OUTPUT);
40   pinMode(Filter, OUTPUT);
41
42   digitalWrite(ledPin, LOW);
43   digitalWrite(Heater, LOW);
44   digitalWrite(Filter, LOW);
45
46   ds.begin();
47
48   // Таймери
49   timer.setInterval(1000L, PHOTO_SENSOR);
50   timer.setInterval(2000L, TEMP_SENSOR);
51 }
```

Рисунок 2.10 – Підключення віртуальних пінів

pinMode() встановлює, що пін буде виходом.

digitalWrite(..., LOW) вимикає пристрій на початку.

ds.begin() запускає датчик температури.

timer.setInterval(...) запускає функції з затримкою.

Цикл loop() – це головний цикл програми [25]:

```
53 // Головний цикл
54 void loop() {
55     Blynk.run();
56     timer.run();
57 }
```

Рисунок 2.10 – Вигляд головного циклу в ArduinoIDE

Blynk.run() — підтримує зв'язок із додатком.

timer.run() — перевіряє, чи пора виконати функції.

Функція void PHOTO\_SENSOR() забезпечує роботу освітлення.

```
59 // Обробка освітлення
60 void PHOTO_SENSOR() {
61     r = analogRead(PHOTO_Pin);
62     Serial.print("Light Level: ");
63     Serial.println(r);
64
65     if (r <= 600) {
66         digitalWrite(ledPin, HIGH);
67         led4.on();
68     } else {
69         digitalWrite(ledPin, LOW);
70         led4.off();
71     }
72 }
73
```

Рисунок 2.11 – Функція роботи фоторезистора - PHOTO\_SENSOR()

Коли значення фоторезистора більше або дорівнює 600, то світло вмикається. Якщо в кімнаті темно світло вмикається.

Для роботи фоторезистора була створена функція void TEMP\_SENSOR(), що забезпечує роботу обігрівача.



## BLYNK\_WRITE(V1)

```
93 // Обробка керування фільтром з Blynk (віртуальний пін V1)
94 BLYNK_WRITE(V1) {
95     int value = param.asInt(); // 1 - увімкнути, 0 - вимкнути
96     if (value == 1) {
97         digitalWrite(Filter, HIGH);
98         led1.on();
99         filterState = true;
100    } else {
101        digitalWrite(Filter, LOW);
102        led1.off();
103        filterState = false;
104    }
105 }
```

Рисунок 2.14 – Функція керування фільтром

Це дозволяє слідкувати за значенням кнопки або перемикача у Blynk, який підключений до віртуального пину V1. Якщо кнопка натиснута (`value == 1`) — вмикається фільтр. Якщо відпущена (`value == 0`) — вимикається.

Завдяки підключенню внутрішнього таймера бібліотеки `blynk` є можливість послідовно з певною затримкою вмикати функції безпосередньо у функції `void setup()`:

```
timer.setInterval(1000L, PHOTO_SENSOR);
```

```
timer.setInterval(2000L, TEMP_SENSOR);
```

Таким чином код програми є розділеним на певні блоки, які виконуються циклічно один за одним.

У другому розділі було розроблено повноцінне програмне забезпечення для управління IoT-системою моніторингу акваріума. На основі мікроконтролера ESP32 та сервісу Blynk IoT реалізовано функціонал для збору, обробки та виводу інформації з датчиків температури та освітлення.

Створено алгоритм роботи системи з урахуванням специфіки акваріумного середовища, реалізовано функції зчитування, обробки та виведення даних із сенсорів температури та освітлення. За допомогою платформи Blynk IoT розроблено інтуїтивно зрозумілий мобільний та веб-

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

інтерфейси, що дозволяють у режимі реального часу віддалено керувати пристроями.

Здійснено підключення сенсорів через відповідні пін-коди. Особливу увагу приділено організації зручного інтерфейсу користувача – мобільного та веб-додатка з індикаторами, кнопками та віртуальними пін-кодами для управління пристроями в реальному часі.

Програмна логіка розроблена з урахуванням вимог до енергоефективності, безперервної роботи, масштабованості та зручності супроводу. Також реалізовано можливість подальшого розширення функціоналу системи за допомогою додаткових модулів і датчиків.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

## 3 РОЗРОБКА ПРИЦИПОВОЇ СХЕМИ

### 3.1 Схеми електричних принципових датчиків та їх підключення

DS18B20 — це цифровий термометр, розроблений компанією Dallas Semiconductor, що забезпечує точні температурні вимірювання у цифровому форматі [16].

Блок-схема рис.3.1 демонструє основні компоненти датчика DS18B20. Цей пристрій має чотири основні складові [17]:

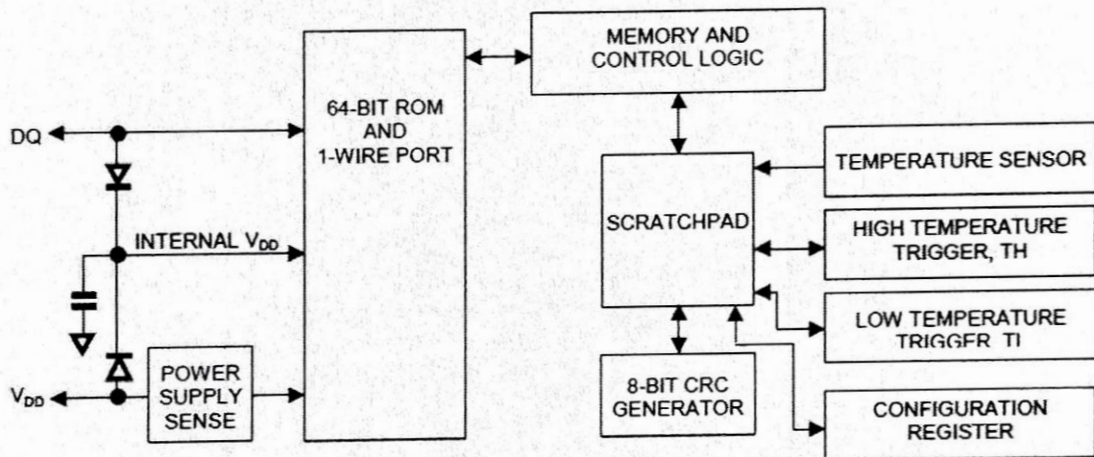


Рисунок 3.1- Блок-схема DS18B20

- 64-бітна вбудована лазером ROM-пам'ять,
- датчик температури,
- невидаювані тригери температурної сигналізації TH і TL,
- регістр конфігурації.

|  |           |          |                    |          |
|--|-----------|----------|--------------------|----------|
| <b>КПТР.210210.01.14 ПЗ</b>              |           |          |                    |          |
| Змн.                                     | Арк.      | № докум. | Підпис             | Дата     |
| Розроб.                                  | Терещенко |          | <i>[Signature]</i> | 16.06.25 |
| Перевір.                                 | Петрушак  |          | <i>[Signature]</i> | 16.06.25 |
| Реценз.                                  |           |          | <i>[Signature]</i> |          |
| Н. Контр.                                | Стецюк    |          | <i>[Signature]</i> | 17.06.25 |
| Затверд.                                 | Підченко  |          |                    |          |
| Система керування акваріумом на базі IoT |           |          |                    |          |
| Пояснювальна записка                     |           |          |                    |          |
|  |           |          | Літ.               | Арк.     |
|  |           |          |                    | Акрушів  |
|  |           |          |                    | 63       |
| ФІТ, ХНУ                                 |           |          |                    |          |

Схема рис3.2 показує типове підключення цифрового датчика температури DS18B20 до мікроконтролера за допомогою шини 1-Wire. Датчик може працювати у паразитному живленні, коли живлення не підключається, але тоді потрібно забезпечити спеціальні умови, тому стандартне підключення з живленням є надійнішим.

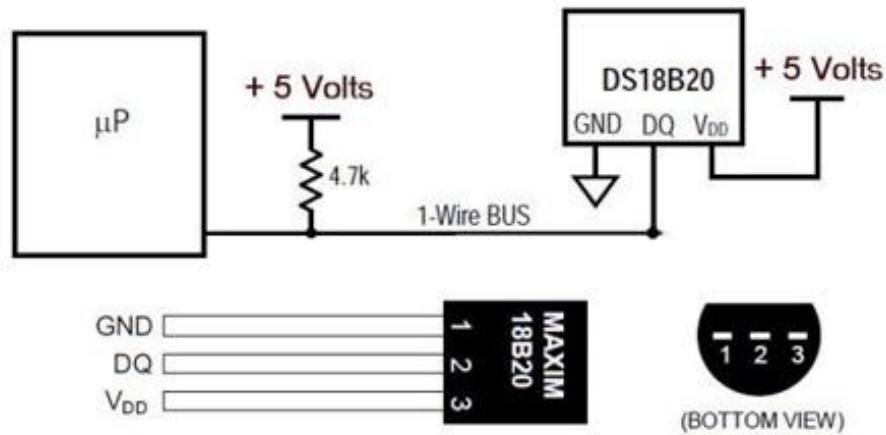


Рисунок 3.2 - Схема підключення DS18B20

DQ (центральний пін) підключається до цифрового входу мікроконтролера.

Між DQ та живленням обов'язково встановлюється підтягуючий резистор на 4.7 кОм — це потрібно для правильної роботи шини 1-Wire.

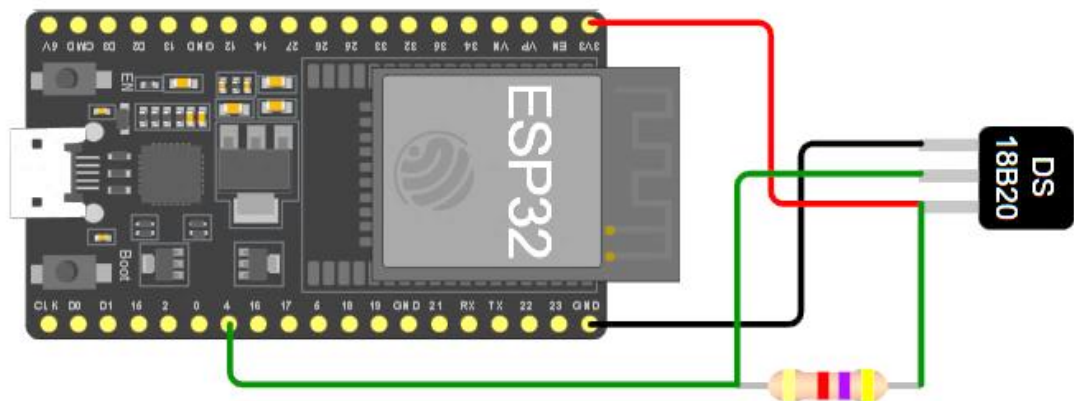


Рисунок 3.3 – Приклад підключення датчика температури до ESP32

DS18B20 може живитися через шину 1-Wire, накопичуючи енергію в внутрішньому конденсаторі під час високого рівня сигналу на лінії. У моменти, коли рівень сигналу низький, пристрій продовжує працювати за рахунок накопиченої енергії, поки рівень сигналу знову не стане високим для поповнення заряду конденсатора. DS18B20 можна жити від зовнішнього джерела напругою від 3 до 5,5 В.

В якості сенсору освітлення використовується фоторезистор GL5528. Фоторезистор з'єднується послідовно зі звичайним резистором, утворюючи подільник напруги. Один кінець цього ланцюга підключається до напруги живлення мікроконтролера. Інший кінець підключається до "землі". Точка з'єднання між фоторезистором та постійним резистором підключається до аналогового входу (ADC) мікроконтролера.

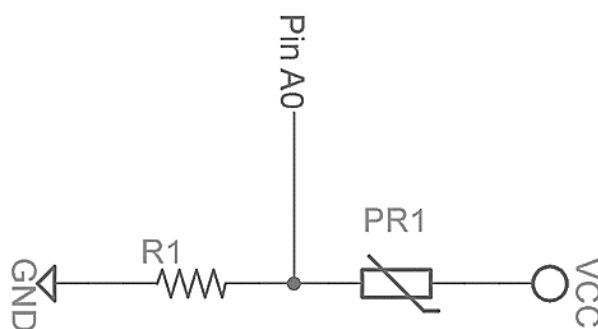


Рисунок 3.4 - Схема підключення GL5528

Фоторезистори часто використовуються з мікроконтролерами (наприклад, Arduino, ESP32, Raspberry Pi) для вимірювання рівня освітленості. Оскільки мікроконтролери зазвичай вимірюють напругу, а не опір безпосередньо, фоторезистор підключають за схемою подільника напруги.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 44   |

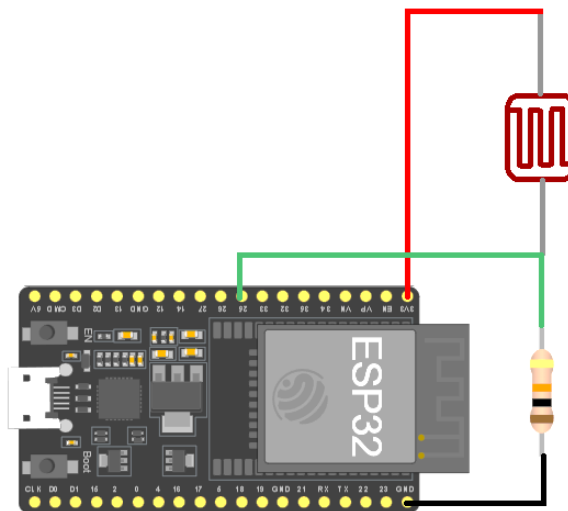


Рисунок 3.5 - Приклад підключення датчика освітлення до ESP32

Напруга в точці з'єднання, яку зчитує мікроконтролер, залежить від співвідношення опорів фоторезистора та постійного резистора.

Коли освітленість змінюється:

- Яскраве світло: опір зменшується. Залежно від схеми, напруга буде або збільшуватися, або зменшуватися.
- Темрява: опір збільшується. Відповідно, напруга також зміниться.

Мікроконтролер перетворює цю аналогову напругу на цифрове значення, яке потім можна використовувати в програмі для прийняття рішень (наприклад, ввімкнути світло при настанні темряви, або як в нашрму випадку нвавпаки вимкнути).

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                      | 45   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      |      |

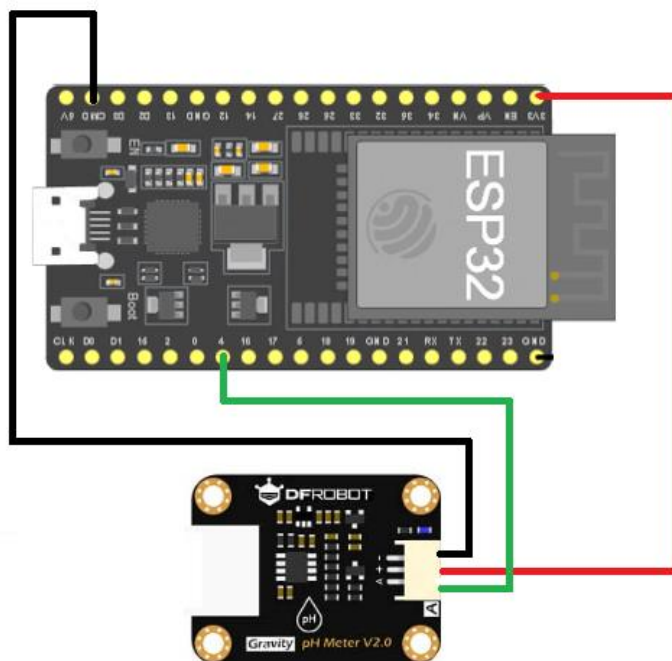


Рисунок 3.6 - Приклад підключення датчика кислотності до ESP32

Ph-електрод — це довга скляна трубка з чутливим елементом на кінці. Всередині міститься рідина (зазвичай хлорид калію) та електрод із срібла, покритий хлоридом срібла. Він має спеціальну мембрану, яка контактує з розчином, у який його занурюють. Цей електрод вимірює електричний потенціал між середовищем і внутрішньою рідиною — саме ця різниця і залежить від рН. Електрод рН працює за принципом електрохімічної різниці потенціалів. Залежно від концентрації іонів водню ( $H^+$ ) у розчині, змінюється напруга на виході електрода. Модуль-перетворювач сигналу (Signal Conditioning Board). Це невелика плата, яка: приймає слабкий аналоговий сигнал з електрода; підсилює його (бо сигнал дуже малий — мілівольти); згладжує шум (через фільтр); виводить напругу (0–3.0 В), яку вже може зчитати ESP32. Таким чином, цей модуль перетворює "сирій" аналоговий сигнал з рН-електрода у зручний аналоговий рівень для мікроконтролера.

Основним елементом схеми є мікроконтролер ESP32, що виконує функції обробки сигналів від сенсорів і керування виконавчими пристроями. До виводів мікроконтролера підключені наступні компоненти:

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 46   |

Датчик температури DS18B20, підключений до цифрового входу GPID4 з використанням підтягувального резистора номіналом 4,7 кОм до лінії живлення 3.3В.

Фоторезистор, з'єднаний з аналоговим входом через подільник напруги на базі резистора, підключений до GPIO25.

Сенсор кислотності Gravity: Analog pH Sensor, підключений до (GPIO5).

Реле для керування навантаженням: освітлення (GPIO2), обігрівач (GPIO15), фільтр (GPIO13). Кожен виконавчий елемент підключений до окремого порту керування і заживлюється від зовнішнього джерела (напругою 5В або 12В, залежно від специфікації елементів).

Модуль живлення забезпечує стабілізовану напругу 3.3В для ESP32 та 5В для реле, що керують виконавчими пристроями. Окремі функціональні блоки забезпечують модульність системи: сенсорний блок, блок керування (ESP32), виконавчий блок (реле), а також блок живлення. Це дозволяє зручно обслуговувати або модернізувати пристрій у майбутньому.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 47   |

### 3.2 Розрахунки підключення пристроїв

Розрахунки для підключення пристроїв автоматичного пристрою керування акваріумом: ESP32, датчика температури DS18B20, фоторезистора, LED-лампи, нагрівача та водяної помпи — з урахуванням живлення, керування через реле та захисту компонентів.

Загальне споживання одного реле:

$$I_{\text{реле}} = 3 \cdot 70\text{mA} = 210\text{mA} \quad (3.1)$$

Загальне споживання логіки:

$$I_{\text{заг}} = 210\text{mA} + 500\text{mA} = 710\text{mA} \quad (3.2)$$

Реле керується транзистором, через який проходить струм обмотки реле. GPIO — через резистор  $R_b \approx 1 \text{ k}\Omega$  — база транзистора. Транзистор (типу NPN, 2N2222) комутує обмотку реле на землю. Зворотний діод (1N4007) встановлюється паралельно обмотці для захисту від ЕРС самоіндукції.

Розрахунок базового резистора:

$$R_b = \frac{V_{\text{Gpio}} - V_{\text{BE}}}{I_b} = \frac{3.3\text{V} - 0.7\text{V}}{1\text{mA}} \quad (3.3)$$

для надійності можна використати  $R_b = 1 \text{ k}\Omega$ .

Датчик DS18B20 підключається до будь-якого GPIO ESP32. Сигнальний дріт з'єднаний із GPIO (наприклад, GPIO 15), паралельно якому встановлено підтягуючий резистор  $4.7 \text{ k}\Omega$  до  $+3.3 \text{ V}$ :

$$R_{\text{pull-up}} = 4.7\text{k}\Omega \quad (3.4)$$

Це забезпечує коректну роботу по 1-Wire протоколу.

Фоторезистор підключається до аналогового входу ESP32 через дільник напруги. Один контакт фоторезистора підключається до  $+3.3 \text{ V}$ , другий — через резистор  $R=10 \text{ k}\Omega$  на землю. Сигнал знімається з точки між фоторезистором і резистором.

Напруга на аналоговому вході ESP32:

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 48   |

$$V_{in} = \frac{R}{R+R_{LDR}} \cdot C_{cc} \quad (3.5)$$

При освітленні:

$$R_{LDR} = 5 \text{ k}\Omega \rightarrow V_{in} \approx 0.67 \cdot 3.3\text{В} = 2.21\text{В} \quad (3.6)$$

$$R_{LDR} = 100 \text{ k}\Omega \rightarrow V_{in} \approx 0.09 \cdot 3.3\text{В} = 0.297\text{В} \quad (3.7)$$

де  $R_{LDR}$ — опір фоторезистора, що змінюється від освітлення.

Усі виконавчі пристрої (LED-лампа, нагрівач, водяний фільтр) працюють від мережі 220 В, тому для керування використовується модуль реле, який ізольований від ESP32 оптопарою. Кожне реле підключене до окремого GPIO (наприклад, GPIO 2 — LED, GPIO 13 — нагрівач, GPIO 15 — водяний фільтр).

Виконавчі пристрої (LED-лампа, фільтр, нагрівач) живляться безпосередньо від мережі через контакти реле. Важливо враховувати максимальний струм споживання кожного пристрою:

$$P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} \quad (3.8)$$

LED-лампа має потужність 10 Вт, отже струм буде:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{10}{220} \approx 0.045\text{А} \quad (3.9)$$

Нагрівач має потужність 50 Вт:

$$I = \frac{50}{220} \approx 0.23\text{А} \quad (3.10)$$

Водяний фільтр має потужність 12 Вт:

$$I = \frac{12}{220} \approx 0.055\text{А} \quad (3.11)$$

$$P_{\text{пристроїв}} = 10\text{Вт} + 50\text{Вт} + 12\text{Вт} = 72\text{Вт} \quad (3.12)$$

$$P_{\text{логіки}} = 0,528\text{Вт} + 0,00495\text{Вт} + 0,00033\text{Вт} + 0,025 = 0,558\text{Вт} \quad (3.13)$$

$$P_{\text{загальна}} = 72\text{Вт} + 0,558\text{Вт} = 72,56\text{Вт} \quad (3.14)$$

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 49   |

### 3.3 Розробка схеми електричної принципової пристрою

Центральним елементом пристрою автоматичного керування акваріумом є мікроконтролер ESP32 Lolin32 Lite, який виконує обробку даних із сенсорів та керує виконавчими пристроями.

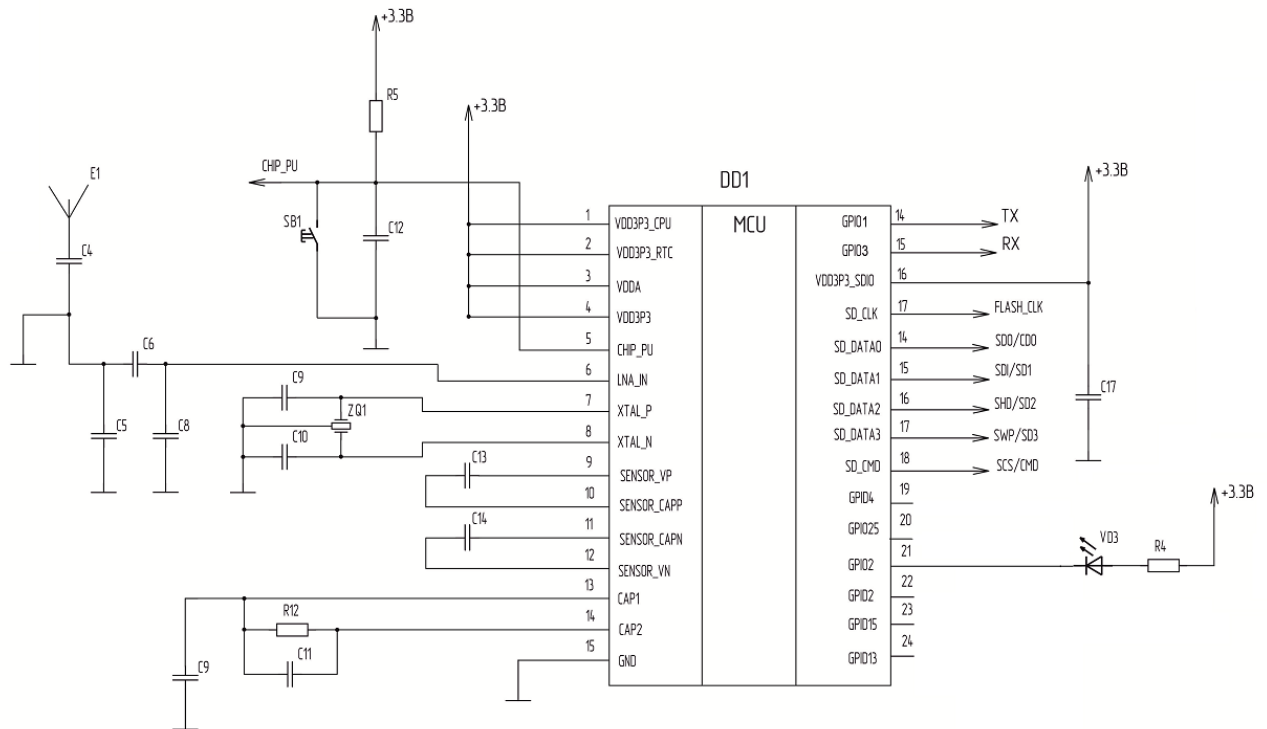


Рисунок 3.7 – Схема електрична принципова мікроконтролера ESP32 Lolin32 Lite

Інтерфейс USB реалізовано на базі чипа CH340C. Мікросхема DD2 CH340C є USB-UART перетворювачем, який дозволяє підключати пристрої з послідовним інтерфейсом до комп'ютера через USB. Ця модель має вбудований генератор тактової частоти, тому не потребує зовнішнього кварцового резонатора, що спрощує конструкцію пристрою та зменшує кількість компонентів. Мікросхема підтримує швидкість передачі даних до 2 Мбіт/с і може працювати при напрузі живлення 3.3 В або 5 В. CH340C широко використовується в різноманітних електронних пристроях, таких як Arduino,

3D-принтери, Raspberry Pi та інші, де необхідне перетворення USB в послідовний інтерфейс.

DA1 ME6211 — це малопадний лінійний стабілізатор напруги (LDO), який забезпечує стабільну вихідну напругу 3.3 В при живленні від вищої напруги (наприклад, 5 В) [11]. Часто використовується для живлення мікроконтролерів, Bluetooth-модулів,

- VD1 (B5819) — це Шотткі-діод, що захищає від зворотної напруги.
- VT1 (CJ2301) — це Р-канальний MOSFET, який слугує для автоматичного вибору джерела живлення (наприклад, між USB і батареєю).
- R1 — підтягуючий резистор для MOSFET.
- C1, C3 — фільтруючі конденсатори для стабільної роботи LDO.

DD4 UMН3N представляє собою подвійний цифровий NPN-транзистор з вбудованими резисторами, що спрощує конструкцію схем. Він постачається в компактному корпусі SOT-363 (UMT6) і підтримує струм колектора до 100 мА при нарузі до 50 В.

Мікросхема W25Q32FUSS є серійною флеш-пам'яттю об'ємом 32 Мбіт (4 Мбайт) з інтерфейсом SPI. Серійна флеш-пам'ять — це постійна пам'ять (не стирається при вимкненні живлення), яка зберігає: прошивку (програму), бібліотеки, дані конфігурації, файлову систему (наприклад, SPIFFS або LittleFS). Вона підключена до мікроконтролера через SPI (Serial Peripheral Interface). На платі встановлений зовнішній чип флеш-пам'яті, зазвичай на 4 або 8 мегабайт (наприклад, W25Q32). Цей чип з'єднано з ESP32 за допомогою SPI-шини, тобто:

Таблиця 3.1 – SPI шина.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 51   |

| Назва сигналу    | Призначення     | Підключено до ESP32 |
|------------------|-----------------|---------------------|
| MOSI             | Передача даних  | IO23                |
| MISO             | Прийом даних    | IO19                |
| CLK              | Тактова частота | IO18                |
| CS (Chip Select) | Вибір пристрою  | IO5                 |

Без цієї флешки ESP32 не працюватиме, тому що немає звідки запускати програму. Саме сюди ви завантажуєте скетч з Arduino IDE або PlatformIO. Можна зберігати налаштування, логи, HTML-файли, картинки тощо через файлову систему.

Таблиця 3.2 – Структура флеш-пам'яті W25Q32.

| Розділ флешки   | Вміст                              |
|-----------------|------------------------------------|
| Bootloader      | Код, що запускає основну програму  |
| Partition Table | Таблиця розділів                   |
| Firmware        | Код програми                       |
| SPIFFS/LittleFS | Файли, веб-сторінки, логи          |
| NVS             | Збереження налаштувань, параметрів |

DA2 TP4054 — це літєвий зарядний контролер з лінійною стабілізацією струму. Працює з одного джерела живлення ( $VCC = 4-8$  В, типово 5 В від USB). Контролює заряд Li-Ion/Li-Pol акумулятора через вихід BAT. Має індикатор зарядки (вивід CHRG). Встановлення зарядного струму через резистор R2 на піні PROG.

Обидва сенсори живляться від напруги +3.3 В (це стандартна напруга для ESP32 та багатьох сучасних сенсорів). Це означає, що:

До VCC підключено +3.3 В.

До GND — спільну землю.

Це необхідно, щоб сенсор працював та подавав правильний сигнал на мікроконтролер. Резистор R10 підтягує сигнал до +3.3 В — тобто, він робить так, щоб на вході мікроконтролера завжди була одиниця (логічне "1"), коли сенсор мовчить. Якщо сенсор подає сигнал "0", він перебиває цю напругу, і мікроконтролер "бачить" зміну.

Підтягуючий резистор — це дуже поширена практика для цифрових входів, щоб уникнути зависання сигналу.

Підключення фоторезисторів (або світлочутливих резисторів, LDR – Light Dependent Resistor) до мікроконтролера ESP32 має свої особливості. З точки зору схемотехніки фоторезистор — це резистор, опір якого зменшується при збільшенні освітлення [14]. Він не генерує сигнал самостійно, тому його потрібно включати в подільник напруги. Фоторезистор та звичайний резистор утворюють подільник напруги. Вивід між ними підключається до аналогового входу ESP32. Залежно від освітлення, опір фоторезистора змінюється, після чого змінюється напруга на вході ESP32. Потім сигнал переходить до АЦП. Це дозволяє вимірювати рівень освітлення у цифровому вигляді (0–4095 для 12-бітного АЦП ESP32).

Для керування зовнішніми виконавчими пристроями (LED-лампюю, водяною помпою та нагрівачем води) використано електромеханічні реле, які дозволяють комутувати лінії змінного або постійного струму з напругою до 220 В. Реле — це електромеханічний або твердотільний перемикач, який дозволяє керувати пристроями з високою напругою та струмом за допомогою низьковольтного цифрового сигналу від мікроконтролера (3.3 В ESP32). GPIO ESP32 з'єднується з IN-входом реле.

Реле керуються цифровими виходами мікроконтролера ESP32. Живлення реле забезпечується від окремого стабілізованого джерела +5 В. Для

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 53   |

захисту низьковольтної частини (логіки ESP32) від високовольтної (мережа 220 В) застосовано реле з оптоізоляцією.

Реле має три клеми: COM (спільна), NO (нормально розімкнута), NC (нормально замкнута) [26].

До COM подається фаза (або плюс), а NO з'єднується з пристроєм. Таким чином, коли реле активується, коло замикається, і пристрій працює. Кожен пристрій підключається через нормально розімкнутий контакт реле, що забезпечує його роботу лише при подачі сигналу з мікроконтролера.

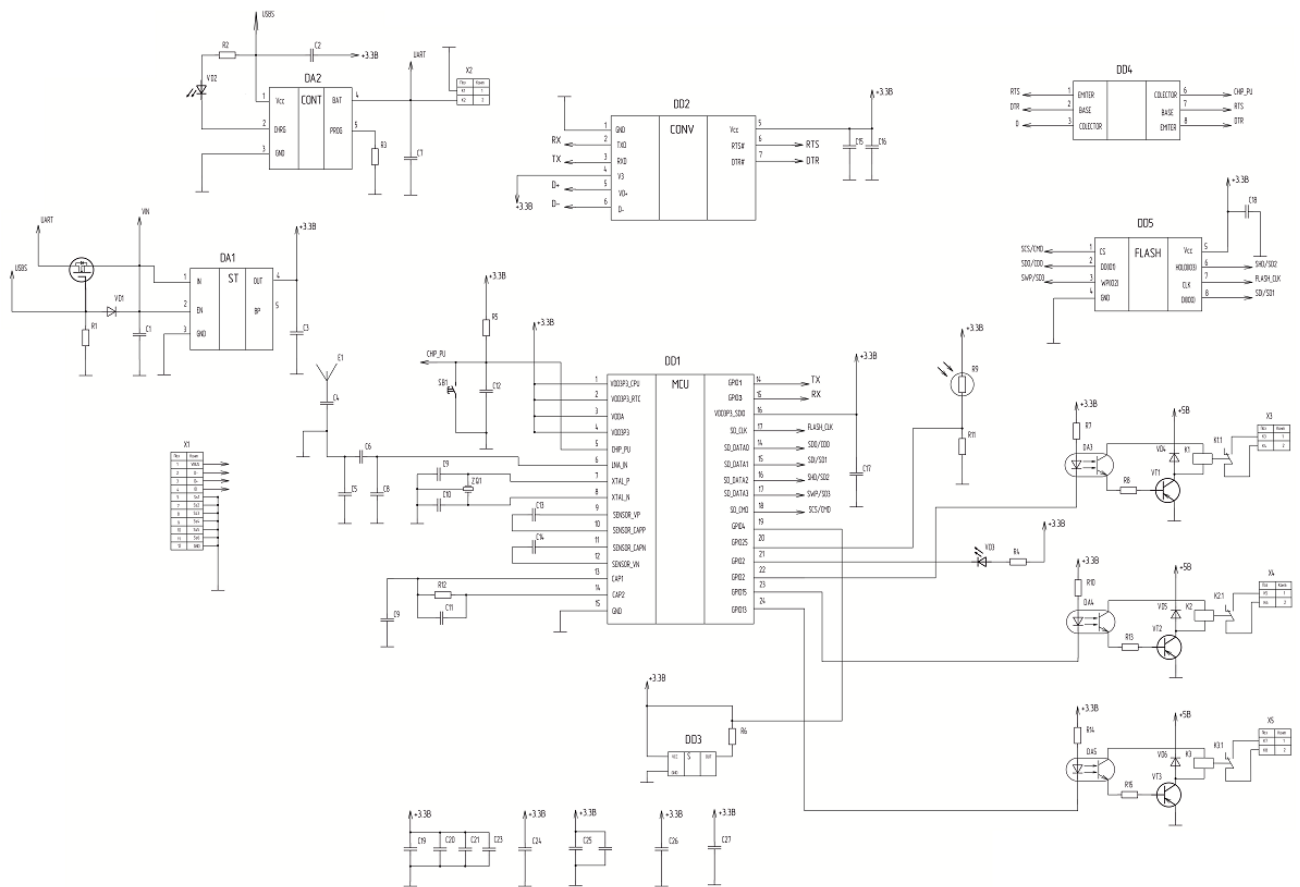


Рисунок 3.8 – Схема електрична принципова пристрою автоматичного керування акваріумом

У даному розділі була детально розроблена електрична принципова схема системи моніторингу, що включає всі ключові апаратні компоненти – мікроконтролер ESP32, сенсори температури, кислотності та освітлення, реле, виконавчі механізми (підігрівач, фільтр, світильник), а також джерело живлення.

Проведено розрахунки для коректного підключення сенсорів і виконавчих елементів з урахуванням номіналів струму, напруги та технічних характеристик елементної бази. Окрема увага приділена безпечному розділенню високовольтної та низьковольтної частини схеми, що мінімізує ризики при експлуатації.

Схема розроблена з урахуванням можливості її подальшої модифікації або масштабування. Всі компоненти підібрані так, щоб забезпечити стабільну та безперебійну роботу пристрою у побутових умовах. Таким чином, апаратна частина системи повністю відповідає поставленим завданням проекту та забезпечує ефективну інтеграцію з розробленим програмним забезпеченням.

|             |             |                 |               |             |                             |             |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-----------------------------|-------------|
|             |             |                 |               |             | <i>КПТР.210210.01.14 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                             | 55          |

## ВИСНОВКИ

У рамках виконання кваліфікаційного проєкту було реалізовано систему моніторингу стану акваріуму з використанням технологій Інтернету речей. Основним елементом розробки є мікроконтролер ESP32, до якого підключено цифровий сенсор температури DS18B20, фоторезистор для вимірювання освітленості та датчик кислотності води. Керування освітленням, обігрівачем і фільтром здійснюється за допомогою релейного модуля.

У роботі було здійснено аналіз вимог до сучасних IoT-систем, обрано відповідне апаратне забезпечення та протоколи зв'язку.

Розроблено структурну схему IoT-системи керування акваріумом та обрано пристрої введення і виведення даних. Було створено мобільний інтерфейс у Blynk IoT, що дозволяє дистанційно отримувати показники сенсорів та керувати пристроями. Реалізований алгоритм забезпечує автоматичну роботу обладнання за заданими умовами, що значно зменшує потребу в ручному втручанні.

Основні переваги розробленої системи:

- висока точність вимірювань;
- можливість автоматичного та ручного керування;
- дистанційний моніторинг через інтернет;
- гнучкість та можливість масштабування системи.

Такий підхід забезпечує не лише автоматизацію рутинних процесів, але й підвищує стабільність середовища існування водних організмів. Отже, запропоноване рішення може бути використане як основа для побудови інтелектуальних систем обслуговування акваріумів.

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 56   |

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. García Valverde, T., et al. Design and implementation of an automated aquarium system based on Arduino and IoT technologies. // *Sensors and Actuators A: Physical*, 2021.
2. Selvaraj, A., Vignesh, R., & Vinothkumar, K. (2022). Cultivation of Flowerhorn Species in Search of Superior Quality Seeds using IoT and Open CV. *Materials Today: Proceedings*, 51, 1550–1554.
3. А. О. Шихмат, З.Є. Верес (2024) Вибір протоколів для передачі даних з пристроїв Інтернету речей до постачальників хмарних послуг
4. Karunarathne, G.R.; Kulawansa, K.T.; Firdhous, M.M. Wireless Communication Technologies in Internet of Things: A Critical Evaluation. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Intelligent and Innovative Computing Applications (ICONIC)*, Plaine Magnien, Mauritius, 6–7 December 2018.
5. Е. Е. Малохвій, Г. І. Молчанов, Ю. В. Парижин (2022) Дослідження протоколів передачі даних в умовах Інтернету речей.
6. Motlagh, N. H., Mohammadrezaei, M., Hunt, J., & Zakeri, B. (2020). Internet of Things (IoT) and the Energy Sector. *Energies*, 13(2), 494.
7. Radoglou Grammatikis, P. I., Sarigiannidis, P. G., & Moscholios, I. D. (2020). Securing the Internet of Things: Challenges, Threats and Solutions. *Internet of Things*, 5, 41–70.
8. Raspberry Pi Foundation. *Raspberry Pi Pico W Datasheet*. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/pico-w.html>
9. Arduino. *Arduino Uno R4 WiFi – Technical Specifications* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-r4-wifi>
10. BeagleBoard.org. *BeagleBone Green Wireless – Technical Reference Manual* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://beagleboard.org/green-wireless>

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 57   |

11. ESP32 Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf)
12. Song, H. Y., & Han, H. (2022). A Design of a Parcel Delivery System for Point to Point Delivery with IoT Technology. *Sensors*, 22(23), 9356.
13. Wemos-ESP32-Lolin32-Board-BOOK-ENGLISH [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://megma.ma/wp-content/uploads/2021/08/Wemos-ESP32-Lolin32-Board-BOOK-ENGLISH.pdf>
14. Датчик освітленості GL5516 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod184-datchik-osveshhenosti-fotorezistor>
15. Koteswaramma N., Navya A., Singh P., Rajeshwari T., Mounika B. Automatic street light controlling Arduino system using LDR.
16. Цифровий датчик температури Sensor DS18B20 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1942-cifrovoi-datchik-temperatyri-sensor-ds18b20-dlya-sonoff-th10-th16>
17. DS18B20 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds18b20.pdf>
18. Blynk IoT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blynk.io/>
19. Blynk IoT швидкий старт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://oxorona.com/blynk-esp8266/>
20. Переклад документації Blynk українською [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://shoorik007.github.io>
21. Яворський Н. Б. Лабораторний практикум з дисципліни “Алгоритмізація та програмування”: навчальний посібник / Н. Б. Яворський, У. Б. Марікуца, М. І. Андрійчук, І. В. Фармага – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 191 с.

22. ЩО ТАКЕ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ І ЧОМУ ЦЕ ВАЖЛИВО? Доступ до ресурсу: <https://mikrotik.kpi.ua/index.php/courses-list/iot/79-what-is-the-internet-of-things-and-why-is-it-important>

23. Сагун А. В. Розробка програмних модулів для обміну даними у промислових мережах: [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладачі: А. В. Сагун, В. В. Хайдуров, І. А. Поліщук; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 103 с.

24. Баран В.С. Основи мікропроцесорної техніки: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка» / В.С.Баран, Г.Г.Власюк, Ю.О.Оникієнко, О.І.Смоленська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. –140 с.

25. Глухов О.В. Вивчення властивостей мікроконтролерів і електронних систем на базі платформи Ардуіно/ Глухов О.В., Кравчук О.О., Левченко Є.В.// навч. посібник для студентів ВНЗ. Харків: ХНУРЕ, 2019. – 192 с

26. 4-х канальний модуль реле 5В 10А з опторозв'язкою [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod206-4-h-kanalnii-modyl-rele-5v-10a>

27. Gravity: Analog pH Sensor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://forum.arduino.cc/t/unstable-voltage-from-ph-sensor/967386>

|      |      |          |        |      |                      |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
|      |      |          |        |      | КПТР.210210.01.14 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                      | 59   |

| Позиц. познач.       | Найменування  | Кіл. | Замітки |
|----------------------|---|------|---------|
|                      | Кварцові резонатори                                 |      |         |
| BQ1                  | JY40.000MHZ 4.000 МГц YJE (Jiangsu Jingyang)        | 1    |         |
|                      | Конденсатори  |      |         |
| C1,C3,C4,C12,C21,C24 | 1 мкФ ±10% 10В 0805 Yageo                           | 6    |         |
| C6                   | 5,6 нФ ±10% 10В 0805 Yageo                          | 1    |         |
| C2,C5,C7,C8          | 10 мкФ ±10% 10В 0805 Yageo                          |      |         |
| C16,C19,C20          | 10 мкФ ±10% 10В 0805 Yageo                          | 7    |         |
| C15,C17,C18          | 100 нФ ±10% 10В 0805 Yageo                          |      |         |
| C22,C23,C26,C27      | 100 нФ ±10% 10В 0805 Yageo                          | 7    |         |
| C9,C10               | 15 нФ ±10% 10В 0805 Yageo                           | 2    |         |
| C11                  | 3 нФ ±10% 10В 0805 Yageo                            | 1    |         |
| C25                  | 100 нФ ±10% 10В 0805 Yageo                          | 1    |         |
| C13,C14              | 270 нФ ±10% 10В 0805 Yageo                          | 2    |         |
|                      | Мікросхеми  |      |         |
| DA1                  | Me6211 Nanjing Micro One Electronics Inc. (MICRONE) | 1    |         |
| DA2                  | TP4054 NanJing Top Power ASIC Corp (Top)            | 1    |         |
| DA3                  | Gravity: Analog pH Sensor / Meter Kit (DFRobot)     |      |         |
| DA4,DA5,DA6          | Модуль реле 1-канальний 5V                          | 3    |         |
| DD1                  | ESP32 Lolin32 Lite WEMOS                            | 1    |         |
| DD2                  | Ch340C Nanjing Qinheng Microelectronics Co., Ltd.   | 1    |         |
| DD3                  | Ds18B20 Analog Devices, Inc.                        | 1    |         |
| DD4                  | W25Q32FUSS Winbond Electronics Corporation.         | 1    |         |
|                      | Реле  |      |         |
| K1, K2, K3           | HIR-3FF-12VDC-S-Z HONGFA                            |      |         |

КПТР.210210.01.14 ПЕЗ

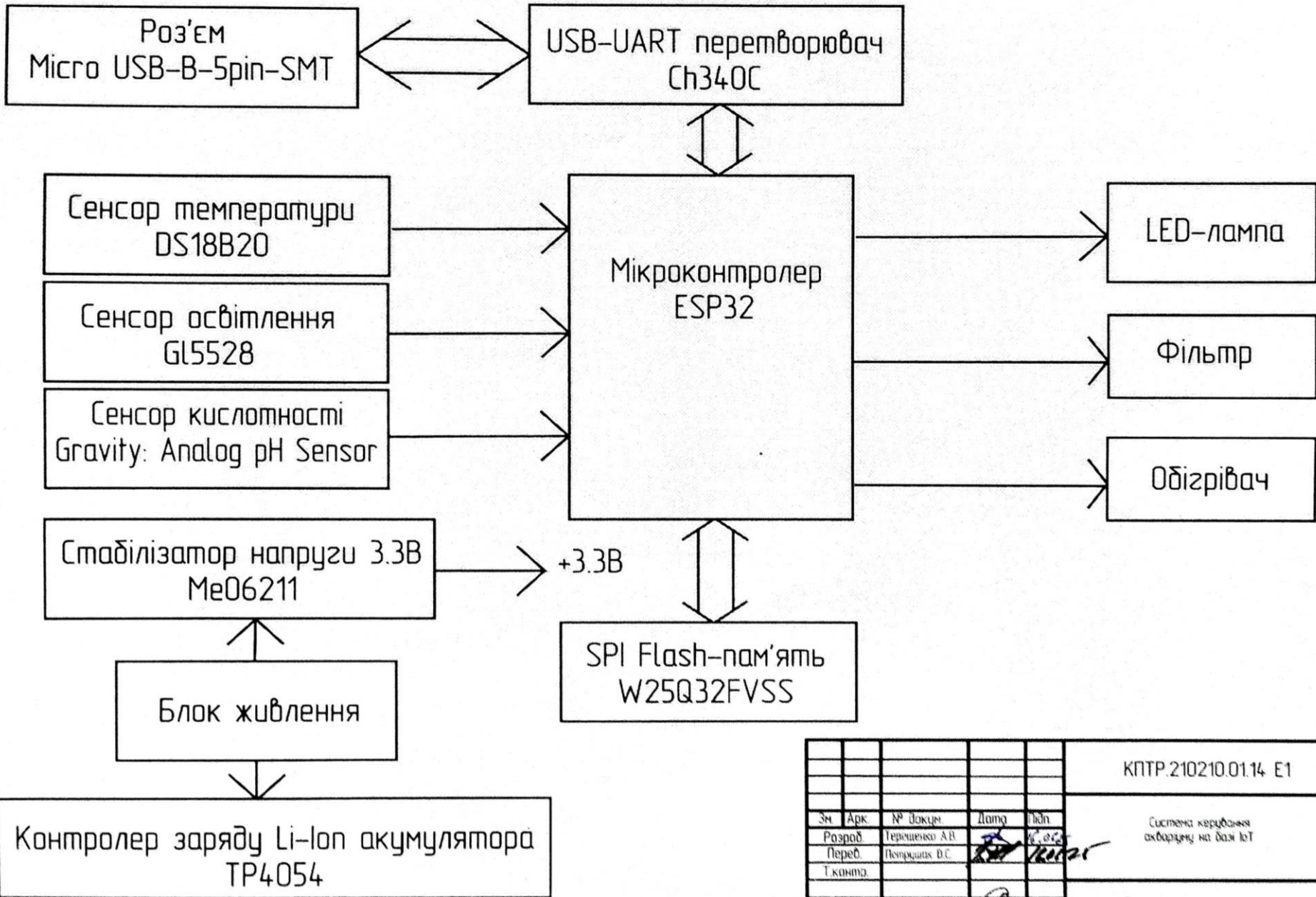
| Зм.       | Арқш | № документи    | Підпис | Дата     | Літ. | Арқш | Арқш |
|-----------|------|----------------|--------|----------|------|------|------|
| Розроб    |      | Терещенко А.В. |        | 16.06.25 |      |      |      |
| Керівник  |      | Петрушак В.С.  |        | 16.06.25 |      | 1    | 2    |
| Консульт. |      |                |        |          |      |      |      |
| Н.контр.  |      | Стецюк В.І.    |        | 16.06.25 |      |      |      |
| Заб.каф   |      | Підченко С.К.  |        | 16.06.25 |      |      |      |

Система керування акваріуму  
на базі IoT

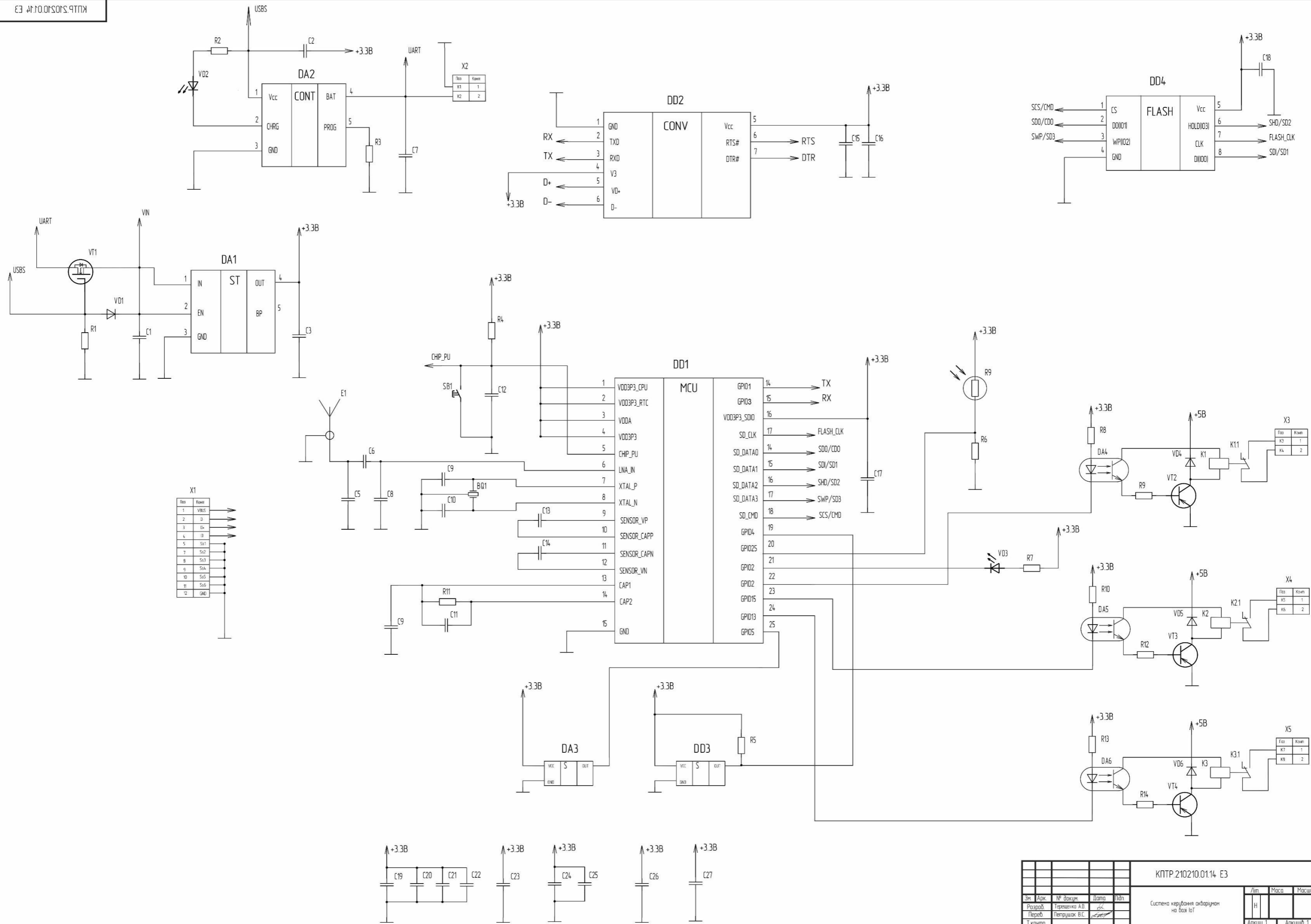
Перелік елементів

ХНУ, ФІТ

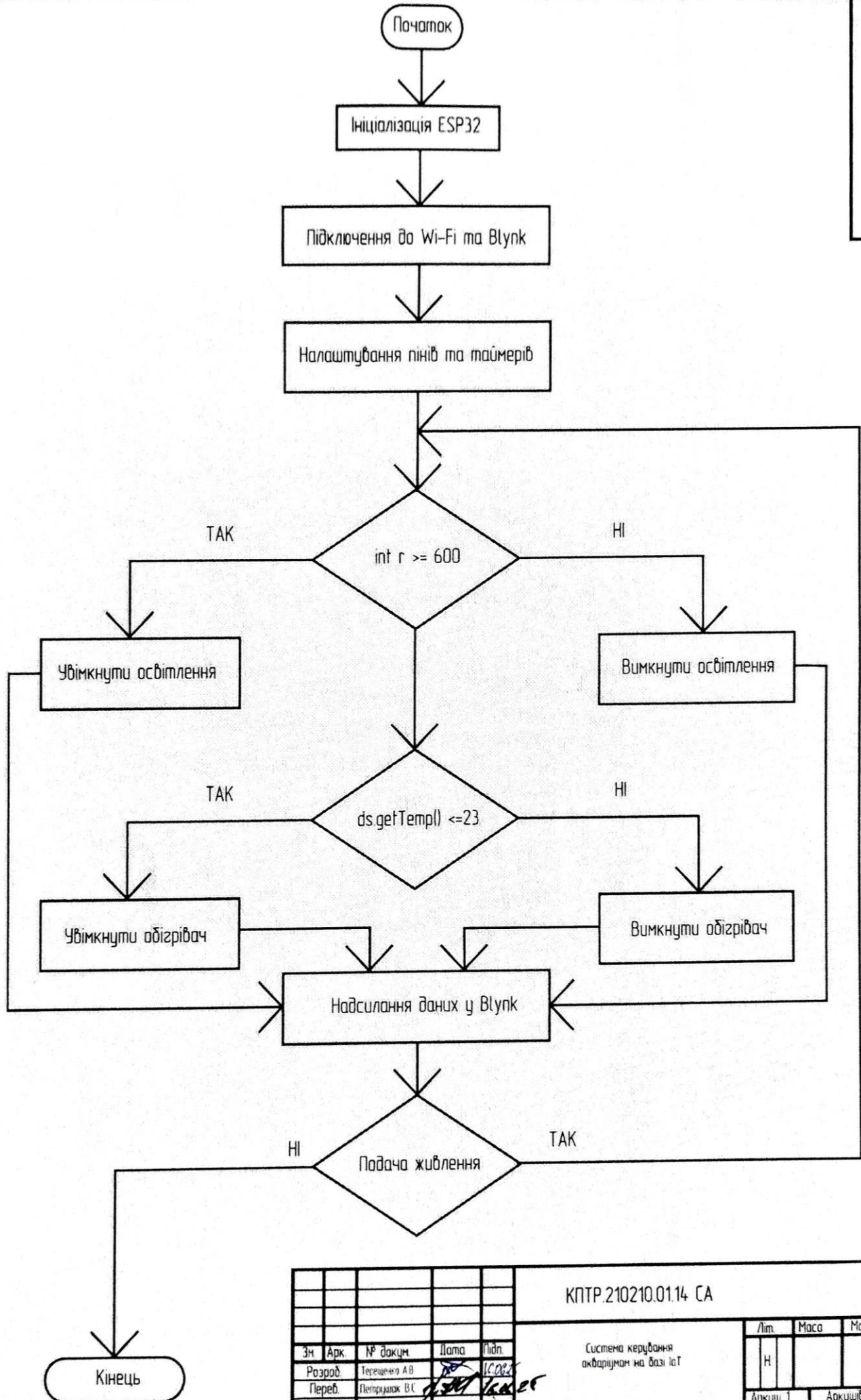




|           |               |          |      |       |   |          |         |         |
|-----------|---------------|----------|------|-------|---|----------|---------|---------|
|           |               |          |      |       | КПТР.210210.01.14. E1                     |          |         |         |
| Зм.       | Арк.          | № докум. | Дата | Рідн. | Система керування акумулятору на базі IoT | Лист     | Маса    | Масштаб |
| Розроб.   | Терещенко АВ  |          |      |       |   | Н        |         |         |
| Перев.    | Петришин В.С. |          |      |       |   | Архив 1  | Архив 1 |         |
| І кваліф. |               |          |      |       |   |          |         |         |
| Н кваліф. | Специал. ВЛ   |          |      |       | Схема електрична структурна               | ХНУ, ФІТ |         |         |
| Замб.     | Підписка С.К. |          |      |       |   |          |         |         |



|          |               |        |      |                      |                             |        |
|----------|---------------|--------|------|----------------------|-----------------------------|--------|
|          |               |        |      | КПТР.210210.01.14 Е3 |                             |        |
| Зм.      | Арк.          | № док. | Дата | Підп.                | Лист                        | Масшт. |
| Розроб.  | Петришак А.В. |        |      |                      | 1                           |        |
| Перев.   | Петришак В.С. |        |      |                      | 2                           |        |
| Т.контр. |               |        |      |                      | Аркш 1 Аркш 1               |        |
| Н.контр. | Стецюк В.І.   |        |      |                      | ХНУ, ФІТ                    |        |
| Замб.    | Підченко С.Х. |        |      |                      | Схема електрична принципова |        |



|          |      |               |      |                    |  |  |          |          |        |
|----------|------|---------------|------|--------------------|--|--|----------|----------|--------|
|          |      |               |      |                    | КПТР.210210.01.14 СА                     |  |          |          |        |
| Зм.      | Арк. | № докум.      | Дата | Підп.              | Система керування акваріумом на базі IoT |  | Лит.     | Маса     | Масшт. |
| Розроб.  |      | Терещенко АВ  |      | <i>[Signature]</i> |  |  | Н        |          |        |
| Перев.   |      | Петришин В С  |      | <i>[Signature]</i> |  |  | Аркцих 1 | Аркцих 1 |        |
| Т.контр. |      |               |      |                    |  |  |          |          |        |
| Н.контр. |      | Стецюк В І    |      | <i>[Signature]</i> | Схема алгоритму                          |  | ХНУ, ФІТ |          |        |
| Затв.    |      | Підвально С К |      | <i>[Signature]</i> |  |  |          |          |        |

Завідувачу кафедри телекомунікацій,  
медійних та інтелектуальних технологій  
д.т.н., професору ПІДЧЕНКУ Сергію  
здобувача вищої освіти  
ТЕРЕЩЕНКА Артема  
ФІТ, гр. ТР2-21-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання спеціалізованих програмних засобів (СПЗ) StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність академічного плагіату оповіщений (а). Надаю університету право на передачу мого кваліфікаційного проєкту для обробки та збереження в базах даних СПЗ і використання роботи для виявлення академічного плагіату в інших роботах, які перевіряються СПЗ.

Також надаю свою згоду на обробку й збереження університетом мого кваліфікаційного проєкта «Система керування акваріумом на базі IoT» в Інституційному репозитарії Хмельницького національного університету.

Робота надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія мого кваліфікаційного проєкту збігається (ідентична) з друкованою.

29 травня 2025 р.  
дата

  
підпис

## Протокол аналізу звіту подібності експертом

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Артем ТЕРЕЩЕНКО

Співавтор:

Назва: Система керування акваріумом на базі IoT

Експерт: Володимир ПЕТРУЩАК, к.т.н., доц.

Підрозділ: Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Коефіцієнт подібності 1:10.9%

Коефіцієнт подібності 2:3.4%

Мікропробіли: 58

Заміна букв: 6

Інтервали: 0

Білі знаки: 0

Дата створення звіту: 2025-06-11 20:20:34.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укріття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

Дата

11.06.2025

експерт



**Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational****The maximum coincidence with one document 1.0%**Dictionaries check: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. **Errors in the documents: 13%**

| ID: 244905<br>Title: Система керування акваріумом на базі IoT<br>Added in a DB: 2025-06-11<br>Authors: Терещенко Артем Валерійович<br>Heads: Петрушак Володимир Степанович<br>Consultants:<br>Opponents: | Document |         | Sum coincidence on the DB |         |
|--|----------|---------|---------------------------|---------|
|  | Symbols  | Lexemes | Symbols                   | Lexemes |
|  | 60278    | 924     | 2686 (4%)                 | 44 (5%) |

## Plagiarism sources

| ID | Description | Plagiarism presence in the document |         |
|----|-------------|-------------------------------------|---------|
|    |             | Symbols                             | Lexemes |

## РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

### ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи: Система керування акваріумом на базі IoT  
Автор: Терещенко Артем Валерійович  
Освітня програма Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень  
Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка  
Керівник кваліфікаційного проекту: канд. техн. наук, доц. Петрушак Володимир Степанович

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

| №   | Висновок  | Позначка про відповідність |
|-----|---|----------------------------|
| 1   | Ознаки академічного плагіату  |                            |
| 1.1 | Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.   | +                          |
| 1.2 | Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.   |                            |
| 1.3 | Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат. |                            |
| 1.4 | Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.  |                            |
| 2   | Інші види порушень академічної доброчесності  |                            |

Підтвердження:

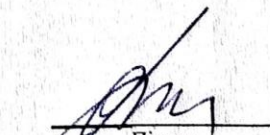

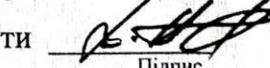
Виявленні запозичення не є плагіатом так як розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження (є власні терміни, визначення тощо), коефіцієнти подібності складають 10,9% та 3,4%, а також мають посилання на приведені списки літературних джерел.

14 червня 2025 р.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

  
Підпис  
  
Підпис  
  
Підпис

Сергій ПІДЧЕНКО

Віктор СТЕЦЮК

Володимир ПЕТРУШАК

Відгук на кваліфікаційний проєкт виконану за темою  
«Система керування акваріумом на базі IoT»  
студента гр. TP2-21-1 Терещенка А.В.

Тема роботи є актуальною, оскільки технології Інтернету речей (IoT) стрімко розвиваються та знаходять широке застосування у побуті, зокрема в автоматизації домашніх пристроїв. Розробка системи керування акваріумом із можливістю дистанційного моніторингу та управління параметрами середовища (освітлення, температура, кислотність води) є важливим напрямом у створенні комфортних умов для утримання водних мешканців.

У роботі проведено ґрунтовний аналітичний огляд сучасних мікроконтролерів та протоколів зв'язку, обґрунтовано вибір апаратної бази на основі мікроконтролера ESP32. Особливу увагу приділено вибору сенсорів температури, освітлення та рН, а також розробці принципової електричної схеми та програмного забезпечення.

Запропонована система інтегрується з платформою Blynk IoT, що забезпечує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для керування та моніторингу з мобільного пристрою. Робота включає розробку алгоритму функціонування пристрою в автоматичному та ручному режимах, побудову структурної та принципової схем, а також обґрунтування вибору кожного компоненту.

Проєкт має практичну цінність, адже може бути використаний як основа для створення подібних систем моніторингу і керування в побуті або навчальних цілях. Виконання роботи засвідчує достатній рівень знань здобувача у сфері телекомунікацій, мікроконтролерної техніки та систем Інтернету речей.

Кваліфікаційний проєкт виконано на високому технічному рівні, він має безперечну актуальність в області Інтернет речей, а студент Терещенко А.В. заслуговує оцінки «відмінно».

Керівник:  
канд. техн. наук, доц.



Петрушак В.С

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

Дипломник: Терещенко Артем Валерійович

Тема роботи: Система керування станом акваріума на базі IoT

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Обсяг кваліфікаційного проекту

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 63

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень в результаті виконаного наукового дослідження У кваліфікаційному проекті розроблено автоматизовану систему моніторингу та керування параметрами акваріумного середовища на основі мікроконтролера ESP32 та платформи Blynk IoT. Робота охоплює розробку апаратної та програмної частин пристрою, який забезпечує зчитування даних із сенсорів температури, освітленості та кислотності води, а також дистанційне керування освітленням, обігрівачем та фільтраційним пристроєм. Реалізовано структурну та принципову схему, розроблено алгоритм і програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати автоматичне та ручне керування системою.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційний проект відповідає виданому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки та техніки і передових методів роботи: Робота виконана на високому технічному рівні. У першому розділі подано обґрунтований вибір структури системи з використанням сучасних IoT-компонентів, таких як ESP32, датчики DS18B20, GL5528, а також рН-модуль Gravity. У другому розділі розроблено алгоритм функціонування пристрою та програмне забезпечення з використанням бібліотек Arduino IDE та Blynk. У третьому розділі запропоновано електричну принципову схему з урахуванням особливостей елементної бази. Усі етапи розробки супроводжуються актуальними технічними рішеннями та програмною реалізацією.

4. Позитивні сторони роботи: Робота присвячена актуальній тематиці впровадження технологій Інтернету речей у побутову автоматизацію. Автор демонструє вміння інтегрувати апаратне та програмне забезпечення, працювати з мобільними IoT-сервісами, розробляти електронні схеми та застосовувати сучасні протоколи зв'язку. Система має реальне практичне застосування в побуті та може бути основою для розширення в інших сферах екологічного моніторингу

5. Негативні сторони роботи: До недоліків можна віднести відсутність експериментальних досліджень впливу помилок сенсорів на роботу всієї системи та аналізу енергоспоживання пристрою в різних режимах. Також було б доцільно розглянути можливість реалізації резервного живлення для більшої автономності системи.

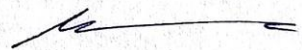
6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена згідно з вимогами стандарту. Матеріал викладено логічно, послідовно, із достатньою кількістю рисунків і таблиць. Графічні матеріали відображають структуру системи, алгоритм роботи та елементну базу.

7. Відгук про роботу в цілому: Кваліфікаційний проєкт виконано якісно, з дотриманням вимог до робіт бакалаврського рівня. Робота демонструє високий рівень підготовки автора, його обізнаність у сучасних технологіях IoT та здатність до самостійного розв'язання інженерних завдань.

9. Оцінка дипломної роботи: Кваліфікаційний проєкт відповідає встановленим вимогам і заслуговує оцінки "відмінно" (5.00 / A), а його автор – Терещенко Артем Валерійович – заслуговує на присвоєння кваліфікації бакалавра зі спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка».

10. Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи)  
Клець Юрій Павлович, к.т.н, зав.  
кафедри мікроелектроніки, ХКУ

« 16 » червня 2025р.



підпис

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Терещенко Артем Валерійович на захист дипломного проєкту (роботи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 172 - Телекомунікації та радіотехніка

На тему: Система керування акваріумом на базі IoT

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету



Григорія Товаришова  
(ім'я, прізвище)

### ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Терещенко А. В. за період навчання на факультеті інформаційних технологій з 2021 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за: національною шкалою: відмінно 69,57 %, добре 30,43 %, задовільно 0,00 %. шкалою ЄКТС: А 53,49 %, В 23,26 %, С 13,95 %, D, 2,33 %, E 6,98 %.

Методист факультету

(підпис)

Тараско Володимир  
(ім'я, прізвище)

### ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Терещенко А.В., в ході виконання кваліфікаційної роботи віднісся до поставлених завдань з належним креативом. Критичним рисом кваліфікаційної роботи є послідовність та системність викладення матеріалу, а також застосування IoT-технологій в системі керування акваріумом.

Оцінка дипломного проєкту (роботи) Відмінно

Керівник дипломного проєкту

В. В. Товаришова  
(підпис)

Товаришова  
(ім'я, прізвище)

" 16 " серпня 2025 р.

### ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Терещенко А. В. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

ТНІТ  
(назва)

(назва)

Міщенко С. І.  
(підпис, ім'я, прізвище)

" 16 " 06 2025 р.