

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: **Комп'ютеризована система вимірювання та контролю
параметрів водного середовища у акваріумі**

Виконала: 4 курсу, групи МТ-2
студентка

Спеціальності: 152 «Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка»

Бендюкевич К.В.

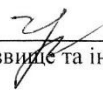
(прізвище та ініціали)



Керівник: доцент кафедри М та ІВТ
кандидат технічних наук, доцент

Чепюк Л.О.

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)



Рецензент: Ткачук А.Р.

к.т.н., доцент, зав. каф. РЕ та А

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

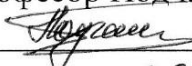


Житомир – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.


« 30 » 03 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студентка Бендюкевич Катерина Володимирівна

1. Тема роботи: Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів водного середовища у акваріумі

Керівник роботи: доцент кафедри М та ІВТ кандидат технічних наук, доцент Чепюк Л.О.

затверджена наказом по університету від « 30 » березня 2023 р. № 129/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру « 19 » червня 2023р.

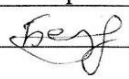
3. Вихідні дані до роботи об'єкт контролю – комп'ютеризована система вимірювання, параметр вимірювання – температура водного середовища, рівень кислотності, атмосферного тиску, розчиненого кисню

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) огляд та аналіз методів вимірювання параметрів водного середовища, розробка структурної

схеми, розробка принципової схеми, конструкторська частина, розробка алгоритму та програми роботи системи, розрахунок метрологічних характеристик, оцінка показників надійності роботи системи, безпека життєдіяльності та охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень) структурна схема, електрична принципова схема, перелік елементів, топологія друкованої плати, блок-схема алгоритму роботи системи

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

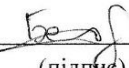
Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-8	Чепюк Л. О.		

7. Дата видачі завдання 30.03.23

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження технічного завдання	21.02.23 – 1.03.23	Виконано
2	Огляд та аналіз методів вимірювання параметрів водного середовища	1.03.23-15.03.23	Виконано
3	Розробка структурної схеми	16.03.23 – 15.04.23	Виконано
4	Розробка електричної принципової схеми	16.04.23 – 24.04.22	Виконано
5	Розробка топології друкованої плати	25.04.23 – 09.05.23	Виконано
6	Розробка алгоритму та програми системи	10.05.23 – 24.05.23	Виконано
7	Розрахунок метрологічних характеристик	25.05.23 – 03.06.23	Виконано
8.	Розрахунок надійності	04.06.23 – 15.06.23	Виконано
9	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	16.06.23-22.06.23	Виконано

Студентка


(підпис)

Бендюкевич К.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Чепюк Л. О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Розроблено , автоматизовану систему для вимірювання параметрів водного середовища у акваріумі. Результатом роботи є створення системи, що забезпечує аналіз та контроль водного середовища .

Метою цієї роботи є розроблення автоматизованої системи для вимірювання та контролю параметрів водного середовища у акваріумі. Система дозволяє аналізувати та контролювати важливі фактори, такі як температура, рівень рН, розчинений кисень та інші відповідні параметри. Шляхом інтеграції різних датчиків та мікроконтролера збираються дані в реальному часі та відображаються на зручному інтерфейсі користувача. Система надає цінну інформацію про якість води в акваріумі, дозволяючи своєчасно вносити необхідні корективи та забезпечувати відповідні умови для водних організмів. Реалізація цієї автоматизованої системи сприяє ефективному управлінню та догляду за акваріумним середовищем, сприяючи добробуту та здоров'ю водних жителів.

Ключові слова: акваріум , датчик температури , рН-метр , датчик розчиненого кисню , Arduino .

ABSTRACT

An automated system has been developed for measuring the parameters of the water environment in an aquarium. The result of the work is the creation of a system that provides analysis and control of the water environment.

The aim of this project was to develop an automated system for measuring and monitoring the parameters of the water environment in an aquarium. The system enables analysis and control of crucial factors such as temperature, pH level, dissolved oxygen, and other relevant parameters. By integrating various sensors and a microcontroller, real-time data is collected and displayed on a user-friendly interface. The system provides valuable insights into the aquarium's water quality, allowing for timely adjustments and ensuring a suitable habitat for aquatic organisms. The implementation of this automated system contributes to the efficient

management and maintenance of aquarium ecosystems, promoting the well-being and health of the aquatic life within.

Keywords: aquarium , temperature sensor , pH meter , dissolved oxygen sensor, Arduino .

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має обсяг 70 сторінок формату А4 і складається з таких розділів: вступ, основна частина, яка включає вісім розділів, висновки, список використаних джерел та додатків. Тема роботи полягає в розробці комп'ютеризованої системи для вимірювання параметрів водного середовища.

У першому розділі висвітлені основні завдання та вимоги до системи, такі як умови експлуатації, технічні характеристики, надійність та конструктивне оформлення.

У другому розділі надано загальний огляд датчиків, проведено визначення найбільш практичних та вибір оптимального методу програмного опрацювання вимірів.

Третій розділ включає огляд основних існуючих систем вимірювання параметрів водного середовища, а також проведено розробку структурної схеми комп'ютеризованої системи для вимірювання основних параметрів у кімнатному акваріумі.

У четвертому розділі надано опис обраної елементної бази та розраховано основні параметри системи на основі отриманих даних, а також розроблено електричну принципову схему.

П'ятий розділ містить огляд друкованої плати системи та підключення датчиків до неї.

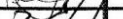
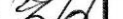
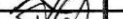
У шостому розділі наведено огляд розробленого алгоритмічного та програмного забезпечення для комп'ютеризованої системи вимірювання.

Сьомий розділ містить розрахунок основних метрологічних характеристик системи, зокрема похибку системи вимірювання параметрів водного середовища. Крім того, було визначено клас точності розробленої системи.

Останній розділ містить розрахунок надійності пристрою та графічне зображення залежності безвідмовної роботи виробу протягом часу.

3MIST

	стор
ВСТУП	9
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ	11
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА АКВАРІУМУ.....	13
2.1. Сфера застосування комп'ютеризованої системи	13
2.2. Система для вимірювання параметрів водного середовища у акваріумі	15
2.3 Аналіз існуючих акваріумних систем.....	17
2.4Висновки до розділу	18
3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ	19
3.1. Структурна схема комп'ютеризованої системи для вимірювання параметрів водного середовища в акваріумі	20
3.2. Вибір мікроконтролера.....	21
3.3. Вибір датчика температури	22
3.4. Вибір датчика рівня кислотності	23
3.5. Вибір датчика розчиненого кисню	24
3.6. Вибір дисплею	25
3.7. Вибір Wi-Fi модуля	26
3.8. Вибір джерела живлення системи	27
4 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ	28
4.1. Система для вимірювання параметрів водного середовища у акваріумі	28
4.2. Екран WH1602.....	29
4.2.1 Класифікація та застосування дисплею	30
4.2.2 Будова та принцип роботи дисплею.....	30

					МММТ.480.001.001 – ПЗ				
Вим	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів водного середовища у акваріумі	Літ.	Лист	Листів	
Розроб.		Бендюкевич К.В.							
Перевір.		Чепюк Л.О.					6	62	
Реценз.						Державний університет «Житомирська політехніка», гр. МТ-2			
Н. Контр.		Чепюк Л.О.							
Затверд.		Подчашинський Ю							

4.3. Датчик темпер атури	30
4.3.1 Класифікація та застосування датчика температури.....	30
4.3.2 Будова та принцип роботи датчика температури.....	31
4.4 Розрахунок параметрів системи	32
4.5 Опис принципової схеми комп'ютеризованої системи для вимірювання параметрів водного середовища у акваріумі.....	34
5 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	41
5.3 Опис елементів в обраному мікроконтролері.....	41
5.4 Підключення елементів системи до мікроконтролера.....	42
5.2.1 Підключення дисплею WH1602.....	43
5.2.2 Контроль освітлення.....	44
5.2.3 Підключення датчика температури DS18B20.....	45
5.2.4 Підключення датчика кислотності.....	45
5.2.5 Підключення датчика рівня розчиненого кисню.....	46
5.2.6 Підключення Wi-Fi-модуля.....	47
6 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ РОБОТИ СИСТЕМИ	48
7 РОЗРАХУНОК ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ (МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК)	52
8 ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ	54

9 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	57
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТКИ	65

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

У сучасному світі, де збереження екологічної рівноваги стає все більш важливим завданням, розумне використання технологій дозволяє нам зберігати і контролювати навколишнє середовище в ефективний спосіб.

Акваріуми є місцем, де люди можуть насолоджуватися природою, досліджувати морські життя та вивчати екосистему водних організмів. Проте, забезпечення стабільних і оптимальних умов для здоров'я риб і рослин в акваріумі може бути складною задачею. Вимірювання та контроль параметрів водного середовища, таких як температура, рН, концентрація кисню та рівень забрудненості, є необхідними для підтримки здоров'я акваріумних мешканців.

У цьому контексті комп'ютеризовані системи вимірювання та контролю стають надійним інструментом для забезпечення оптимальних умов у водному середовищі акваріуму. Вони дозволяють автоматизувати процес моніторингу, збирати та аналізувати дані в режимі реального часу, а також надавати операторам акваріуму важливу інформацію для прийняття рішень щодо регулювання параметрів.

Ця кваліфікаційна робота має на меті розробку та впровадження комп'ютеризованої системи вимірювання та контролю параметрів водного середовища у акваріумі. Вона буде базуватися на передових технологіях сенсорів, мікроконтролерів та програмного забезпечення, що дозволить забезпечити точність, швидкість та надійність вимірювань.

Результати цього дослідження та розробки можуть мати велике значення для акваріумних господарств, дослідницьких установ, а також для ентузіастів акваріумістики, які прагнуть досягти оптимального здоров'я та благополуччя своїх акваріумних мешканців.

У цій кваліфікаційній роботі будуть розглянуті основні аспекти проектування, розробки та впровадження комп'ютеризованої системи вимірювання та контролю параметрів водного середовища у акваріумі. Також будуть проведені експерименти та оцінка ефективності системи на основі

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

зібраних даних.

Наприкінці дослідження буде надано рекомендації щодо подальшого вдосконалення системи та можливих напрямків досліджень у цій області. Застосування комп'ютеризованих систем вимірювання та контролю в акваріумній сфері може стати кроком досягнення більш ефективного та екологічно стабільного управління акваторіями.

Таким чином, ця кваліфікаційна робота пропонує вивчити та розробити комп'ютеризовану систему вимірювання та контролю параметрів водного середовища у акваріумі з метою забезпечення оптимальних умов для акваріумних організмів та збереження екологічної рівноваги.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Призначення та межа застосування

Розробка системи ґрунтується на завданні дипломного проекту .

Система призначена для відтворення характерних особливостей водного середовища за природних умов для того чи іншого виду риб .

Головною метою є створення структурної схеми системи, вибір елементної бази та розробка електричної принципової схеми для вимірювання параметрів водного середовища. Також необхідно розробити програмно-алгоритмічне забезпечення та оцінити точність системи вимірювання.

Початок розробки – лютий 2023 р. Кінець розробки – червень 2023 року.

1.2 Умови експлуатації

1.2.1 Температура водного середовища 10-40° С .

1.2.2 Рівень кислотності 6,5-7,5 рН .

1.2.3. Атмосферний тиск 600-800 мм. рт. ст.

1.2.4. Рівень розчиненого кисню 3-15 мг/л .

1.2.5. Можливі завади - відключення живлення, витікання води, несправність датчиків, відсутність зв'язку, несумісність компонентів, проблеми з програмним забезпеченням.

1.2.6. Умови живлення системи - від зовнішнього адаптера, напруга 7-12 В.

1.2.7. Хімічно активні речовини відсутні .

1.2.8. Характер роботи безперервний .

1.3 Технічні параметри системи

1.3.1 Об'єкт контролю – комп'ютеризована система вимірювання водного середовища;

1.3.2 Параметри вимірювання – температура , кислотність , рівень розчиненого кисню;

1.3.3 Передавати дані через Wi-Fi та відображення на електронному пристрої;

1.3.4 Похибка вимірювання температури 0,5%;

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.3.5 Похибка вимірювання рівня рН 0,05%;

1.3.6 Похибка вимірювання рівня розчиненого кисню 0,05 %;

1.3.7 Вбудоване джерело безперебійного живлення.

1.4.Вимоги до надійності

Система повинна бути такою, що відновлюється, не резервується, ремонтпридатною. Наробіток на відмову складає не менше 30000 годин.

1.5. Вимоги до конструктивного оформлення

Пристрій виконати на стандартній платі і в стандартному корпусі .

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА АКВАРІУМУ

2.1 Сфера застосування комп'ютеризованої системи

В сучасних акваріумах важливо створювати умови, які наближаються до природного середовища, що відтворює особливості для кожного виду риб. Для цього необхідно мати інформацію про основні параметри водного середовища, такі як кислотність, жорсткість, температура та освітленість.

Перш за все розроблювана система направлена на використання у акваріумах. Цей пріоритет було обрано для якомога ширшого дослідження властивостей водного середовища. Маючи достатню досконалість для контролю життєдіяльності водних організмів та можливість використовувати компоненти окремо, відкривається простір для використання системи в діапазоні від перевірки води на придатність для споживання людиною до моніторингу та контролю аквакультур.

Для розроблення системи контролю використано Arduino — апаратно-програмні засоби для створення простих електронних систем автоматики і робототехніки. Система має повністю відкриту архітектуру й орієнтована на непрофесійних користувачів. Програмна частина Arduino складається з інтегрованого програмного середовища (IDE), що дозволяє писати, компілювати програми, а також завантажувати їх в апаратуру. Апаратна частина є електронною платою з мікроконтролером, супутніми елементами (стабілізатором живлення, кварцовим резонатором, блокувальними конденсаторами тощо), портом для зв'язку з персональним комп'ютером, роз'єднувачами для сигналів введення-виведення тощо. Arduino використовується в проектах, де потрібне високошвидкісне безпроводне передавання даних між різними об'єктами проекту за Wi-Fi, наприклад, між контролером і датчиком, який міститься на відстані у важкодоступному місці. У роботі представлено цифровий блок контролю параметрів середовища в акваріумі.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Мета цієї роботи — розроблення електричної принципової схеми системи контролю параметрів середовища в акваріумі та алгоритму її функціонування, здатної вимірювати температуру води в діапазоні від 10 до 40 °С з відносною похибкою 0,5 %, рівень рН від 5 до 9 з похибкою 0,05 %, рівень розчиненого кисню від 3 до 15 мг/л з похибкою 0,05 % та передавати дані за Wi-Fi , проведення оцінки невизначеності вимірювань основних параметрів середовища в акваріумі. Необхідність розроблення системи контролю зумовлено тим, що для забезпечення нормального розвитку риб та рослин в акваріумі треба створити середовище, максимально схоже з природним. Для цього потребується своєчасний контроль температури, а також контроль рівня рН та розчиненого кисню, що можливо лише за допомогою автоматичної системи контролю.

При створенні зональної системи ІАСУ (інтерактивна автоматична система «розумний будинок») для акваріумів необхідно враховувати особливості цього простору. Акваріум – прозора ємність для постійного утримання водних організмів. Найчастіше під акваріумом розуміють домашній (кімнатний) акваріум для утримання акваріумних рибок у домашніх умовах. З технічних причин максимальний обсяг такого акваріума зазвичай не перевищує одного кубічного метра. Публічні акваріуми, призначені для демонстрації глядачам водних флори і фауни та існуючі у складі зоопарків або як окремі видовищно-просвітницькі установи, можуть досягати 7500 м³ в об'ємі. В акваріумі можна утримувати практично будь-яких живих істот, які в природі мешкають у воді: морських і прісноводних риб, рослини, ракоподібних, молюсків, земноводних, рептилій і корали.

В нашому випадку застосовуємо звичайний кімнатний акваріум. Для розробки більш надійної, практичної, економної моделі за основу беремо відомий розумний акваріум, що має скляний резервуар прямокутного паралелепіпеда та включає в себе пластмасову або дерев'яну кришку. Акваріум має центральний прилад для обробки даних, комплект датчиків, комплект регуляторів та модуль дистанційного зв'язку. Центральний процесор

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

зв'язаний з набором датчиків і контролерів та отримує інформацію про стан корпусу акваріума з набору датчиків і посилає керуючий сигнал на контролер, встановлений для моніторингу корпусу акваріума. Модуль дистанційного зв'язку з'єднаний до центрального блоку обробки даних, і бортовий прилад споживача посилає дані щодо управління до центрального блоку обробки даних через модуль дистанційного зв'язку. Комплект датчика складається з датчика температури води, датчик якості води, датчики рівня води і камери. Рибовод може використовувати свій мобільний телефон, комп'ютер або інші мобільні пристрої для дистанційного керування тілом акваріума через модуль Wi-Fi, мережа Ethernet RJ45 і мережа 3G/4G, та рибовод може організувати свій час більш вільно. Недоліком такого акваріуму є те, що власник не залишить його більш ніж три дні. Господар прив'язаний до акваріуму, бо повинен кожні два дні класти їжу в спеціальні контейнери, а якщо риби захворіють, то власник повинен кожні 5-8 годин капати ліки.

2.2 Аналіз існуючих акваріумних систем

Основні типи акваріумних систем включають:

- Прісноводні акваріуми: Це найпоширеніший тип акваріумів, призначений для тримання та показу риб і рослин прісноводних екосистем. Вони можуть бути розміщені вдома або в офісному середовищі.
- Морські акваріуми: Ці акваріуми призначені для тримання морських риб, коралів і інших морських організмів. Вони вимагають спеціального обладнання та догляду, оскільки морські екосистеми вимагають більшої уваги до водно-хімічного балансу та освітлення.
- Рифові акваріуми: Ці акваріуми спеціально призначені для тримання рифових коралів і живих організмів, які створюють складні морські екосистеми. Вони вимагають додаткового обладнання, такого як системи фільтрації, освітлення та контролю параметрів води.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- Тераріуми: Тераріуми призначені для тримання рептилій, амфібій та інших тварин, які живуть на суходолі. Вони зазвичай мають спеціальні елементи, такі як підігрів, освітлення та контроль вологості, щоб створити відповідні умови для тварин.
- Палюдаріуми: Ці акваріуми поєднують в собі водний та суходільний середовища і використовуються для тримання риб, рослин та сухоземних тварин, таких як жаби або водяні черепахи. Вони мають спеціальну конструкцію, що дозволяє забезпечити відповідні умови для обох середовищ.

Для даної роботи було обрано *прісноводний кінматний акваріум*.

2.2.1 Приклади існуючих систем

Розглянемо на прикладі акваріум Smart Fish Tank. Акваріум Smart Fish Tank - це інноваційна акваріумна система, яка поєднує в собі традиційні елементи акваріума з сучасними технологіями. Вона пропонує ряд функцій та особливостей, що роблять догляд за рибками більш зручним та автоматизованим.

Деякі особливості акваріума Smart Fish Tank можуть включати:

- Розумне управління: Акваріум оснащений розумною системою управління, яка дозволяє вам контролювати різні параметри, такі як температура води, освітлення, фільтрація та живлення, за допомогою спеціального додатка на смартфоні.
- Автоматичне годування: Вбудована система годування автоматично надає рибкам необхідну кількість їжі у визначений час. Це дозволяє вам контролювати режим годування та забезпечує правильне харчування рибок.
- Моніторинг параметрів води: За допомогою датчиків, акваріум може контролювати рівень рН, температуру, розчинений кисень та інші параметри води. Ви отримуєте повідомлення про будь-які зміни або небажані відхилення, що дозволяє вчасно реагувати та забезпечувати здорове середовище для рибок.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- Естетичний дизайн: Smart Fish Tank має стильний та сучасний дизайн, що доповнює інтер'єр вашого приміщення. Він може бути виконаний у різних формах та розмірах, що відповідають вашим вимогам та стилю.
- Зручність в обслуговуванні: Система фільтрації та очищення води в акваріумі Smart Fish Tank розроблена з урахуванням зручності в обслуговуванні. Вона може мати вбудовані фільтри, системи заміни води та інші функції, які спрощують процес догляду за акваріумом.

Акваріум Smart Fish Tank є інноваційною системою, яка поєднує технології та зручність догляду за рибками. Він може бути чудовим вибором для тих, хто шукає сучасну та автоматизовану акваріумну систему.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд акваріуму Smart Fish Tank

2.3 Висновки до розділу

У розділі проведено загальний огляд по системі контролю параметрів водного середовища, розглянуто їх класифікацію, будову та принцип роботи . Також були розглянуті основні методи модифікації точності опрацювання результатів з датчика температури , окисненого кисню, рН метру .

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Було визначено, що найбільш практичним мікроконтролером є Arduino Uno R3 . Відповідно датчиком температури для малобюджетних проектів є DS18B20 від виробника Dallas, екран обираємо WH1602 ,а освітлення будемо коригувати за допомогою світлодіодів . Також було обрано датчик рН Endress+Hauser серії Memosens CPS31D, розчиненого кисню Охутах COS41, а також Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01 . З існуючих акваріумних систем було обрано кімнатний прісноводний акваріум .

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

3.1 Структурна схема комп'ютеризованої системи для вимірювання параметрів водного середовища в акваріумі

У системі контролю параметрів середовища в акваріумі, побудованій на основі Arduino Uno R3, доступні три канали вимірювання: перший для рівня рН, другий для температури води, третій для розчиненого кисню. Структурна схема включає наступні компоненти: ПВП1 - датчик рівня рН, ПВП2 - датчик температури, ПВП3 - датчик розчиненого кисню. Інформація відображається на цифровому відліковому пристрої (ЦВП), що забезпечує зручну відображення для оператора. Апаратна частина складається з електронної плати з мікроконтролером, супутніми елементами (стабілізатор живлення, кварцовий резонатор, блокувальні конденсатори), порту для зв'язку з персональним комп'ютером, роз'єднувачами для введення-виведення сигналів і т.д.

Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01 використовується для швидкого безпроводового передавання даних між різними частинами проекту за допомогою Wi-Fi. Система життєзабезпечення включає нагрівач та аератор води, керовані блоком реле для включення та вимикання. Блок живлення є допоміжним пристроєм, який забезпечує живлення всіх компонентів вимірювача.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

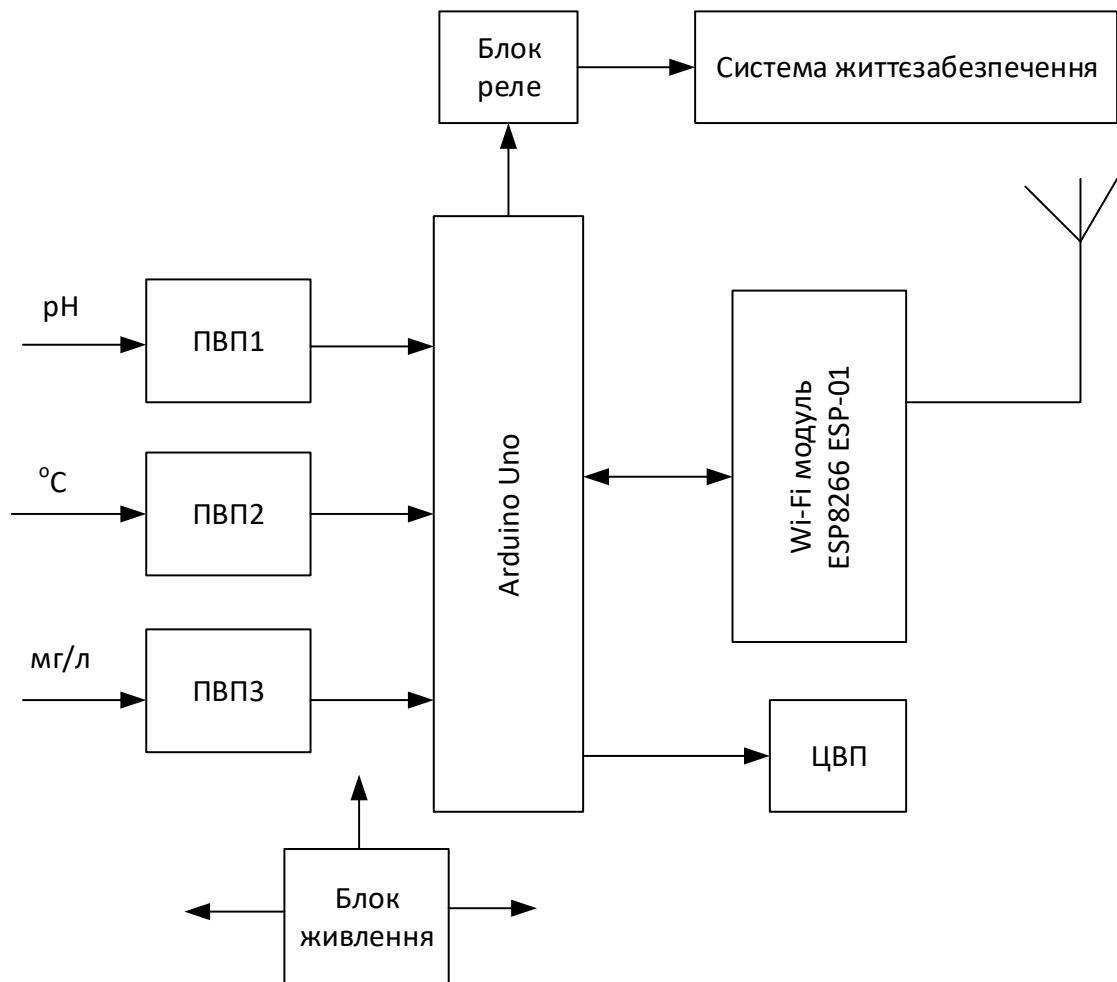


Рисунок 3.1 - Структурна схема системи контролю параметрів середовища в акваріумі

3.2 Вибір мікроконтролера

Для реалізації принципової схеми системи контролю параметрів водного середовища в акваріумі було зроблено вибір на користь мікроконтролера Arduino Uno R3. Цей мікроконтролер був обраний з огляду на його властивості та специфікації, що найкраще відповідають потребам системи. Основні причини вибору Arduino Uno R3 такі:

1. Універсальність: Arduino Uno R3 є одним з найпопулярніших мікроконтролерів у галузі прототипування та розвитку проектів. Він має широкий спектр застосувань і підтримує велику кількість додаткових модулів та компонентів.
2. Легкість використання: Arduino Uno R3 має простий та зрозумілий інтерфейс, що робить його досить доступним для початківців. Це

дозволить швидше розробити та налагодити прототип системи контролю параметрів акваріуму.

3. Елементна база: Мікроконтролер Arduino Uno R3 базується на мікросхемі ATmega328P від Microchip Technology. Ця мікросхема має достатньо потужний процесор з тактовою частотою 16 МГц, 32 кБ флеш-пам'яті для програми та 2 кБ оперативної пам'яті.

4. Велика спільнота та документація: Arduino Uno R3 має велику спільноту розробників, яка активно ділиться знаннями, досвідом та проектами. Це сприяє легкому вирішенню проблем та отриманню підтримки у разі потреби.

Arduino Uno R3 включає наступні основні елементи та характеристики:

- Мікросхема: ATmega328P від Microchip Technology.
- Частота: 16 МГц.
- Пам'ять: 32 кБ флеш-пам'яті для програми, 2 кБ оперативної пам'яті та 1 кБ енергонезалежної EEPROM-пам'яті.
- Вхідно-вихідні піни (GPIO): 14 цифрових вхідно-вихідних пінів (з них 6 можуть бути використані для ШІМ-сигналів), 6 аналогових вхідних пінів.
- Інтерфейси: UART, SPI, I2C.
- Живлення: Мікроконтролер може бути живлений від USB-порту комп'ютера або від зовнішнього джерела живлення (7-12 В).
- Розміри: 68.6 мм × 53.4 мм.

Мікроконтролер Arduino Uno R3 має достатньо потужність та функціональність, що дозволяють ефективно виконувати завдання системи контролю параметрів акваріуму.

3.3 Вибір датчика температури

Датчик температури DS18B20: DS18B20 є популярним цифровим датчиком температури, який відомий своєю високою точністю та стійкістю до шумів. Він забезпечує зручну інтерфейсну взаємодію з

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

мікроконтролером, що спрощує його використання в системі контролю параметрів водного середовища.

- Будова: DS18B20 має корпус у формі невеликого циліндра, який містить сенсор температури, електронні компоненти та провідники. Він має одну або багато ніжок для підключення до електронної системи.
- Принцип роботи: Датчик використовує технологію зміни опору для вимірювання температури. У ньому є вбудований аналогово-цифровий перетворювач (АЦП), який перетворює отримані аналогові сигнали в цифровий формат.
- Вимірювання температури: DS18B20 вимірює температуру в межах від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ з точністю $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Він може працювати як у режимі одиночного вимірювання, так і в режимі постійного моніторингу.
- Інтерфейс із мікроконтролером: Датчик підключається до мікроконтролера (наприклад, Arduino) за допомогою одножильного інтерфейсу OneWire, що спрощує процес підключення і передачі даних.
- Програмне забезпечення: Для отримання температурних значень з датчика потрібно використовувати відповідну бібліотеку або програмне забезпечення на мікроконтролері. Це дозволяє зчитувати значення температури та виконувати необхідні обчислення або дії на основі цих даних.

3.4. Вибір датчика рівня кислотності

Для даної системи було обрано датчин датчик pH Endress+Hauser серії Memosens CPS31D. Memosens CPS31D є професійним датчиком pH, розробленим компанією Endress+Hauser, яка відома своїми високоякісними вимірювальними пристроями. Цей датчик забезпечує точне вимірювання рівня pH у водному середовищі, що є важливим параметром для контролю якості води у акваріумі.

Основні характеристики датчика включають:

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

- Технологія Memosens: Датчик використовує технологію Memosens, що дозволяє безконтактний зв'язок з аналізатором. Це забезпечує надійність передачі даних, захист від впливу вологості і забруднень, а також простоту підключення та обслуговування.
- Широкий діапазон вимірювання: Датчик може вимірювати рівень рН у широкому діапазоні, зазвичай від 0 до 14. Це дозволяє використовувати його в різних додатках і середовищах.
- Висока точність і стабільність: Memosens CPS31D забезпечує високу точність і стабільність вимірювання рН. Це дозволяє отримувати надійні і повторювані результати.
- Інтелектуальні функції: Датчик оснащений рядом інтелектуальних функцій, таких як автоматичне відстеження калібрування, виявлення забруднень і компенсація температури. Це спрощує процес експлуатації і підтримки датчика.
- Відповідність стандартам: Memosens CPS31D відповідає вимогам стандартів якості і безпеки, що забезпечує його надійність і використання в різних промислових секторах.

3.5 Вибір датчика розчиненого кисню

Вибір датчик розчиненого кисню був зроблений в користь Охумах COS41 . Охумах COS41 є високопрофесійним датчиком розчиненого кисню, розробленим також компанією Endress+Hauser. Цей датчик забезпечує надійне і точне вимірювання розчиненого кисню у воді, що є важливим для контролю рівня кисню в акваріумі та забезпечення здоров'я риб і рослин.

Будова: Охумах COS41 складається з датчика кисню, електродного елементу та електронної системи для зчитування та обробки сигналу. Він має вбудований електрод, який взаємодіє з розчином для вимірювання концентрації кисню.

Принцип роботи: Датчик Охумах COS41 використовує принцип електрохімічного окиснення-відновлення для вимірювання розчиненого

кисню. Електродний елемент взаємодіє з киснем у розчині, що призводить					Арк.
МММТ.480.001.001 – ПЗ					23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

до зміни струму або напруги, що передається до електронної системи для подальшої обробки.

Вимірювання розчиненого кисню: Охумах COS41 вимірює концентрацію розчиненого кисню у воді або інших рідинах. Він забезпечує точні вимірювання в широкому діапазоні концентрацій, зазвичай від 0 до 20 мг/л (або інших одиниць виміру) з високою чутливістю та стабільністю.

Використання: Датчик Охумах COS41 широко використовується в акваріумах, аквакультури, водних системах та дослідницьких лабораторіях для моніторингу рівня кисню. Він дозволяє контролювати кисневий режим у водних середовищах, що є важливим для забезпечення здоров'я риб та інших водних організмів.

3.6 Вибір дисплею

Для виводу інформації про параметри водного середовища та стан системи обрано дисплей WH1602, який є текстовим LCD-дисплеєм. Декілька аргументів, що підтверджують обґрунтування вибору цього дисплею, включають:

1. Розмір та роздільна здатність: Дисплей WH1602 має компактний розмір 16x2, що дозволяє виводити достатню кількість інформації на екрані. Роздільна здатність 16 символів на рядок дозволяє зручно відображати текстові дані.

2. Простота використання: Дисплей WH1602 має простий інтерфейс з мікроконтролером, що полегшує вивід інформації на екран. Він працює зі стандартними командами і може бути легко інтегрований у систему.

3. Надійність та доступність: WH1602 є популярним дисплеєм, широко використовуваним у проєктах. Він також відомий своєю надійністю та довговічністю, що робить його відмінним вибором для системи контролю водного середовища.

3.7 Вибір Wi-Fi модуля

Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01 є популярним і доступним модулем для

підключення системи до мережі Інтернет. Його компактний розмір і низька

МММТ.480.001.001 – ПЗ

Арк.

24

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вартість роблять його зручним варіантом для бездротового зв'язку між системою контролю і зовнішніми пристроями, такими як смартфони або

хмарні сховища.

ESP8266 ESP-01 підтримує режими доступу до Wi-Fi мережі та може передавати дані через Інтернет на різні платформи, включаючи хмарні сервіси. Це дозволяє оператору системи моніторити та керувати параметрами водного середовища з використанням різних пристроїв з доступом до Інтернету.

ESP8266 ESP-01 має зручний програмний інтерфейс, що дозволяє зручно взаємодіяти з Arduino та іншими мікроконтролерами. Це робить його популярним вибором для інтеграції з платформою Arduino та реалізації функціональності передачі даних через Wi-Fi.

Вибір елементної бази системи, включаючи датчики та Wi-Fi модуль, був обґрунтований їх надійністю, точністю та зручністю використання. Компоненти, такі як DS18B20, Memosens CPS31D, Охумах COS41 та ESP8266 ESP-01, забезпечують необхідну функціональність та можливість підключення до мережі Інтернет, що дозволяє створити комплексну систему контролю параметрів водного середовища в акваріумі.

Основні характеристики модуля ESP8266 ESP-01:

1. Бездротовий зв'язок: Модуль підтримує стандарт Wi-Fi 802.11 b/g/n, що дозволяє підключатись до бездротових мереж і передавати дані по мережі.
2. Мікроконтролер ESP8266: Модуль містить вбудований мікроконтролер ESP8266 з потужним процесором і достатньою кількістю пам'яті для виконання програмного коду.
3. Інтерфейси: ESP-01 має набір GPIO-пінів для взаємодії з зовнішніми пристроями та сенсорами. Він також має піни для з'єднання з антеною Wi-Fi.
4. Підтримка режимів роботи: Модуль підтримує як клієнтський, так і

	точка доступу (Access Point)	режими роботи. Це дозволяє	Арк.
		МММТ.480.001.001 – ПЗ	25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис Дата

використовувати його як клієнта для підключення до існуючих мереж або як точку доступу для створення власної мережі.

5. Програмування: Модуль може бути програмований за допомогою мови програмування Lua або Arduino IDE, що дозволяє розробникам створювати різноманітні проекти і додатки.

6. Низьке енергоспоживання: ESP8266 ESP-01 має низьке енергоспоживання, що дозволяє ефективно використовувати його в батарейних пристроях або мобільних додатках.

ESP8266 ESP-01 є популярним вибором для розробників, які потребують бездротового з'єднання із низькими витратами. Він забезпечує широкі можливості для реалізації проектів Інтернету речей (IoT), збір даних, дистанційного керування та багато інших застосувань, де потрібне бездротове з'єднання.

3.8. Вибір джерела живлення системи

Оскільки в системі використовуються різноманітні компоненти, такі як мікроконтролер, датчики, Wi-Fi модуль та дисплей, необхідно забезпечити стабільне та надійне живлення для їхньої роботи.

Обґрунтовуючи вибір зовнішнього адаптера з напругою 7-12 В як джерела живлення, можна навести такі аргументи:

1. Сумісність з компонентами: Багато компонентів в системі, включаючи мікроконтролер, датчики та Wi-Fi модуль, призначені для живлення в діапазоні 7-12 В. Використання зовнішнього адаптера з такими параметрами забезпечить сумісність і спрацює без проблем.

2. Стабільність напруги: Зовнішній адаптер забезпечує стабільний вихідний струм та напругу, що важливо для надійної роботи компонентів системи. Він забезпечить стабільне живлення і допоможе уникнути проблем, пов'язаних з коливаннями напруги.

3. Надійність та безпека: Зовнішній адаптер, виготовлений згідно зі стандартами безпеки, забезпечує надійну роботу системи, уникнення короткого замикання та перевантаження.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1 Система для вимірювання параметрів водного середовища у акваріумі

Будь-яке розумне середовище не може існувати без використання мікроконтролерів, і в нашому випадку для вирішення цієї задачі ми плануємо використовувати Arduino Uno R3. Arduino Uno Rev3 - це плата, яка базується на мікроконтролері ATmega328P. Ця плата має 14 цифрових пінів вводу/виводу, з яких 6 можуть бути використані як виходи ШІМ, а також 6 аналогових входів. Крім того, вона має вбудований кварцовий генератор на частоті 16 МГц, роз'єм USB, силовий роз'єм, роз'єм ICSP та кнопку перезавантаження.

Для роботи плати необхідно підключити її до комп'ютера за допомогою USB-кабелю або ж подати живлення через адаптер AC/DC або батарею. Arduino Uno використовує мікроконтролер ATmega16U2 (до версії R2 - ATmega8U2) як перетворювач інтерфейсу USB-UART, замість мікросхеми FTDI. В китайських варіантах використовується перетворювач інтерфейсу USB-UART CH340G. У версії R2 плати Arduino Uno був доданий резистор, який підтягує до землі лінію HWB мікроконтролера 8U2 для спрощення процесу оновлення прошивки. Деякі зміни в платі версії R3 включають додані контакти SDA і SCL (поблизу виводу AREF) та два нових виведення, розташованих біля виводу RESET. Контакт IOREF дозволяє платам розширення адаптуватися до робочої напруги Arduino і є сумісним як з 5-вольтовими платами Arduino на основі мікроконтролерів AVR, так і з 3.3-вольтовими платами Arduino Due. Другий вихід залишений неприєднаним і зарезервованим для майбутніх цілей. На сьогоднішній день на ринку існує безліч варіантів плат Arduino, і найбільш популярними альтернативами до Uno є плати Nano і Mega. Плата Nano ідеально підходить для проектів, де важливий компактний розмір, тоді як плата Mega використовується для проектів, де схема складна і необхідна велика кількість виходів.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Екран WH1602

4.2.1 Класифікація та застосування дисплею

Дисплей дозволяє відображати виміряні параметри водного середовища, такі як температура, рН-рівень, розчинений кисень тощо. Це допомагає бачити актуальні дані і моніторити стан водного середовища. Також він може використовуватись для налаштування різних параметрів системи, наприклад, заданого рівня рН, температурного діапазону або інших параметрів, щоб змінювати ці значення за допомогою інтерфейсу дисплея.

4.2.2 Будова та принцип роботи дисплею

У даній дипломній роботі ми оберемо дисплей WH1602 від Winstar'a.

Характеристика екрану WH1602 :

- Розміри: 80 x 36 мм
- Робоча температура: 0-50°C
- Підсвічування: блакитна
- Колір символів: білий
- Розмір символу: 4,35 x 2,95 мм
- Формат: 16 x 2
- Розмір точки: 0,5 x 0,5 мм
- Інтерфейс: HD44780
- Видима область: 64,5 x 13,8 мм
- Напруга живлення: 5В

Будова:

- Панель дисплею: Це плоска панель, на якій розміщені рядки і стовпці символів. У WH1602 зазвичай є 2 рядки, кожен з яких має 16 символів.
- Контролер: WH1602 має вбудований контролер, який керує відображенням і управлінням дисплею.
- Заднє освітлення .

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 4.2 – Екран WH1602

Принцип роботи дисплею базується на спілкуванні з мікроконтролером за допомогою встановленого з'єднання . Після встановлення зв'язку між мікроконтролером і дисплеєм, контролер дисплею приймає команди та дані від мікроконтролера для подальшого відображення. Контролер виконує розрахунки та управління, щоб розмістити символи на відповідних позиціях на дисплеї.

За допомогою отриманих команд від мікроконтролера, дисплей може відображати текстові символи, числа, спеціальні символи та іншу інформацію. Контролер здатен керувати розташуванням та виглядом символів на панелі дисплею, забезпечуючи зручне відображення потрібної інформації.

4.3. Датчик температури

4.3.1 Класифікація та застосування датчика температури

Датчик температури - це пристрій, призначений для вимірювання температури в оточуючому середовищі. Існує кілька різних видів датчиків температури, зокрема:

1. Терморезистори: Вони змінюють свій опір в залежності від температури. Найпоширенішим типом терморезистора є термістор, який має негативний температурний коефіцієнт опору.

2. Термопари: Це складається з двох різних металевих провідників, з'єднаних у точці зварювання. При зміні температури між точками виникає різниця потенціалів, яку можна виміряти для визначення температури.

3. Термоперетворювачі на основі напівпровідників: Це включає датчики на основі діодів, транзисторів або інших напівпровідникових пристроїв, які змінюють свої електричні властивості залежно від температури.

4. Інфрачервоні датчики температури: Вони використовуються для безконтактного вимірювання температури шляхом виявлення інфрачервоного випромінювання, що випромінюється об'єктом.

5. RT100 та RT1000: Це резистивні датчики температури, які використовують платину як датчик. Зміна опору платини залежить від температури і вимірюється для визначення температури.

4.3.2 Будова та принцип роботи датчика температури

Датчики температури складаються з фізичних компонентів, які реагують на зміни температури і перетворюють їх на електричні сигнали.

Загалом, будова датчиків температури включає активні елементи, які реагують на зміни температури, і засоби перетворення цих змін у вимірювальні сигнали. При принципі роботи датчиків температури зміни фізичних параметрів, таких як опір, електричний потенціал або оптичні властивості, використовуються для визначення значень температури.

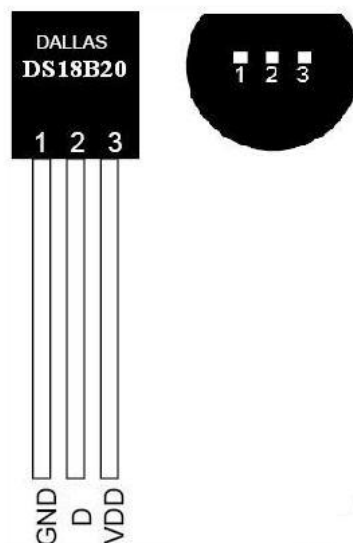


Рисунок 4.3– Зображення датчика температури DS18B20

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

4.4 Датчик рівня кислотності рН

4.4.1 Класифікація та застосування датчиків рівня рН

РН-метри є широко використовуваними для швидкого визначення рівня кислотності, або рН, у різних середовищах. Вони можуть бути застосовані для вимірювання рівня кислотності у воді, розчинах кислот, солей або лугів, біологічних рідинах, таких як кров і сеча, а також у харчових продуктах, таких як фрукти і овочі, і навіть у медичних препаратах. Метод вимірювання рН полягає у вимірюванні активності іонів водню у середовищі. Сам термін "рН" перекладається буквально як "вага водню" з латинської мови.

РН-метри знаходять широке застосування у різних галузях, таких як мікробіологія, медицина, водопідготовка, агрохімія, ґрунтознавство, гідропоніка, лабораторні та польові дослідження, хімічна та харчова промисловість, акваріумістика та багато інших. Сучасні рН-метри дозволяють швидко та точно визначати значення рН. Нейтральне

середовище має рН 7, як у дистильованій воді, де кількість позитивних іонів водню (H^+) та негативних гідроксид-іонів (OH^-) однакова. Якщо рН більше 7, то середовище вважається лужним, а якщо менше 7 - кислим.

Основні характеристики датчика рН Memosens CPS31D:

1. Висока точність: Датчик забезпечує високу точність і стабільність вимірювання рН, що дозволяє отримувати надійні результати.
2. Широкий діапазон вимірювання: Датчик може працювати в широкому діапазоні рН, що дозволяє вимірювати кислотність або лужність різних середовищ.
3. Memosens технологія: Технологія Memosens використовує цифрове з'єднання між датчиком і аналізатором, що забезпечує надійну передачу даних і автоматичну компенсацію температури.
4. Інтелектуальні функції: Датчик має інтелектуальні функції, такі як автоматична ідентифікація, збереження калібрування, а також

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

вбудовану діагностику для контролю стану датчика.

5. Зручний дизайн: Датчик має компактний і зручний дизайн, що спрощує його монтаж і обслуговування.

6. Висока стійкість до зовнішніх впливів: Датчик відповідає вимогам щодо стійкості до вологості, корозії і впливу хімічних речовин, що забезпечує довговічність його роботи.

7. Сумісність із системами керування: Датчик може бути легко інтегрований з системами керування і моніторингу для автоматизації процесу контролю рН.

Датчик рН Endress+Hauser серії Memosens CPS31D є надійним і точним пристроєм для вимірювання рН в різних додаткових середовищах і забезпечує зручну інтеграцію зі сучасними системами керування.

4.4.2 Будова та принцип роботи

Датчики рН включають в себе основні компоненти, що дозволяють виміряти рівень кислотності або лужності розчину. Будова та принцип роботи датчиків рН можуть варіюватись в залежності від типу датчика, але основні принципи залишаються схожими.

Один з поширених типів датчиків рН - скляний електрод. Він складається з тонкого скляного елемента, який містить спеціальне електролітне розчинення всередині. На кінці електрода розташоване сенсорне покриття, яке реагує на концентрацію водневих іонів у розчині. Зміна концентрації водневих іонів призводить до зміни потенціалу електрода, який можна виміряти та інтерпретувати як значення рН.

Інший тип датчиків рН - іоноселективні електроди. Вони також містять скляний елемент, але замість спеціального електроліту використовуються специфічні іоноселективні мембрани. Ці мембрани взаємодіють з конкретними іонами (наприклад, H^+ або OH^-) і генерують відповідний електричний сигнал. Зміна концентрації цих іонів у розчині призводить до зміни електричного сигналу, який можна

використовувати для вимірювання рН.

МММТ.480.001.001 – ПЗ

Арк.

32

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 4.4 - Датчик pH Endress+Hauser серії Memosens CPS31D

4.5 Датчик розчиненого кисню

4.5.1 Класифікація та застосування датчиків розчиненого кисню

Застосування датчиків розчиненого кисню включає контроль якості води, вимірювання рівня кисню у водних системах, моніторинг акваріумів та басейнів, контроль рівня кисню у біологічних процесах, виробництво харчових продуктів, аналіз лікарських препаратів та інше.

Основні класи датчиків розчиненого кисню включають електрохімічні та оптичні датчики.

Електрохімічні датчики вимірюють розчинений кисень за допомогою хімічних реакцій на електродах. Вони можуть бути гальванічними (засновані на потенціалі) або амперометричними (вимірюють струмову підсилюючу реакцію) залежно від принципу роботи. Ці датчики широко застосовуються у водопостачанні, водно-повітряній охолоджуючій системі, медицині, аквакультури та інших галузях.

Оптичні датчики вимірюють розчинений кисень на основі взаємодії світла з киснем. Вони використовують фотосенсиори для вимірювання змін інтенсивності або спектральних характеристик світла, що проходить через розчин. Оптичні датчики широко

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

використовуються у медицині, аквакультурі, виробництві харчових продуктів, моніторингу

водних систем та інших сферах.

4.5.2 Будова та принцип роботи

Будова оптичного датчика розчиненого кисню включає фотосенсор, світловодні волокна та спеціальний матеріал, що взаємодіє з киснем. Фотосенсор вимірює зміни інтенсивності або спектральних характеристик світла, яке проходить через розчин, засвіткованого світловодними волокнами.

Принцип роботи полягає в тому, що спеціальний матеріал, що знаходиться на кінці світловодного волокна, реагує з киснем у розчині. Залежно від концентрації кисню, матеріал може змінювати свої оптичні характеристики, наприклад, поглинати світло певних довжин хвиль. Фотосенсор реєструє ці зміни і перетворює їх на вимірювання концентрації розчиненого кисню.

Інші типи датчиків розчиненого кисню можуть використовувати електрохімічні реакції для вимірювання концентрації кисню або використовувати інші принципи, такі як гальванічні або потенціометричні методи. Будова і принцип роботи цих датчиків можуть варіюватись залежно від їх конструкції та використання.



Рисунок 4.5 – Датчик розчиненого кисню Oхuтах COS41 від компанії Endress+Hauser

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

4.6 Wi-Fi-модуль

4.6.1 Класифікація та застосування Wi-fi модуля

- Дистанційне керування: За допомогою Wi-Fi модуля можна підключити акваріум до домашньої Wi-Fi мережі і керувати ним з використанням смартфона, планшета або комп'ютера. Це дає можливість змінювати налаштування системи, контролювати параметри води, регулювати освітлення або живлення фільтраційної системи навіть здалеку.
- Моніторинг параметрів води: Wi-Fi модуль може бути підключений до датчиків температури, рівня рН, розчиненого кисню та інших датчиків параметрів води в акваріумі. Це дозволяє в режимі реального часу отримувати інформацію про стан води, спостерігати за змінами та отримувати сповіщення про відхилення від норми.
- Автоматизація процесів: За допомогою Wi-Fi модуля можна програмувати автоматичні процеси управління акваріумом. Наприклад, автоматичне живлення риб або розпушування ґрунту у певний час, автоматичне включення або вимкнення освітлення згідно з графіком, а також інші функції, що полегшують догляд за акваріумом.
- Мережевий доступ до акваріуму: Завдяки Wi-Fi модулю можна надати доступ до акваріума через Інтернет. Це дозволяє ділитися переглядом акваріуму з друзями або експертами, вести відеонагляд або спілкуватися зі спільнотою акваріумістів.

Застосування Wi-Fi модуля у акваріумах дозволяє поліпшити контроль, комфорт і зручність управління акваріумом, а також надає можливості для моніторингу та автоматизації різних процесів у ньому.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

4.6.2 Будова та принцип роботи Wi-fi модуля ESP8266 ESP-01

Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01 є популярним модулем з бездротовим з'єднанням, розробленим компанією Espressif Systems. Він

базується на мікроконтролері ESP8266, який поєднує в собі мікроконтролер з вбудованим Wi-Fi. ESP-01 є одним з найбільш компактних модулів серії ESP8266 і забезпечує зручну можливість підключення до бездротової мережі.

Основні характеристики модуля ESP8266 ESP-01:

1. Бездротовий зв'язок: Модуль підтримує стандарт Wi-Fi 802.11 b/g/n, що дозволяє підключатись до бездротових мереж і передавати дані по мережі.
2. Мікроконтролер ESP8266: Модуль містить вбудований мікроконтролер ESP8266 з потужним процесором і достатньою кількістю пам'яті для виконання програмного коду.
3. Інтерфейси: ESP-01 має набір GPIO-пінів для взаємодії з зовнішніми пристроями та сенсорами. Він також має піни для з'єднання з антеною Wi-Fi.
4. Підтримка режимів роботи: Модуль підтримує як клієнтський, так і точка доступу (Access Point) режими роботи. Це дозволяє використовувати його як клієнта для підключення до існуючих мереж або як точку доступу для створення власної мережі.
5. Програмування: Модуль може бути програмований за допомогою мови програмування Lua або Arduino IDE, що дозволяє розробникам створювати різноманітні проекти і додатки.
6. Низьке енергоспоживання: ESP8266 ESP-01 має низьке енергоспоживання, що дозволяє ефективно використовувати його в батарейних пристроях або мобільних додатках.

ESP8266 ESP-01 є популярним вибором для розробників, які потребують бездротового з'єднання із низькими витратами. Він

забезпечує широкі можливості для реалізації проектів Інтернету речей

МММТ.480.001.001 – ПЗ

					Арк.
					36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

(IoT), збір даних, дистанційного керування та багато інших застосувань, де потрібне бездротове з'єднання.

4.7 Розрахунок параметрів системи

Для забезпечення управління обігріванням та аерацією води в акваріумі використовується блок реле FOTEK SSR-25DA, а також транзистори VT1 та VT2.

1. Блок реле FOTEK SSR-25DA (Rel1 та Rel2)

Блок реле використовується для керування обігрівачем (нагрівачем) та системою аерації води в акваріумі. FOTEK SSR-25DA є надійним та високоякісним елементом, який забезпечує ефективне перемикання великих навантажень, таких як обігрівач та аераційна система. Він має вбудовану захист від перенапруги та короткого замикання, що робить його безпечним у використанні.

Реле FOTEK SSR-25DA має наступні специфікації:

- Вихідна потужність: 25 Ампер (при номінальному струмі)
- Допустима напруга: 24-380 Вольт змінного струму (AC)

Зазначена вихідна потужність вказує на те, що реле може керувати навантаженням зі струмом до 25 Ампер при номінальному робочому струмі. Важливо враховувати, що це значення відноситься до змінного струму.

Розрахунок струму обладнання, яке буде кероване реле,:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{25}{380} = 0,066A = 66mA$$

Отже, для даного прикладу потужність реле FOTEK SSR-25DA буде 25 А, а струм буде розрахований як 0.066 А (або 66 мА).

2. Транзистори VT1 та VT2

Транзистори VT1 та VT2 використовуються для керування роботою реле FOTEK SSR-25DA. Транзистори виконують функцію

	керування станом реле,	дозволяючи ввімкнути або вимкнути	Арк.
		МММТ.480.001.001 – ПЗ	37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис Дата

обігрівання та аерацію води в акваріумі. Вибір транзисторів залежить від їх параметрів, таких як максимальний струм та напруга, які повинні відповідати вимогам системи. Для даного проєкту було обрано транзистори BC547C .

Основною формулою для розрахунку транзисторів VT1 і VT2 є формула струму колектора:

$$I_k = \beta * I_p = 110 * 0,066 = 7,26 \text{ A}$$

де:

I_k - струм колектора,

β - коефіцієнт підсилення транзистора,

I_p - струм реле.

Формула для розрахунку напруги насичення ($U_{\text{нас.}}$) транзистора також може бути використана для перевірки, чи обрані транзистори витримують задані умови:

$$U_{\text{нас.VT1}} = V_{\text{cc}} - I_k * R_n$$

де:

V_{cc} - напруга живлення,

I_k - струм колектора,

R_n - опір навантаження

4.8. Опис принципової схеми комп'ютеризованої системи для вимірювання параметрів водного середовища у акваріумі

Повний комплект схеми системи доступний у додатку до даної роботи. Схему можна знайти за посиланням у Додатку 1 . В додатку представлені докладні схеми з підключенням компонентів, що використовуються в системі, включаючи мікроконтролер, датчики, джерело живлення, дисплей та інші елементи системи .

Датчик , що відповідає за контроль рівня рН підключається до роз'єму X1 . До X2 підключено датчик розчиненого кисню . Живлення для схеми надходить через X3 . Датчик температури представлений мікросхемою DD2 .

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

5. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

5.1 Опис елементів в обраному мікроконтролері

Плата Arduino Uno R3 - це мікроконтролерна плата, яка базується на мікроконтролері ATmega328P. Вона має наступні елементи:

- Мікроконтролер ATmega328P: Це основний мікроконтролер, який керує всіма операціями на платі. Він має 32 кілобайти флеш-пам'яті для програмного коду, 2 кілобайти оперативної пам'яті і 14 цифрових виводів/вводів, з яких 6 можуть бути використані як широкофункціональні ШИМ-виводи.
- Кварцовий резонатор: Це кристал, який забезпечує точний тактовий сигнал для мікроконтролера. На платі Arduino Uno R3 встановлений кварц з частотою 16 МГц.
- USB-роз'єм: Це роз'єм типу B, який використовується для підключення плати до комп'ютера або інших пристроїв за допомогою USB-кабелю. Цей роз'єм дозволяє завантажувати програмний код на мікроконтролер та здійснювати зв'язок зі зовнішнім середовищем.
- Роз'єми вводу/виводу: Плата Arduino Uno R3 має ряд роз'ємів, які дозволяють підключати зовнішні пристрої. Вона має 14 цифрових виводів/вводів, з яких 6 можуть бути налаштовані як ШИМ-виводи, і 6 аналогових входів, які можуть також використовуватись як цифрові виводи.
- Живлення: Плата може бути живлена через USB-роз'єм або зовнішнім джерелом живлення через роз'єм збоку плати. Роз'єм дозволяє підключити джерело живлення з напругою від 7 до 12 вольт.
- LED-індикатори: Плата має два LED-індикатори - TX і RX, які світяться під час передачі або отримання даних через USB-порт.
- Кнопка скидання (Reset): Ця кнопка дозволяє скинути мікроконтролер і розпочати виконання програми з початку.

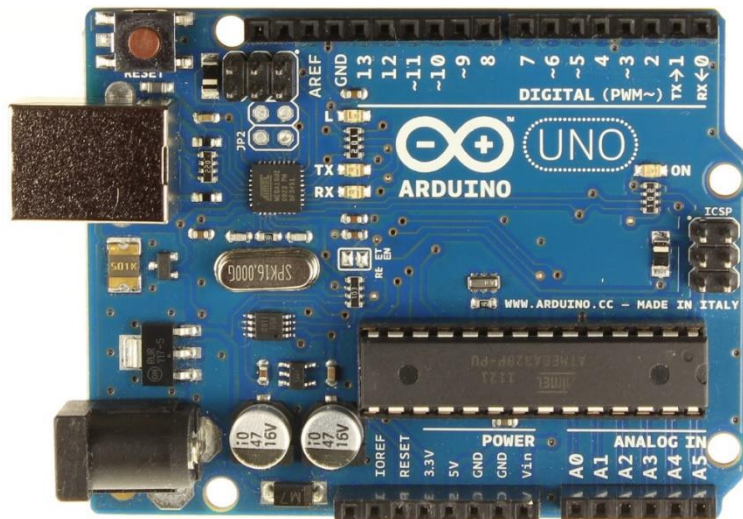


Рисунок 5.1 – Плата Arduino Uno R3

5.2 Підключення елементів системи до мікроконтролера

Приєднання будь-яких пристроїв до плати відбувається шляхом з'єднання їх контактів з відповідними контактами на платі контролера. Це можуть бути цифрові або аналогові піни, а також піни живлення. Для підключення простого світлодіода, достатньо використати два контакти: землю (GND) і сигнальний контакт (або контакт живлення).

Найпростішим датчикам зазвичай потрібно задіяти щонайменше три контакти: два для живлення і один для сигналу.

При підключенні зовнішнього пристрою важливо пам'ятати, що використання плати в якості джерела живлення можливе тільки у випадку, якщо споживана потужність пристрою не перевищує допустимий граничний струм контролера.

5.2.1 Підключення дисплею WH1602

Спочатку потрібно здійснити підключення дисплея до контролера. Дисплей WH1602 має 16 виводів, з яких піни Vss, Vdd і K повинні бути підключені до землі і джерела живлення. Пін RS використовується для управління дисплеєм з мікроконтролера. Низький рівень напруги (0) на цьому

виводі вказує на передачу команди, а високий рівень (1) означає передачу даних для запису в пам'ять дисплея. Пін R/W використовується для читання даних (1) або запису команди/даних (0) на дисплей. Виходи DB7 - DB0

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюють шину даних для передачі інформації. Пін Е (Enable signal) використовується для активації дисплея. Щоб передавати дані або команди, потрібно подати позитивний імпульс на цей вивід.

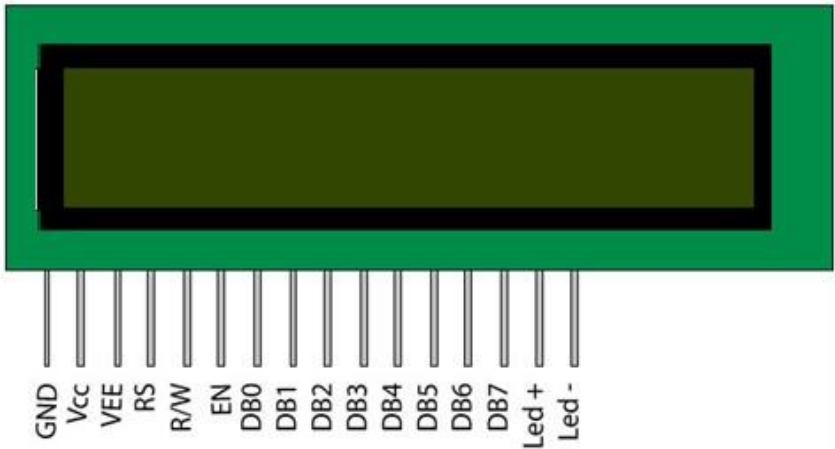


Рисунок 5.2.1 – Розташування пінів для екрану WH1602

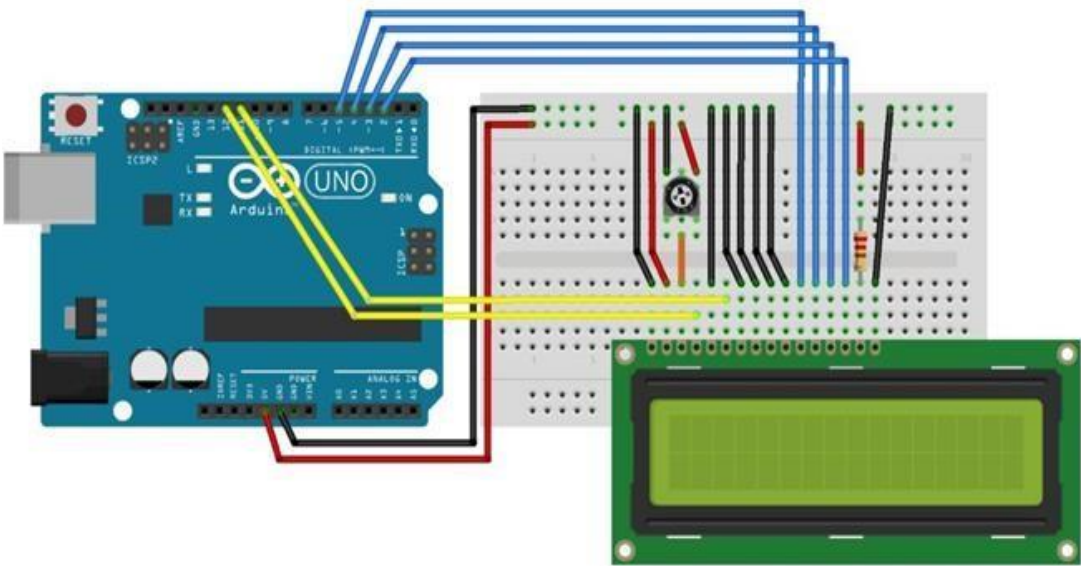


Рисунок 5.2.2– Підключення LCD-екрану до Arduino

5.2.2 Контроль освітлення

У акваріумному господарстві використовуються різні види освітлення для забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин і риб. У цьому проєкті було вирішено оснастити акваріум світлодіодами, щоб забезпечити його освітлення при низькій освітленості в кімнаті. Щоб реалізувати це, перш за все, необхідно придбати світловий датчик. Принцип

простий: зі збільшенням освітленості зменшується опір, тоді як у темряві відбувається збільшення опору. Далі необхідно підключити датчик до аналогового порту Arduino, який перетворює отриману напругу від 0 до 5 В в значення від 0 до 1024. Значення опору світлового датчика програмно перетворюються на відсоток яскравості від 0 до 100%. Для проведення проводки було використано резистор як дільник напруги з опором 10k Ом.

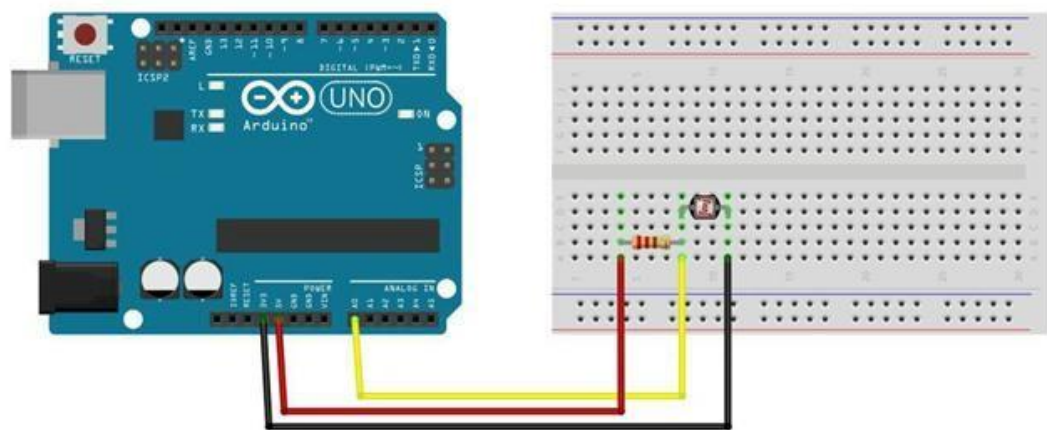


Рисунок 5.2.3 – Підключення датчику світла до Arduino

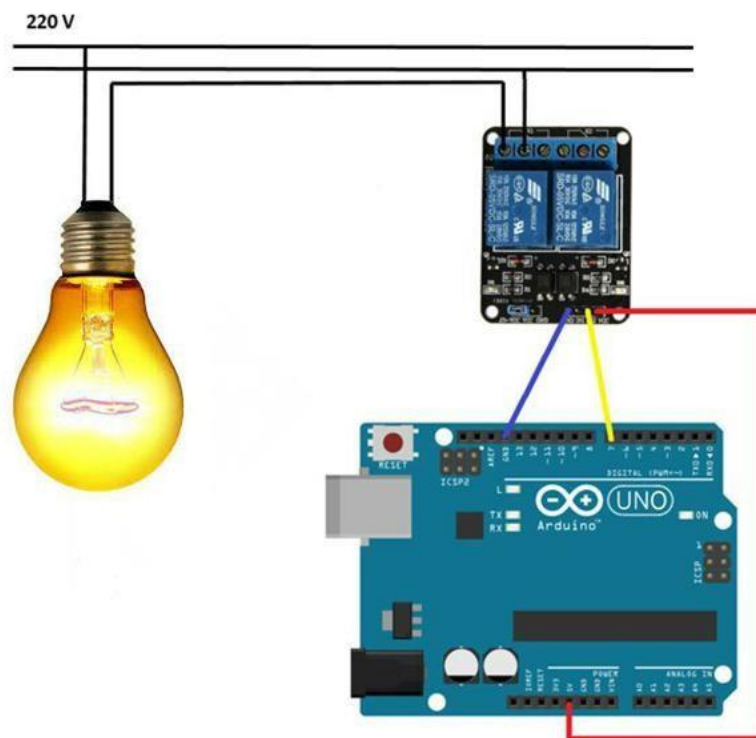


Рисунок 5.2.4 – Підключення світла до Arduino за допомогою реле

5.2.3 Підключення датчика температури DS18B20

- Підключаємо вивід DQ (даних) датчика DS18B20 до будь-якого вхідного виводу Arduino.
- Підключаємо резистор 4.7кОм між выводами DQ (даних) та VCC (живлення) датчика DS18B20. Резистор необхідний для підтягування лінії даних до рівня живлення.
- Підключаємо вивід VCC датчика DS18B20 до виводу 5V Arduino ,
- Підключаємо вивід GND датчика DS18B20 до виводу GND Arduino .

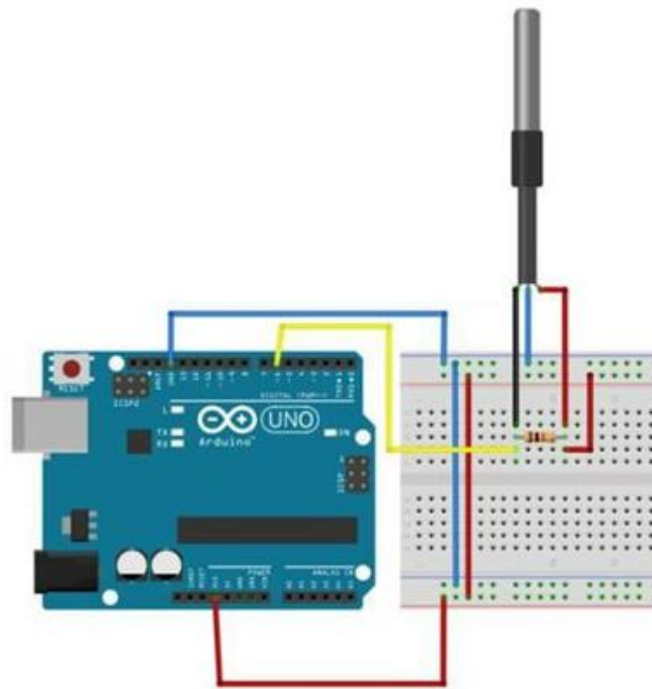


Рисунок 5.2.5 - Підключення датчика температури

5.2.4 Підключення датчика кислотності

- Підключаємо вихідний пін датчика до вхідного піну Arduino.
- Підключаємо землю (GND) датчика до землі Arduino (GND).
- Підключаємо живлення (VCC) датчика до вихідного піну Arduino, який забезпечує потрібну напругу живлення для датчика.

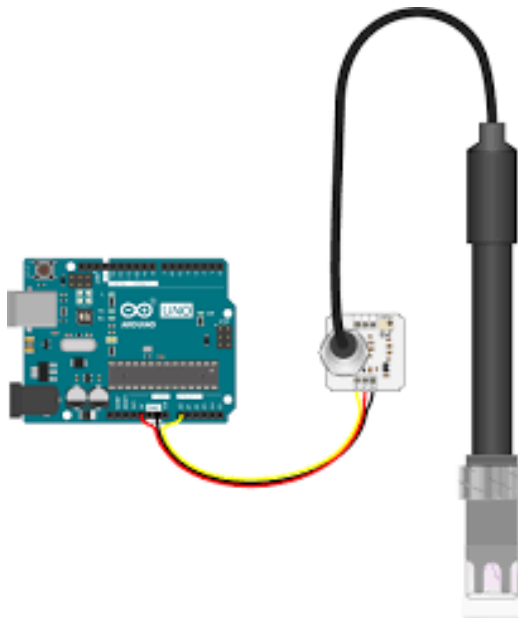


Рисунок 5.2.6 – Підключення датчика рівня рН

5.2.5 Підключення датчика розчиненого кисню

- Підключаємо вихідний сигнальний провід до вхідного піна Arduino.
- Підключаємо провід землі (GND) датчика до землі Arduino (GND).

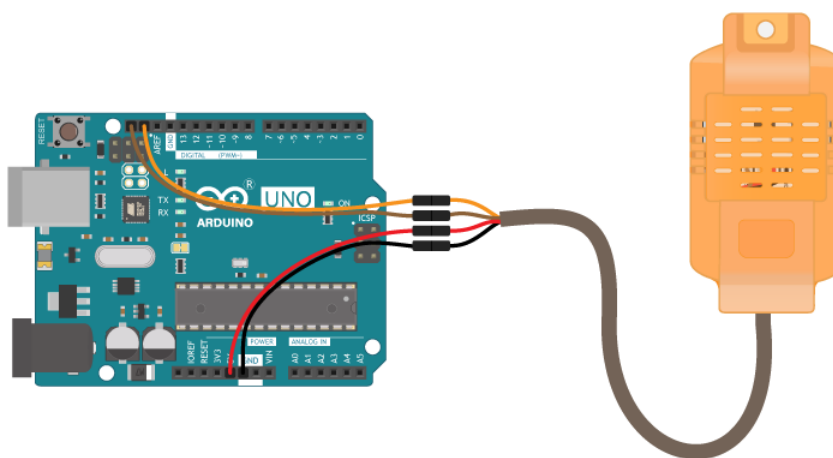


Рисунок 5.2.7 – Підключення датчика розчиненого кисню

5.2.6 Підключення Wi-Fi-модуля

- Підключаємо Wi-Fi модуль до Arduino, вставивши його в відповідний роз'єм . Зв'язуємо модуль з відповідними контактами .
- Підключаємо живлення Wi-Fi модуля до джерела живлення .
- Підключаємо провід землі (GND) Wi-Fi модуля до землі Arduino (GND), забезпечуючи спільну землю.

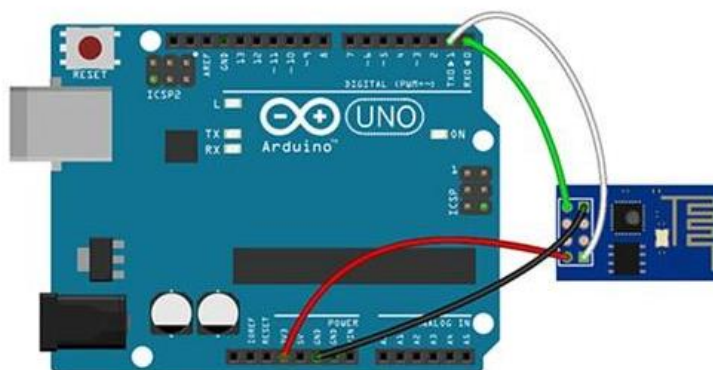


Рисунок 5.2.8 – Підключення Wi-Fi модуля до Arduino

6. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ РОБОТИ СИСТЕМИ

Інтегроване середовище розробки Arduino є багатоплатформовим додатком, написаним на Java. Воно включає в себе редактор коду, компілятор і модуль для завантаження прошивки на плату. Це середовище розробки базується на мові програмування Processing і призначене для початківців, які не мають багато досвіду у програмуванні. Мова програмування в Arduino аналогічна мові Wiring, яка є розширеною версією мови C++. Програми в Arduino обробляються за допомогою препроцесора і компілюються з використанням AVR-GCC.

Програми для Arduino пишуться на мовах програмування C або C++. У складі середовища розробки Arduino поставляється бібліотека програм під назвою "Wiring", яка базується на проєкті Wiring і спрощує багато стандартних операцій введення/виведення. Користувачам потрібно визначити лише дві функції для створення програми, яка буде виконуватися в циклі.

- **setup:** функція виконується лише раз при старті програми і дозволяє задати початкові параметри;
- **loop:** функція виконується періодично доки плату не буде вимкнено .

6.1 Розробка алгоритму

1. Ініціалізація:

- а) Підключення необхідних бібліотек.
- б) Налаштування зв'язку з Wi-Fi модулем.
- в) Ініціалізація датчиків та інших компонентів системи.

2. Початок основного циклу:

- а) Зчитування значень параметрів (рівень рН, температура води, розчинений кисень) за допомогою відповідних датчиків.
- б) Аналіз отриманих значень та встановлення необхідних керуючих дій.

3. Контроль рівня рН:

- а) Порівняння виміряного значення рівня рН з заданим діапазоном.
- б) Корекція рівня рН .

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

4. Контроль температури води:

- а) Порівняння виміряного значення температури води з заданим діапазоном.
- б) Виконання необхідних дій для корекції температури води (включення системи обігріву або охолодження).

5. Контроль розчиненого кисню:

- а) Порівняння виміряного значення розчиненого кисню з заданим діапазоном.
- б) Виконання необхідних дій для підвищення рівня розчиненого кисню (включення системи аерації).

6. Система життєзабезпечення:

- а) Контроль роботи нагрівача та аератора води.
- б) Включення або вимикання цих пристроїв в залежності від умов інтегрованої системи.

7. Збереження даних:

- а) Запис отриманих значень параметрів та виконаних дій в пам'ять для подальшого аналізу.
- б) Відправка цих даних на сервер або збереження на SD-картку.

8. Завершення циклу:

Затримка перед початком наступного циклу (функція delay()).

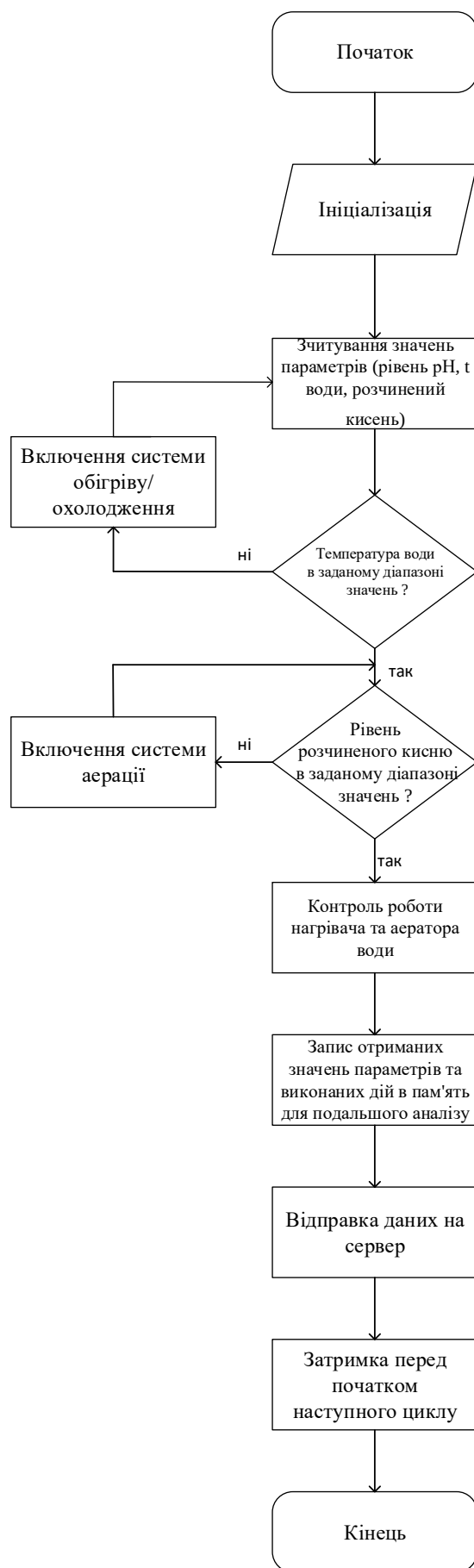


Рисунок 6.1 – Блок-схема алгоритму роботи програми

6.2 Розробка програми роботи системи

Для створення програм (скетчів) для контролера Ардуіно потрібно встановити спеціальне середовище програмування. Один з найпростіших варіантів - це встановлення Arduino IDE.

Після встановлення IDE, необхідно переконатися, що вибрано правильну плату. Це впливає на налаштування збірки проекту, і остаточний скетч буде скомпільовано у форматі, сумісному з обраною платою. За допомогою USB-підключення контролера до комп'ютера, можна швидко завантажувати вашу програму на нього, використовуючи команду "Завантажити".

Типовий скетч зазвичай має безкінечний цикл, в якому періодично опитуються піни, до яких підключені датчики, і за допомогою спеціальних команд здійснюється керування зовнішніми пристроями (їх включення або вимикання). У середовищі Ардуіно є можливість підключати готові бібліотеки, як вбудовані в IDE, так і доступні на різноманітних веб-сайтах і форумах.

Написана і скомпільована програма завантажується на контролер через USB-з'єднання (UART-Serial), а за цей процес відповідає загрузчик (bootloader) на контролері.

Для програмування плат Arduino не потрібні великі навички в програмуванні. В інтернеті є безліч кодів для різних пристроїв, датчиків, плат і т.д., які можна завантажувати та використовувати у своїх проектах.

Перш за все, необхідно встановити всі необхідні бібліотеки. Без наявності відповідних бібліотек, Arduino не зможе взаємодіяти з іншими пристроями, що присутні у схемі.

Код для виконання роботи системи представлений у Додаток 2 .

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. РОЗРАХУНОК МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Розрахуємо похибку вимірюваних значень водного середовища , такі як рівень кислотності рН , розчиненого кисню та температуру води в акваріумі .

Було здійснено спостереження за зміною температури води протягом 30 хвилин при стабільному значенні 21 °С. Також були визначення показники кислотності та розчиненого кисню , при встановленому значенні 7рН та 10мг/л відповідно . Дані вказані у табл.7.1 , 7.2 , 7.3 .

Таблиця 7.1 – Вимірянні значення температури води

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t _{в.}	20,9	21,02	21	21,012	20,96	21,012	21,0	21,012	21,0	21,012
	8	5		5		5	3	5	3	5
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
t _{в.}	21,9	20,98	20,9	20,93	21,02	20,94	20,9	20,98	21,0	20,97
	5	7	7		5		7		4	
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
t _{в.}	20,9	20,93	21,0	20,92	20,91	21	20,9	20,98	21,0	20,975
	7		3				7		3	

Таблиця 7.2 – Вимірний рівень розчиненого кисню

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
мг/л	9,97	10,02	10	10,01	9,98	10,03	10,03	10,01	9,97	9,98
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
мг/л	9,95	9,99	9,98	10,03	10,02	9,99	9,97	9,98	10,05	10,07
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
мг/л	10,02	9,98	10,03	10,05	10	9,97	9,97	9,99	10,04	10,06

Таблиця 7.3 – Виміряні значення рівню кислотності (рН)

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
рН	6,92	6,93	6,95	6,91	6,95	6,97	6,96	6,95	6,94	6,93
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
рН	6,91	6,92	6,93	6,92	6,94	6,93	6,93	6,94	6,92	6,96
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
рН	6,95	6,92	6,93	6,95	6,92	6,94	6,95	6,93	6,97	6,94

Розрахуємо абсолютну похибку вимірювання показників температури води за формулою (7.1) :

$$\Delta = x_{\text{встанов.}} - \bar{x} \quad (7.1)$$

Де $\bar{x}$ - середнє значення з виміряних показників .

$x_{\text{встанов.}}$ - встановлене значення показника .

$$\bar{x} = \frac{\sum x_n}{n} = \frac{630,552}{30} = 21,0184$$

$$\Delta_t = 21 - 21,0184 = 0,0184$$

Аналогічним чином , розрахуємо похибку для значень рН за формулою (7.1)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_n}{n} = \frac{208,11}{30} = 6,937$$

$$\Delta_{\text{рН}} = 7 - 6,937 = 0,063$$

Розраховуємо похибку рівня розчиненого кисню :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_n}{n} = \frac{300,14}{30} = 10,004$$

$$\Delta = 10 - 10,004 = 0,0046$$

8. ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ

При розрахунку надійності системи потрібно визначити такі показники:

- ймовірність безвідмовної роботи системи за заданий час ($P(t)$);
- параметр потоку відмов (Λ);
- середнє напрацювання до відмови ($T_{\text{серед}}$).

Надійність – властивість об'єкта виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників в заданих межах.

Ймовірність безвідмовної роботи – ймовірність того, що в межах вказаного періоду часу відмова пристрою не виникає.

Відмова – подія, яка полягає в порушенні працездатного стану об'єкта.

Середнє напрацювання до відмови – це математичне очікування напрацювання об'єкта до першої відмови.

Інтенсивність відмов – умовна щільність імовірності появи відмови.

Виріб використовуватиметься в таких умовах:

- температура повітря 19 °С, відносна вологість повітря 85 %;
- призначений для роботи в закритому приміщенні зі штучно регульованими кліматичними показниками.

Критерієм відмови системи вважається відмова будь-якої її складової частини, що приводить до порушення її працездатності і неможливості використання за призначенням. Відмова будь-якої складової частини системи призведе до відмови системи в цілому. Відновлення роботи системи проводиться методом заміни складової частини, що відмовила.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i \quad (8.1)$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу проектного виробу; $N_i \lambda_i$ – кількість і інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи відповідно.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі

$$\lambda_I = \lambda_{oi} a_i \dots a_n \quad (8.2)$$

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_i \dots a_n$ – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а також співвідношення видів відмовлень.

Конкретні формули, по яких визначалися інтенсивність відмовлень кожної групи комплектуючих виробів, приведені в таблиці 8.2. Величини значень визначилися по довідковим даним з врахуванням вихідних даних для проектного виробу.

По формулі (8.1) визначаємо потік відмовлень виробу:

$$\Lambda = 31,733 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\Lambda t} \quad (8.3)$$

де Λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год)

Дані розрахунку $P(t)$ приведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,992	0,984	0,976	0,969	0,939	0,853	0,776	0,729

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \Lambda^{-1} \quad (8.4)$$

Підставляючи дані в формулу (8.4) одержимо

$$T = (31.733 \cdot 10^{-6})^{-1} = 31513 \text{ г.}$$

					МММТ.480.001.001 – ПЗ		Арк.
							53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

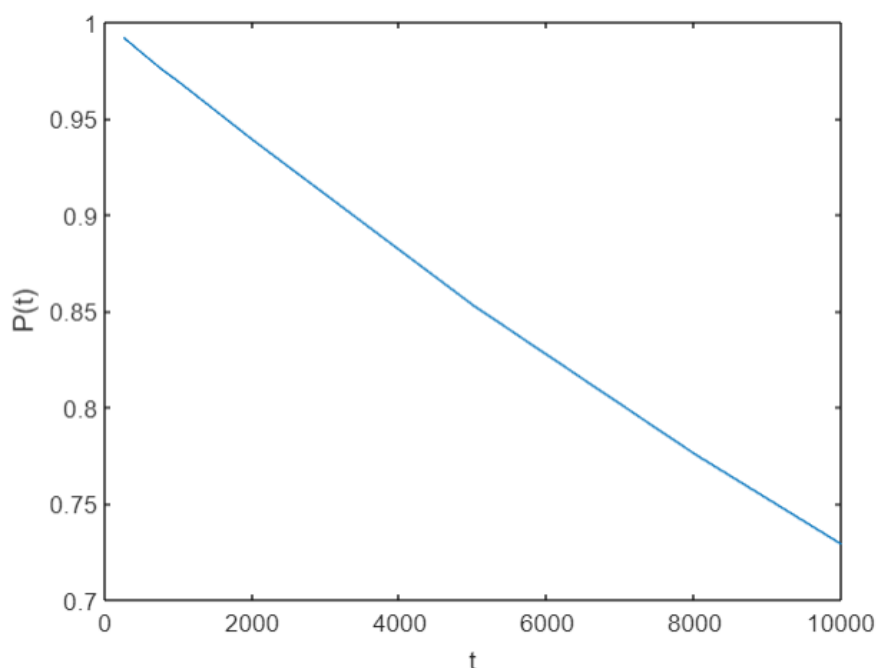


Рисунок 8.1 Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

Таблиця 8.2 - Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Резистори				a_1	a_2		a_4	
	C1-4 4.7 кОм	8	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,10752
2	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
	ATmega328P	1	2,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	5,733
3	Діоди				a_1	a_2	a_4	a_6	
	1N4148	2	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_5$	2,1	1	1,3	1	1,638
4	Транзистори				a_1	a_2		a_4	
	BC547C	2	0,4	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	1,344
5	LCD-дисплей				a_1	a_2	a_4	a_6	
	WH1602	1	0,7	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_5$	2,1	1	1,3	1	1,911
6	Датчик температури				a_1	a_2	a_4	a_6	
	DS18B20	1	2,2	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	6,006
7	Wi-Fi модуль				a_1	a_2	a_4	a_6	
	ESP8266	1	1,7	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	4,641
8	Датчик рН				a_1	a_2	a_4	a_6	
	Memosens CPS31D	1	1,9	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	5,187
9	Датчик розчиненого кисню				a_1	a_2	a_4	a_6	
	Охутах COS41	1	1,8	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	4,914
10	Перемикачі	2	0,03	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,252
	Разом								31,733

9. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Інструкція з охорони праці є офіційним документом, який встановлює обов'язкові вимоги щодо безпечного виконання робіт працівниками.

Вимоги безпеки перед початком роботи :

1. Електрична безпека: Перед початком роботи з акваріумною системою необхідно переконатися, що всі електричні компоненти, такі як насоси, нагрівачі або освітлення, підключені відповідно до вимог безпеки. Електричні розетки та кабелі повинні бути захищені від вологи та бути в стані безпеки.
2. Використання безпечних матеріалів: При облаштуванні акваріуму слід використовувати безпечні матеріали, які не токсичні для риб та рослин. Наприклад, підкладки, рослини, декоративні елементи та речовини, що використовуються для підтримки хімічного балансу води, повинні бути безпечними для акваріумного середовища.
3. Правильне підключення системи фільтрації: Фільтраційна система акваріуму повинна бути правильно підключена та належним чином змонтована. Необхідно переконатися, що всі шланги та з'єднувачі надійно закріплені та не мають протікань.
4. Безпека води: Перед заповненням акваріуму водою необхідно впевнитися, що вода відповідає необхідним параметрам якості, таким як рН, температура, вміст хлору та інших хімічних речовин. Важливо уникати використання води з невідомих джерел або забрудненої води.
5. Безпека при роботі з рибами: При роботі з рибами необхідно дотримуватися правил гігієни рук та використовувати безпечні інструменти для маніпулювання рибами. Риби повинні бути обережно пересаджені та маніпульовані, щоб уникнути пошкодження.
6. Відповідальність за догляд: Перед початком роботи з акваріумом необхідно забезпечити належний рівень догляду та утримання риб та рослин. Це включає регулярне очищення фільтрів, контроль параметрів води та вчасну

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

подачу їжі.

7. Уникання перевантаження: Система акваріуму має бути облаштована таким чином, щоб уникнути перевантаження електричної мережі. Дотримуйтеся рекомендацій виробника стосовно максимальної потужності підключених пристроїв та уникайте підключення занадто багатьох пристроїв до однієї розетки.

Вимоги безпеки під час роботи з системою акваріуму:

1. Перед початком роботи з системою акваріуму завжди вимикайте живлення. Переконайтеся, що всі насоси, нагрівачі та освітлювальні пристрої вимкнені, перш ніж проводити будь-які маніпуляції.
2. Уникайте контакту з водою під час підключення або налаштування електричних компонентів. Виконуйте ці процедури завжди в сухому середовищі, захищеному від вологи.
3. Регулярно перевіряйте стан електричних кабелів та розеток. Уникайте пошкоджень, перетягування або перегинання кабелів. Якщо виявлено будь-які пошкодження, негайно відключіть електрику та виконайте необхідні ремонтні роботи.
4. Завжди використовуйте захисні рукавички або інші засоби захисту, коли працюєте з хімічними речовинами для підтримки якості води або обслуговування фільтраційної системи. Уникайте контакту зі шкірою, очима або дихальними шляхами.
5. Ретельно дотримуйтеся інструкцій виробника щодо монтажу та встановлення всіх компонентів системи акваріуму. Неправильний монтаж може спричинити витікання води або інші небезпечні ситуації.
6. Не перевантажуйте систему акваріуму. Переконайтеся, що всі пристрої працюють в межах рекомендованої потужності та не перевищують норми електричного навантаження розетки.
7. Забезпечте вентиляцію приміщення, де знаходиться акваріумна система, для запобігання накопиченню вологості та забруднення повітря.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

8. Регулярно перевіряйте параметри води, такі як рівень рН, розчинений кисень та амоній. Виконуйте необхідні корекції для забезпечення здоров'я риб і рослин.
9. Уникайте використання різких хімічних речовин або миючих засобів без необхідності. Якщо потрібно використовувати такі речовини, завжди дотримуйтесь інструкцій та застосовуйте їх з обережністю.
10. Завжди тримайте акваріумну систему поза досяжністю дітей та домашніх тварин. Запобігайте випадковому впливу на систему, що може призвести до пошкоджень або небезпеки.

Вимоги безпеки по завершенню роботи з системою акваріуму:

1. Перед виключенням живлення системи акваріуму переконайтеся, що всі насоси, нагрівачі та освітлювальні пристрої вимкнені. Від'єднайте всі джерела живлення від розеток.
2. Переконайтеся, що всі засоби для догляду за акваріумом, такі як хімічні речовини, щітки чи інструменти, зберігаються в безпечному місці, недоступному для дітей та домашніх тварин.
3. Завжди пильнуйте за рівнем води в акваріумі та додайте необхідну кількість води, якщо вона знижується до небезпечного рівня.
4. Приберіть будь-які залишки їжі, відмерлих рослин або інших органічних матеріалів з акваріуму, щоб запобігти розкладу та забрудненню води.
5. Виконайте регулярне обслуговування та очищення фільтраційної системи згідно з інструкціями виробника, щоб забезпечити оптимальну роботу системи та якість води.
6. Забезпечте правильне утилізацію відходів, які виникають під час роботи з акваріумом, такі як зношені фільтри, використані хімічні речовини або інші матеріали. Вони можуть містити шкідливі речовини, тому слід утилізувати їх відповідно до місцевих екологічних стандартів.
7. Витягайте розетки з електромережі, якщо система акваріуму не використовується тривалий час або якщо ви відсутні з дому на тривалий період. Це запобіжить непередбаченим ситуаціям та зменшить споживання

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

енергії.

8. Приберіть всі інструменти, що використовуються під час обслуговування акваріуму, після завершення роботи. Зберігайте їх в безпечному місці, щоб уникнути травм або неправильного використання.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ВИСНОВКИ

Було здійснено розробку системи моніторингу параметрів середовища в акваріумі, зокрема контроль рівня рН, вмісту розчиненого кисню та температури води. Для цієї системи було використано Arduino Uno R3 , який є засобом апаратного та програмного забезпечення для створення електронних систем автоматики та робототехніки. Модуль Wi-Fi ESP8266 ESP-01 використовувався для передачі даних через Wi-Fi до "Data cloud" ThingSpeak на акаунт. Інформацію можна передавати на різні гаджети з Wi-Fi, онлайн-сховища або інші Wi-Fi модулі, які можуть відображати дані на дисплеї.

Система надає можливість надсилати SMS-команди для управління обігріванням та аерацією води в акваріумі, а також отримувати звіти щодо стану обігрівача, аератора та вимірюваних параметрів середовища. Можливо програмування відправки повідомлень у випадку аномального зміщення або швидкого зміни температури.

Під час роботи було розроблено структурну та електричну схеми системи моніторингу, складений алгоритм її роботи та проведений аналіз невизначеності вимірювання основних параметрів середовища в акваріумі.

Отже, розроблена система контролю параметрів середовища в акваріумі є ефективним інструментом для моніторингу та управління акваріумом. Вона забезпечує надійний збір та передачу даних, а також можливість взаємодії з системою через SMS-команди. Результати досліджень доводять, що розроблена система є надійною та точною вимірювальною платформою для контролю параметрів акваріуму .

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

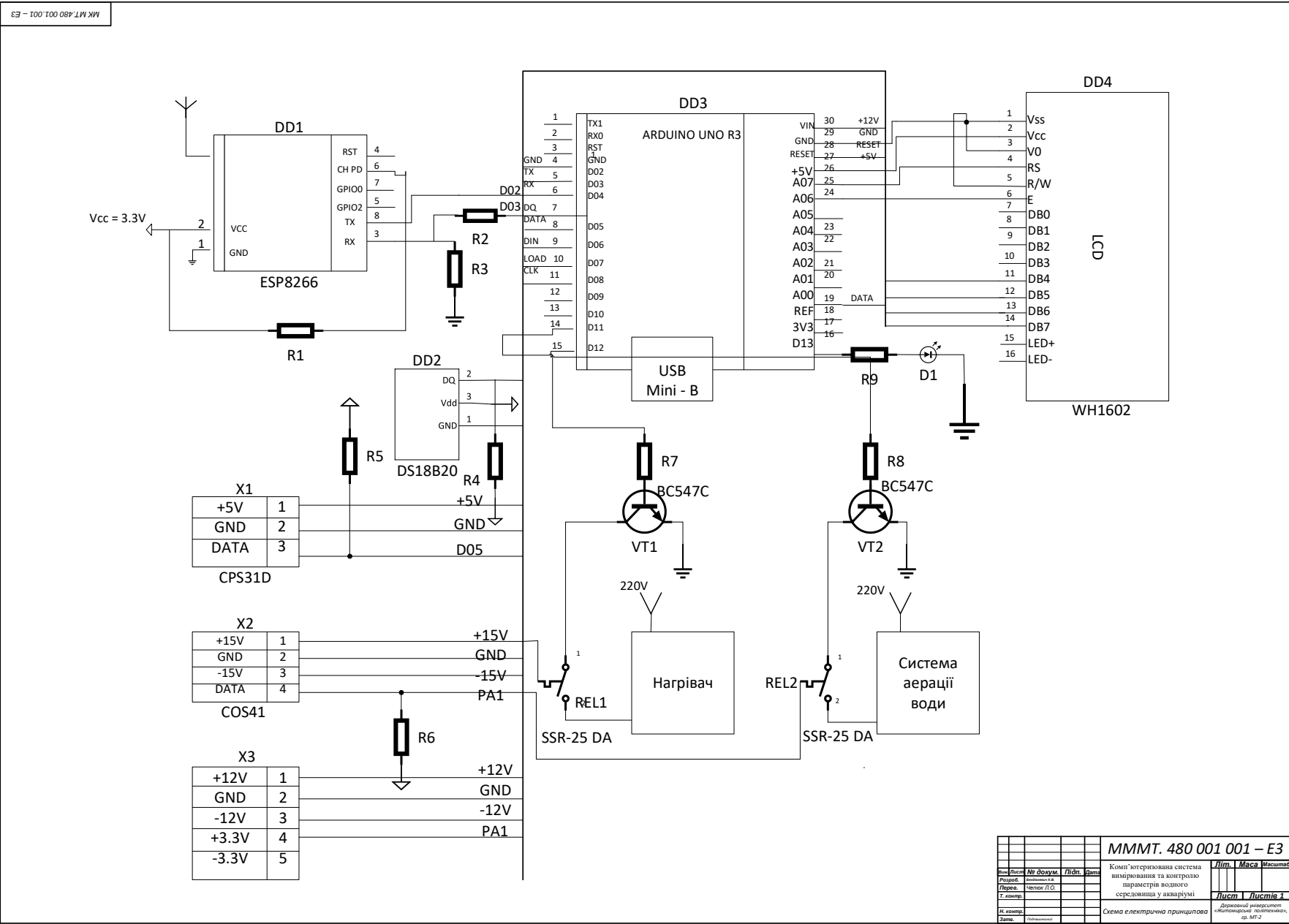
1. Будова та принцип роботи датчика кисню [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://avtogid.co.ua/eksplyatazia/1056-datchik-kisny-prinzip-roboty.html>.
2. Вдосконалення системи контролю параметрів середовища в акваріумі / І.В. Григоренко, А.М. Баданіна // XII Міжнар. наук. — практ. конф магістрів та аспірантів, том 1. — Харків
3. Визначення рН, вміст кисню та хлору в акваріумній воді [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://labprice.ua/statti/statti-pro-vimiryuvalni-priladi/yak-viznachiti-rn-vmist-kisnyu-ta-hloru-v-akvariumniy-vodi/>.
4. Вода в акваріумі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://uk.shram.kiev.ua/work/akvarium/d.shtml>.
5. Датчик температури DS18B20 цифровий [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod190-datchik-temperatyri-ds18b20-cifrovoi>
6. Датчик Endress+Hauser Oxymax COS22D [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://trade-control.com.ua/ua/products/endress-hauser-oxymax-cos22d>.
7. Надійність систем автоматизації [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://4ua.co.ua/manufacture/zb3bd79a5c53a89521306c37_0.html.
8. Плата Arduino UNO R3. Опис, характеристики. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.radiocomponents.com.ua/index.php/articles/12-arduino/arduino-lessons/16-urok-2-plata-arduino-uno-r3-opisanie-kharakteristiki>.
9. Розробка системи контролю параметрів середовища в акваріумі на базі GSM-модуля NEOWAY M660 / І.В. Григоренко, А.М. Михайличенко // I Міжнародна науково-технічна конференція: Актуальні проблеми автоматики та приладобудування України. — Харків

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Розумний акваріум Smart Fish Tank [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://miot.ua/news-and-actions/rozumniy-akvarium-smart-fish-tank-fahivtsi-ekosistemi-miot-ne-perestaut-divuvati-vas/>.
11. Цифрова схемотехніка / О.А. Борисенко. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – 200 с.
12. Характеристики надійності комп'ютеризованих систем [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5609066/>.
13. рН датчик Endress + Hauser CPS11D-7BA21 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://trade-control.com.ua/ua/endress-hauser-cps11d-7ba21>.
14. Wi-Fi модуль ESP8266 версія ESP-01 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod980-wifi-modul-esp8266>.
15. Arduino Cookbook / Michael Margolis [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: - New York O'Reilly Media - М., 2011. - 648 с.
16. Automatic Aquarium. Hong Kong Limited and licensors. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.alibaba.com/product-gs/238098574/automatic_aquarium.html
17. AquaChef Automatic Fish Feeder. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.currentusa.com/aquachef.html>
18. Aquarium size. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.buzzle.com/articles/aquarium-carechoosing-the-right-aquarium-size-for-your-fish.html>
19. Shake Table Tests on Infill Plasterboard Partitions [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/259241326_Shake_Table_Tests_on_Infill_Plasterboard_Partitions.

20.Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка» освітньо-професійна програма «Комп' [Електронний ресурс] / Ю. ПОДЧАШИНСЬКИЙ, Л. ЧЕПЮК, Р. ПЕТРОСЯН. – 2022. – Режим доступу до ресурсу:
https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/206362/mod_resource/content/3/OK%2036.%20Кваліфікаційна%20робота%20–%202022.pdf.

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



	Поз.познач.	Найменування	Кільк.	Приміт.
		Мікросхеми		
	DD1	ESP8266 ESP-01	1	
	DD2	DS18B20	1	
	DD3	AT mega 328	1	
	DD4	WH1602	1	
	VD1	Світлодіод Kingbright L-44 E D	1	
		Джерела живлення		
	X3	Зовнішній адаптер 12В	1	
		Резистори		
	R1-R8	C1-4 0.125 Вт 5% 4.7K	8	
	R9	C1-4 0.125 Вт 5% 10K	1	
		Провідники та напівпровідники		
	VT1-2	Транзистор BC547C	2	
	Rel1-2	Блок реле SSR-25DA	2	

					Роз'єми						
		X1			МММТ.480.001.001 – ПЕ						
Вим	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	COS31D						
Розроб.	Бендюкович К.В.				Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів водного середовища у акваріумі Перелік елементів			Літ.	Лист	Листів	
Перевір.	Чеприк Л.О.								1		1
Реценз.											
Н. Контр.											
Затверд.								Державний університет «Житомирська політехніка», гр. МТ-2			

		ОБІГРІВАЧ	1	
		АЕРАТОР	1	

					МММТ.480.001.001 – ПЕ					
Вим	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система вимірювання та контролю параметрів водного середовища у акваріумі Перелік елементів			Літ.	Лист	Листів
Розроб.	Бендюкевич К.В.									1
Перевір.	Чепюк Л.О.									
Реценз.								Державний університет «Житомирська політехніка», гр. МТ-2		
Н. Контр.										
Затверд.										

Код для виконання роботи програми системи :

```

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include "Wire.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#include <DS3231.h>
#include <ESP8266WiFi.h>

//Вводимо всі використовувані змінні
int in1 = 8;
int in2 = 1;
int separator = 44;
float TEMPSOUHAITEE = 21 ;
int LUMSOUHAITEE = 90;
int j = 0;
int EtatLampe;
int HH;
int Second;
int Minute;
int Hour;
int DayOfWeek;
int DayOfMonth;
int Month;
int Year;
int PROGH1;
int PROGM1;
int PROGH2;
int PROGM2;
String RecTEMPSOUHAITE;
long nombreReception=0;

```

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

int recieved_integer = 0;
String chaine;
int TEMPSOUHAITEE1;
int LUMSOUHAITEE1;
String cul;
int PROGH3;
int PROGM3;
int PROGH4;
int PROGM4;
int PROGH1b;
int PROGM1b;
int PROGH2b;
int PROGM2b;
String RecupHoraire2;
String RecupHoraireT;
String RecupHoraireT2;
DallasTemperature sensors(&oneWire);
int resistChauffante = 7;
int photoResist = A0;
void setup(void)
{
    Wire.begin();
    WiFi.begin(ssid, password);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(1000);
    }
    Void setup ()
    {
        pinMode(in1 , OUTPUT);
    }
}

```

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Void loop ()
{
    PROGH3=08;
    PROGM3=00;
    PROGH4=18;
    PROGM4=00;
    DigitalWrite(pinServo, HIGH);

    Delay(10800000);
    DigitalWrite(pinServo, LOW);
}

}

//Напишемо скетч для датчика температури void loop(void)
{ float tempRecup = 0;
sensors.requestTemperatures();
tempRecup = sensors.getTempCByIndex(0);
if(tempRecup<TEMPSOUHAITEE)    // Перевірка температури
{
    digitalWrite(resistChauffante,0);

}
else
{
    digitalWrite(resistChauffante,1);
}
}

//Наступним кроком нам треба взяти вже існуючий скетч для фото
резистора.
capteurlum=map(CapteurlumAnalog,0,1024,0,100);

```

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

```

CapteurlumAnalog = analogRead(photoResist);
etatBouton = digitalRead(bouton);
if (etatBouton == HIGH)
{
    if(capteurlum < LUMSOUHAITEE) // Test luminosité
    {
        digitalWrite(Capteurlum,0);
        EtatLampe = 1;

    } else

    {
        digitalWrite(Capteurlum,1);

        EtatLampe = 0;
    } }
else {
    // поточний стан подачі світла
    buttonState = digitalRead(buttonPin);
    // порівняти поточний стан кнопки до попереднього збереженого стану
    if (buttonState != lastButtonState) {
        // якщо стан кнопки змінився і є високим, тоді збільшуємо змінну
        if (buttonState == HIGH) {

            // якщо поточний стан кнопки HIGH
            // вона пішла від LOW до HIGH
            buttonPushCounter++;
        }
    }
    else {
    }
}

```

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

lastButtonState = buttonState;

    int pair;
    pair= (buttonPushCounter/2);
    if ( pair!= buttonPushCounter)
    {
        digitalWrite(Capteurlum,1);
        digitalWrite(ledPin, HIGH);    }

    else
    {
        digitalWrite(Capteurlum,0);
        digitalWrite(ledPin, LOW);

    }

    }

    if  (Serial.available())    {
        demandtemp  =  Serial.read()-
        '0';

//Переглянути всі дані на інтерфейсі
    if (demandtemp == 1){
        String chainetemp;
        String chaineCapteur;
        String chainePROGH1;
        String chainePROGM1;
        String chainePROGM2;
        String chainePROGH2;
        String chaineEtatLampe;
        chainetemp = String(tempRecup);
        chaineCapteur = String(capteurlum);
        chainePROGH1 = String(PROGH1);
        chainePROGM1 = String(PROGM1);
        chainePROGH2 = String(PROGH2);
        chainePROGM2 = String(PROGM2);

```

					МММТ.480.001.001 – ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    chaineEtatLampe = String(EtatLampe);
    chaine= chainetemp + ";" +chainecapteur+ ";" + chainePROGH1 + ";" +
chainePROGM1 + ";" + chainePROGH2 + ";" + chainePROGM2 + ";" +
chaineEtatLampe + ";";

```

```

    Serial.println(chaine);
}

```

//всі дані про температуру виводимо на LCD-екран.

```

AfficheurTemp.begin(16,2);
AfficheurTemp.clear();
AfficheurTemp.print("Actuelle:");
AfficheurTemp.print(tempRecup);
AfficheurTemp.print(" C");
AfficheurTemp.setCursor(0,1);
AfficheurTemp.print("Consigne:");
AfficheurTemp.print(TEMP SOUHAITEE);
AfficheurTemp.print(" C");

```