

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук та технологій
(повне найменування факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему: СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ АКВАРІУМА

(назва теми)

Виконав: студент 2 курсу, групи КНТ-612м
Спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Спеціалізовані комп'ютерні системи»

КОВТУН М.І.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ГОЛУБ Т.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент СТЕПАНЕНКО О.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ комп'ютерних наук і технологій
Кафедра _____ комп'ютерних систем та мереж
Ступінь вищої освіти _____ магістерський
Спеціальність _____ 123 Комп'ютерна інженерія
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) _____ Спеціалізовані комп'ютерні системи
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ Кудерметов Р.К.

«_____» _____ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТРЕСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

КОВТУНА Максима Ігоровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) _____ Система контролю мікроклімату акваріума

керівник проєкту (роботи) _____ к. т. н., доцент, ГОЛУБ Тетяна Василівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2023 року № 400

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____ 10 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) _____ Наявні методи та алгоритми реалізації, функціональних вузлів під систему автоматичного керування. Алгоритми автоматичного керування.

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

1) Аналіз предметної області;

2) Розробка структури та алгоритму роботи системи;

3) Тестування, аналіз, порівняння розробленої системи з аналогами;

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	ГОЛУБ Т.В., доцент		
нормоконтроль	ЩЕРБАК Н.В., ст. викл. каф. КСМ		

7. Дата видачі завдання « 04 » вересня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Визначення мети і завдання системи контролю мікроклімату	10.10.2023 р.	
2	Опис і порівняння датчиків температури	15.10.2023 р.	
3	Аналіз систем контролю мікроклімату акваріума	20.10.2023 р.	
4	Розробка структурної схеми пристрою	25.10.2023 р.	
5	Розробка апаратної частини пристрою	20.11.2023 р.	
6	Оформлення отриманих результатів у ПЗ	25.11.2023 р.	
7	Оформлення графічного матеріалу	01.12.2023 р.	
8	Оформлення допоміжного матеріалу	10.12.2023 р.	
9			
10			

Студент


(підпис)

Максим КОВТУН
(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Тетяна ГОЛУБ
(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 75 с., 11 рис., 2 таблиці, 12 джерел.

АКВАРІУМ, ДАТЧИК, МІКРОКОНТРОЛЕР, НАДІЙНІСТЬ, СИСТЕМА, СТРУКТУРНА СХЕМА, ТЕМПЕРАТУРА, ТЕРМОСТАТ

Об'єкт роботи – система контролю мікроклімату акваріума.

Предмет роботи – засоби контролю та регулювання мікроклімату акваріуму.

Мета роботи – розробка системи контролю підтримки мікроклімату акваріума.

У першому розділі проведено аналіз існуючих систем контролю мікроклімату акваріуму, розглянуті і описані компоненти та пристрої системи контролю мікроклімату акваріума.

У другому розділі проведено проєктування системи, розглянуто алгоритм роботи системи.

У третьому розділі наведено аналіз розробленої системи, виконано розрахунок надійності системи.

В результаті виконання роботи розроблено систему підтримки мікроклімату акваріума, призначену для контролювання основних характеристик зазначеного середовища.

ABSTRACT

EN: 75 pp., 11 figs., 2 tables, 12 references.

AQUARIUM, MICROCONTROLLER, RELIABILITY, SENSOR,
STRUCTURAL DIAGRAM, SYSTEM, TEMPERATURE, THERMOSTAT

Object of work – aquarium microclimate control system.

Subject of work – means of control and regulation of the microclimate of the aquarium.

The purpose of the work– development of a control system for maintaining the microclimate of the aquarium.

In the first chapter, an analysis of existing aquarium microclimate control systems was carried out, the components and devices of the aquarium microclimate control system were considered and described.

In the second section, the system was designed, and the algorithm of the system was considered.

In the third section, the analysis of the developed system is given, and the reliability of the system is calculated.

As a result of the work, an aquarium microclimate support system designed to control the main characteristics of the specified environment was developed.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз предметної області.....	8
1.1 Визначення мети і завдання системи контролю мікроклімату	8
1.2 Аналіз систем контролю мікроклімату акваріуму	10
1.2.1 Термостати і обігрівачі	10
1.2.2 Фільтраційні системи.....	11
1.2.3 Co2-системи	11
1.2.4 Система контролю рН та твердості води.....	11
1.2.5 Вибір системи	12
1.3 Пристрої для контролю мікроклімату.....	12
1.3.1 Датчик солоності води.....	15
1.3.2 Датчики температури.....	19
1.3.3 Опис датчиків освітлення.....	29
1.3.4 Опис датчиків системи очистки води	31
1.3.5 Годинник реального часу	33
1.4 Постановка задачі.....	40
2 Розробка системи контролю мікроклімату.....	41
2.1 Розробка структурної схеми пристрою.....	41
2.2 Розробка апаратної частини пристрою	43
2.3 Розробка алгоритму роботи програми	50
3 Аналіз розробленої системи.....	56
3.1 Аналіз характеристик системи.....	56
3.2 Опис універсального акваріумного контролера	57
3.3 Алгоритм опитування датчика.....	61
3.4 Розрахунок надійності системи	65
3.5 Рекомендації щодо експлуатації системи.....	71
Висновки	74
Перелік джерел посилання	75

ВСТУП

В сучасному світі термін "акваріум" вже давно втратив своє первісне значення простої водойми, де тримають рибок. Сьогодні це справжній біологічний мікросвіт, де кожен аспект довкілля має важливе значення для збереження життя та здоров'я акваріумних мешканців. Одним з ключових елементів, що визначають комфорт та добробут риб та рослин у акваріумі, є система контролю мікроклімату. Головне в такому акваріумі - домогтися автоматизації рутинних процесів, уникнути яких можливо завдяки акваріумній системі. Кожен акваріуміст, особливо початківець, хоч раз, але замислювався як автоматизувати догляд за акваріумом. Зробити так, щоб прибирання в акваріумі і годування рибок проходили без втручання людини. І єдине, що повинен робити акваріуміст - це насолоджуватися красою підводного світу акваріума. Звичайно, не вдасться повністю позбавитися від ручної роботи, але скоротити її, частково автоматизувавши, цілком можливо.

В рамках даної роботи пропонується система для облаштування акваріума, яка візьме на себе більшість турбот, пов'язаних з його функціонуванням. Причому взаємодія з нею буде відбуватися на інтуїтивно зрозумілому рівні, займаючи мінімум часу, що дозволить довше насолоджуватися красою акваріума.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Визначення мети і завдання системи контролю мікроклімату

Визначення мети і завдань системи контролю мікроклімату є важливим етапом у забезпеченні комфорту та безпеки риб та рослин у акваріумі.

Збалансований мікроклімат впливає на здоров'я та життєдіяльність організмів акваріумного середовища. Отже, розробка та впровадження ефективної системи контролю мікроклімату має на меті досягнення оптимальних умов у акваріумі [1].

Глобально розглядаючи, існують різноманітні види акваріумів, які можна класифікувати залежно від різних параметрів, таких як розмір, тип води, тип обладнання та призначення. Ось деякі з найпоширеніших глобальних видів акваріумів [2]:

- морські акваріуми - орієнтовані на утримання риб і безхребетних, які мешкають у зоні морських чи прибережних вод;
- тропічні акваріуми - імітують природні середовища тропічних річок та озер, включаючи рослини та риб;
- акваріуми для холодноводних риб - призначені для утримання риб, які віддають перевагу холодній воді, такі як золоті рибки;
- акваріуми для розведення риб - орієнтовані на створення ідеальних умов для розведення та вирощування риб та інших водних організмів.

Для того щоб акваріум радував своїх власників необхідно забезпечити постійне підтримання його мікроклімату, для цього необхідно постійно контролювати такі параметри як:

- температура води;
- насичення води необхідним рівнем кисню;
- освітленість;
- своєчасна чистка акваріума.

Дотримання температурних норм для різних екосистем є ключовою вимогою їх нормального функціонування. Рибки і рослини в умовах дотримання мікроклімату або температури води в акваріумі будуть добре себе почувати.

Кисень життєво необхідний рибкам і говорити про його важливість не варто, так як це всім відомий факт, але не всі знають, що концентрація кисню падає в нічний час, причому не через припинення процесів фотосинтезу рослин, а завдяки їх диханню, що тягне кисневе голодування у рибок і порушує їх нічний біоритм. Тому аерація необхідна для їх нормальної життєдіяльності.

Інтенсивність освітлення і його добовий ритм позначаються на самопочутті рибок, а так само на зростанні рослин. Правильно підібране освітлення з дотриманням всіх норм природного характеру та тривалості світлового дня дозволить домогтися краси акваріума і запобіжить надмірне розмноження водоростей.

Догляд за акваріумом передбачає його очищення від різної зайвої органіки, яка засмічує ґрунт і предмети декору в акваріумі. Для належного очищення необхідно робити комплекс біологічних і механічних заходів, спрямованих на усунення джерела забруднення.

Недотримання хоча б одного з поданих параметрів призводить до захворювання або загибелі акваріума.

Оскільки, є багато видів рибок, наприклад: річкові і океанічні, потрібно щоб дотримувався баланс солі у воді.

Властивості, які пояснюють, як сіль впливає на різні аспекти:

- важливо для забезпечення оптимального рівня гідратації клітин та тканин риб та рослин;
- багатий на солі розчин створює оптимальне середовище для багатьох біохімічних та фізіологічних процесів;
- сіль є необхідним для багатьох життєво важливих процесів, таких як синтез білків, регуляція функцій клітин та інші біологічні реакції.

Система контролю мікроклімату визначається своєю основною метою, це забезпечення сталості та оптимальності параметрів навколишнього середовища відповідно до потреб нашої системи.

1.2 Аналіз систем контролю мікроклімату акваріуму

Акваріум - це екосистема, де кожен елемент має велике значення для здоров'я риб та інших живих організмів, які проживають в ньому. Ключовий фактор успішного утримання різноманітних видів риб та інших мешканців акваріуму - це стабільність мікроклімату.

Системи контролю мікроклімату в акваріумі грають ключову роль у забезпеченні оптимальних умов для здоров'я та добробуту риб та інших обитателів акваріума. На ринку існує багато різноманітних пристроїв і систем, спрямованих на забезпечення стабільності параметрів води. Розглянемо і порівняємо деякі існуючі на ринку системи контролю мікроклімату акваріума.

1.2.1 Термостати і обігрівачі

Даний пристрій регулює температуру води в акваріумі, щоб забезпечити оптимальні умови для риб та інших організмів [3].

Переваги термостатів і обігрівачів:

- забезпечують стабільний температурний режим;
- автоматичне регулювання температури для запобігання зайвому споживанню енергії.

Недоліки термостатів і обігрівачів:

- можуть бути неефективними в управлінні іншими параметрами мікроклімату, такими як рН та концентрація кисню.
- можливість неналежної роботи термостата або обігрівача може призвести до перегріву води в акваріумі, що загрожує життю риб та інших організмів.

1.2.2 Фільтраційні системи

Видаляють тверді частки, рештки їжі, рослинні залишки та інші забруднення з води [4].

Переваги фільтраційних систем:

- забезпечують чистоту води, видаляють шкідливі речовини та забруднення;
- ефективно видаляє тверді частинки, бактерії, віруси, хімікати, метали та інші забруднення у воді.

Недоліки фільтраційних систем:

- можуть впливати на рівновагу хімічних параметрів води, включаючи рівень CO₂
- можуть створювати занадто сильний потік води, що може бути стресовим для деяких видів риб або рослин.

1.2.3 CO₂-системи

Дана система потрібна для підтримки здоров'я та естетичної привабливості рослинного світу.

Переваги CO₂-системи [5]:

- сприяють росту рослин та регулюють рівень CO₂ у воді;
- впливає та стабілізує рівень pH в акваріумі.

Недоліки CO₂-системи:

- вимагають уваги та точної настройки, можуть бути складними для налаштування і функціонування системи;
- використання CO₂-системи вимагає регулярного моніторингу рівнів CO₂ та інших параметрів води, щоб уникнути можливих проблем.

1.2.4 Система контролю pH та твердості води

Дозволяє підтримувати стійкий та безпечний для життя рівень кислотності води [6].

Переваги системи контролю pH та твердості води:

- забезпечують оптимальні умови для життя риб та рослин;

- виконують підтримку постійного рівня жорсткості води.

Недоліки системи контролю рН та твердості води:

- вимагає постійного моніторингу та корекції;
- більші загальні витрати на утримання акваріума.

1.2.5 Вибір системи

Вибір системи контролю мікроклімату для акваріуму повинен базуватися на конкретних потребах та можливостях замовника. Сучасні технології надають широкий спектр можливостей для створення стабільного та здорового середовища в акваріумі.

Також при виборі систем контролю мікроклімату треба враховувати різні потреби риб, рослин та інших організмів у акваріумі. Комбінування різних систем буде оптимальним рішенням для досягнення стабільного та здорового мікроклімату у акваріумі. Для керування такою системою варто використовувати мікроконтролер, до якого приєднуються всі основні елементи системи.

1.3 Пристрої, для контролю мікроклімату у акваріумі

У світі, де технології стрімко розвиваються, необхідно постійно шукати ефективні рішення для забезпечення оптимальних умов утримання різних організмів. У цьому контексті тема використання пристроїв для контролю мікроклімату в області акваріумів особливо актуальна. Акваріуми, що імітують природне середовище проживання водних мешканців, вимагають ретельного контролю своїх параметрів, і освітлення виявляється одним з ключових факторів успішного утримання і розвитку рослин і риб.

Пристрої для контролю мікроклімату не тільки відображають останні технологічні досягнення, але і відкривають широкі можливості для управління освітленням відповідно до потреб конкретного біотопу.

Рівень освітленості можна точно вимірювати і регулювати, забезпечуючи оптимальне співвідношення освітленості для акваріумних рослин і риб при одночасній економії енергоресурсів.

Існують наступні різновиди пристроїв для контролю мікроклімату:

- фотодатчики;
- датчики температури;
- датчики кольору;
- адаптивні датчики затемнення;
- датчики вологості.

Фотодатчики у акваріумі використовуються для цілей, пов'язаних з регулюванням середовища та комфорту для риб. Опишемо призначення фотодатчиків у акваріумі:

- симуляція природного світла;
- моніторинг водних рослин;
- спостереження за поведінкою риб;
- регулювання освітлення.

Можливі призначення датчиків кольору в акваріумній системі:

- датчики кольору можуть бути використані для виявлення змін кольору води, які можуть бути ознаками різних проблем, таких як забруднення або зростання водоростей, брудна вода може свідчити про високий рівень аміаку або інших хімічних забруднень;

- можуть виявляти зміни в кольорі або щільності водоростей, це дозволить реагувати на початковій стадії росту водоростей та приймати заходи для їхнього контролю;

- зміни у кольорі риб можуть служити індикаторами їхнього здоров'я, датчики кольору допоможуть виявляти нюанси кольорів, що свідчать про стрес, хвороби або інші проблеми;

- визначають інтенсивність і спектральний склад світла в акваріумі, це може допомогти оптимізувати освітлення для підтримки росту рослин та забезпечення нормального поведінкового активності риб;

- можуть виявляти певні домішки або речовини у воді, які можуть впливати на безпеку для риб та рослин.

Адаптивні датчики затемнення у акваріумі можуть бути використані для автоматизованого контролю рівня освітлення в залежності від різних умов. Ось деякі призначення таких датчиків:

- адаптивні датчики затемнення вимірюють рівень освітлення у акваріумі і регулюють інтенсивність світла в залежності від природних циклів, наприклад, імітуючи сходження та заходження сонця;

- автоматичне затемнення може допомогти уникнути раптових змін в освітленні, що може викликати стрес у риб, зменшення інтенсивності світла вночі або природні затемнення під час грози можуть бути природними сценаріями для риб;

- зменшення тривалості світла або інтенсивності відповідно до вимірів адаптивного датчика може допомогти контролювати ріст водоростей та уникнути їхнього надмірного розвитку;

- імітація природного циклу світла може бути важливою для сприяння розмноженню та розвитку риб та інших організмів;

- затемнення світла у разі відсутності потреби, дозволяє зменшити споживання електроенергії, також адаптивні датчики можуть вимірювати рівень природного світла і включати або вимикати штучне освітлення відповідно до потреб системи.

Основні призначення датчиків вологості включають:

- можуть вимірювати кількість водяної пари в повітрі навколо акваріуму, це важливо для уникнення надмірного випаровування води з акваріума та забезпечення комфортних умов для рослин і риб;

– впливають на водний баланс в акваріумі, зниження рівня вологості може призвести до засихання води, що може впливати на здоров'я риб і рослин.

Використання цих різновидів пристроїв в акваріумі дозволяє створити не тільки ефективну, але і екологічно збалансовану систему, що підтримує здоров'я та розвиток акваріумних мешканців.

Враховуючи широкий спектр функцій, датчики системи очистки води стають надійним і необхідним інструментом для догляду за акваріумом.

Завдяки цим датчикам, акваріумні умови можуть бути налаштовані на високому рівні, забезпечуючи здоров'я та комфорт для всіх мешканців акваріуму.

Для того, щоб проконтролювати рівень солоності води у акваріумі знадобиться датчик солоності води.

1.3.1 Датчик солоності води

Одним з найбільш важливих і часто контрольованих параметрів води в акваріумах є її солоність. Це перший параметр води, який перевіряють багато акваріумістів, оскільки він важливий для життя мешканців акваріума і для створення відповідної "морської" води [7].

Існує багато способів вимірювання солоності, але їх точність, серед іншого, різна. Далі проаналізуємо, що таке солоність, її значення в акваріумах з морською водою та як правильно вимірювати солоність.

Під вимірюванням солоності ми маємо на увазі аналіз сукупності всіх солей, розчинених у воді. Морська вода - це складний хімічний розчин, що містить майже всі відомі елементи в різних концентраціях. Вона містить органічні і неорганічні хімічні речовини, а також широкий спектр мікроелементів. Деякі з них є "провідними" і в кінцевому підсумку визначають солоність води. Основними елементами морської води є хлорид, натрій, сульфат, магній, кальцій і калій. Хлорид зазвичай присутній у концентрації близько 19 000 частин на мільйон, вміст натрію зазвичай представлений об'ємом 10 500 частин на мільйон, за ним слідують сульфат (близько 2700

частин на мільйон), магній (близько 1300 частин на мільйон), кальцій (близько 420 частин на мільйон).

Зміни концентрації іонів за межами натрію та хлориду не впливають на солоність, оскільки ці два елементи зазвичай складають основну частину морської води. Природний вміст солі в морській воді становить 35 ppt (1000/1), що означає, що на кілограм води припадає 35 грамів розчиненої солі. Це відповідає питомій вазі 1,0264 і електропровідності 53 мкм/см. Ці вимірювання можуть коливатися, але коливаються в коралових рифах, наприклад, через випаровування води або стоку прісної води. Прісна вода містить дуже мало іонів солі і зазвичай має солоність 0,5 ppt.

Вода, що знаходиться між морською та прісною водою, зазвичай визначається як солонувата і має солоність близько 0,5-30 ppt.

Солоність дуже важлива в акваріумах з морською водою, тому її вимірювання часто є першим параметром при формуванні акваріумного середовища. Комерційні суміші солей, призначені для акваріумів, додаються до джерел прісної води, найчастіше водопровідної води або зворотного осмосу. Акваріумістам потрібно виміряти рівень солоності води в процесі додавання солі, щоб досягти ідеального діапазону. Це можна зробити в будь-який час при додаванні води, при першій "налаштуванні" акваріума або при регулярній заміні води. Дуже важливо стежити за солоністю штучної морської води, так як неправильний рівень солоності може зруйнувати життя мешканців акваріума.

Крім того, коли вода у акваріумі випаровується, рівень її солоності підвищується, оскільки іони солі залишаються у воді. Особливо в місцях штучно організованих коралових "коралових рифів", акваріуми з морською водою залежні від серйозних відхилень хімічного складу води, тому дуже важливо підтримувати солоність протягом дня без сильних коливань. Тому солоність перевіряється щодня, особливо при виробництві солоної води або додаванні прісної води у акваріум.

Загалом, щоб зрозуміти та підтримувати природний рівень солоності цього конкретного типу водних організмів, необхідно підтримувати рівень солоності на рівні 1,026 (або 35 частин на мільйон, або 53 мс/см). Якщо солоність буде занадто низькою протягом тривалого періоду часу, деякі види риб і безхребетних дійсно можуть померти від ниркової недостатності.

З іншого боку, деякі морські мешканці походять з місць, які мають більш високий рівень солоності, а деякі - з солонуватих гирл річок, які мають більш низький рівень солоності.

Тому, визначаючи солоність акваріума, необхідно точно знати, звідки були привезені майбутні мешканці, щоб відтворити середовище, найближче до початкового середовища проживання акваріума.

Існує кілька способів вимірювання солоності у акваріумі. Найвідоміші методи включають використання ареометрів, рефрактометрів та вимірювачів електропровідності. Найбільш широко використовуваним методом є використання ареометрів, особливо моделей маятникового типу. Однак це може спричинити проблеми, оскільки такі пристрої не компенсують температуру зразка, і тому на них можуть впливати неточності. Оптичні рефрактометри, призначені для аналізу морської води, також мають недоліки. Існують калібрувальні рішення, але визначення солоності може бути складним, а значення не завжди легко читати.

Наприклад, це означає, що оптичний рефрактометр часто калібрується в певному температурному діапазоні, і якщо температура зразка не вписується в цей діапазон, результат може бути значно спотворений або неправильний.

Також зазначимо, що електропровідність - це кількість іонного твердого речовини, розчиненого у воді. З іншого боку, електропровідність також може використовуватися як засіб вимірювання солоності, оскільки солі при розчиненні у воді перетворюються в іони і можуть проводити струм. Також, як уже згадувалося, при вимірюванні солоності дуже важлива температура зразка, тому що, коли вода тепла, рухливість іонів збільшується, а коли вона остигає, здатність рухатися навпаки сповільнюється.

Також необхідно зробити інтеграцію датчиків солоності у акваріумну систему. Це важливий крок до забезпечення стабільного функціонування та комфорту організмів, які населяють цей підводний мікросвіт. Розглянемо глибше світ технологій контролю солоності води і проаналізуємо, як ці інновації полегшують життя акваріуміста і як вони сприяють збереженню акваріумної екосистеми.

Датчик солоності акваріумної води - це новітній технологічний інструмент, призначений для моніторингу та контролю рівня солі в акваріумній середовищі. Пристрій відіграє важливу роль у підтримці оптимальних умов для розвитку і здоров'я риб, коралів та інших акваріумних об'єктів.

На рисунку 1.1 зображений датчик солоності води.



Рисунок 1.1 – Датчик солоності води

Датчики солі зазвичай вимірюють концентрацію солі у воді, використовуючи такі методи, як вимірювання електропровідності та оптичні методи.

Передаючи ці дані в систему управління, акваріум може швидко реагувати на будь-які зміни і підтримувати стабільне середовище проживання для мешканців акваріума.

В результаті цей тип датчиків використовується для здійснення вибіркового або безперервного моніторингу якості води, а також фізіологічного розчину, який може використовуватися в промислових або побутових умовах.

Завдяки датчикам солоності такі проблеми, як надмірна або недостатня солоність, можуть бути вчасно виявлені і усунені і можуть привести до стресу у риб та інших водних організмів.

Слід зазначити, що пристрій, конструкція якого передбачає наявність датчика солі, призначене для аналізу рідини. Для аналізу може бути використана вода природного походження, водопровідна вода з колодязів або артезіанських свердловин, а також технічні розчини фізіологічного розчину.

Підсумовуючи, зазначимо, що датчик солоності акваріумний води являє собою сучасне технологічне рішення, що відкриває нові можливості для ефективного управління акваріумний середовищем.

Пристрій не тільки забезпечує постійний моніторинг рівня солі, але і дозволяє акваріумістам швидко реагувати на зміни і уникати проблем, пов'язаних з солоністю води.

Використовуючи датчики солоності, акваріумісти можуть не тільки уникнути стресових ситуацій для риб та інших водних організмів, але й ефективно вирішувати проблеми, які можуть виникнути через зміну солоності води. В цілому, ця технологія є важливою складовою сучасного підходу до догляду за акваріумом, що сприяє збереженню природного балансу і краси водного світу.

Для того, щоб проконтролювати температуру в приміщенні, рідини, твердого об'єкта або розплавленого металу знадобляться датчики температури.

1.3.2 Датчики температури

Датчики температури є одним з найважливіших елементів в управлінні системами опалення або охолодження. Його завдання - відправляти дані про

температуру в термостат. Залежно від отриманих показань термодатчика визначається ефективність всієї системи терморегуляції.

Термостати призначені для постійного контролю і стабілізації показань температури у всіх типах акваріумів або тераріумів. З їх допомогою можна управляти нагріванням і охолодженням акваріума. Однією з особливостей термостата є те, що він має зовнішнє підключення (термостат не занурюється у воду) на кришці або бічній стінці акваріума, тому його можна використовувати як в прісноводних, так і в морських акваріумах [8].

В основі роботи будь-яких температурних датчиків, що використовуються в системах автоматичного управління, лежить принцип перетворення вимірюваної температури в електричну величину.

Це обумовлено наступними перевагами електричних вимірювань: електричні величини зручно передавати на відстань, причому передача здійснюється з високою швидкістю; електричні величини універсальні в тому сенсі, що будь-які інші величини можуть бути перетворені в електричні і навпаки; вони точно перетворюються в цифровий код і дозволяють досягти високої точності, чутливості і швидкодії засобів вимірювань.

Розглянемо термоперетворювачі опору (рисунок 1.2). Принцип дії термоперетворювачів опору (термо-резисторів) заснований на зміні електричного опору провідників і напівпровідників в залежності від температури. Матеріал, з якого виготовляється такий датчик, повинен володіти високим температурним коефіцієнтом опору, по можливості лінійною залежністю опору від температури, хорошою відтворюваністю властивостей і інертністю до впливів навколишнього середовища. Найбільшою мірою всіма зазначеними властивостями задовольняє платина; в трохи меншій - мідь.

На рисунку 1.2 зображений датчик опору температури.



Рисунок 1.2 – Датчик опору температури

Платинові терморезистори призначені для вимірювання температур в межах від -260 до 1100 $^{\circ}\text{C}$. У діапазоні температур від 0 до 650 $^{\circ}\text{C}$ їх використовують в якості зразкових і еталонних засобів вимірювань, причому нестабільність градувальної характеристики таких перетворювачів не перевищує $0,001$ $^{\circ}\text{C}$.

Платинові терморезистори мають високу стабільність і відтворюваність характеристики. Їх недоліками є висока вартість і нелінійність функції перетворення. Тому вони використовуються для точних вимірювань температур у відповідному діапазоні.

Широке поширення на практиці отримали більш дешеві мідні терморезистори.

Недоліком міді є невелике її питомий опір і легка окиснюваність при високих температурах, внаслідок чого кінцевий межа застосування мідних термометрів опору обмежується температурою 180 $^{\circ}\text{C}$. За стабільністю і відтворюваності характеристик мідні терморезистори поступаються платиновим.

Теплова інерційність стандартних термометрів опору характеризується показником теплової інерції (постійної часу), значення якого лежать в межах від десятків секунд до одиниць хвилин. Постійна часу спеціально виготовлених малоінерційних термометрів опору може бути зменшена до $0,1$ с. Знаходять застосування також нікелеві термометри опору. Нікель має відносно високий питомий опір. Мідні і нікелеві терморезистори випускають

також з литого мікродроту в скляній ізоляції. Мікродротові терморезистори герметизовані, високостабільні, малоінерційні і при малих габаритних розмірах можуть мати опору до десятків кіло. У порівнянні з металевими терморезисторами більш високою чутливістю володіють напівпровідникові терморезистори (термістори). Вони мають негативний температурний коефіцієнт опору, тобто на порядок більше, ніж у міді і платини.

Для вимірювання температури найбільш поширені напівпровідникові терморезистори типів КМТ (суміш оксидів кобальту і марганцю) і ММТ (суміш оксидів міді і марганцю). Термістори мають лінійну функцію перетворення. Серйозним недоліком термісторів, що не дозволяє з достатньою точністю нормувати їх характеристики при серійному виробництві, є погана відтворюваність характеристик (значна відмінність характеристик одного примірника від іншого).

Напівпровідникові датчики температури мають високу стабільність характеристик в часі і застосовуються для зміни температур в діапазоні від -100 до 200 °С.

Вимірювальна схема за участю термоперетворювачів опору найчастіше є бруківці; урівноваження моста здійснюється з допомогою потенціометра.

При зміні опору терморезистора відповідно змінюється положення движка потенціометра, положення якого щодо шкали формує показання приладу; шкала градується безпосередньо в одиницях температури.

Недоліком такої схеми включення є вноситься проводами підключення терморезистора похибка; оскільки через зміни опору проводів при зміні температури навколишнього середовища компенсація зазначеної похибки неможлива, застосовують трьох дротову схему включення проводів, при використанні якої опору підвідних проводів виявляються в різних гілках, і їх вплив значно зменшується.

Наступним кроком було розглянуто термоелектричні перетворювачі (термопари), зображено на рисунку 1.3. Термопара являє собою тубу, довгастої, стрижні подібної форми, що дозволяє розміщувати пристрій в

важкодоступних місцях. Наприклад, в котлах, двигунах, вузьких вентиляційних проходів.

Будь-(вуличний і побутової) датчик температури повітря містить зовнішню оболонку або гільзу. Гільза захищає вміст термопари від механічного та хімічного пошкодження.

У гільзі знаходиться металевий дріт, іноді дві, кожна складається з різних металів. Можуть бути різні комбінації матеріалів для цих металевих дріт. Монтаж здійснюється за допомогою спеціальних кріплень і планок для жорсткої фіксації термометричної системи.

На рисунку 1.3 зображений термоелектричний перетворювач.

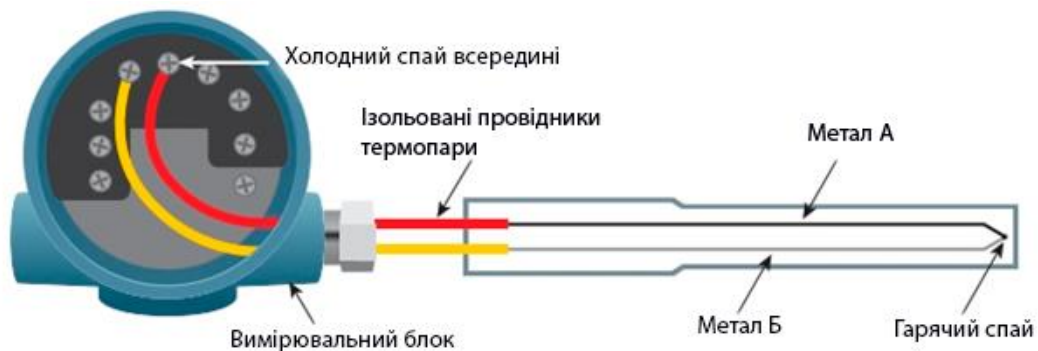


Рисунок 1.3 – Термоелектричний перетворювач

Принцип дії термопар заснований на термоелектричному ефекті, що полягає в тому, що в замкнутому контурі, що складається з двох різнорідних провідників (або напівпровідників), тече струм, якщо місця спаїв провідників мають різні температури. Якщо взяти замкнутий контур, що складається з різнорідних провідників (термоелектродів), то на їх спаях виникнуть термо-ЕРС $E(t)$ і $E(t_0)$, що залежать від температур цих спаїв t і t_0 . Так як ці термо-ЕРС виявляються включеними зустрічно, то результуюча термо-ЕРС, яка діє в контурі, дорівнює $E(t) - E(t_0)$.

У разі рівного розподілу температур обох спаїв результуюча термо-ЕРС дорівнює нулю. Спай, занурюваної в контрольоване середовище, називається

робочим кінцем термопари, а другий спай - вільним. У будь-якої пари однорідних провідників значення результуючої термо-ЕРС залежить тільки від природи провідників і від температури спаїв і не залежить від розподілу температури уздовж провідників.

Термоелектричний контур можна розімкнути в будь-якому місці і включити в нього один або кілька різнорідних провідників. Якщо все з'явилося при цьому місця сполук перебувають при однаковій температурі, то результуюча термо-ЕРС, яка діє в контурі, не змінюється. Це використовується для вимірювання термо-ЕРС термопари. Створювана термопарами ЕРС порівняно невелика: вона не перевищує 8 мВ на кожні 100 °С і зазвичай не перевищує за абсолютною величиною 70 мВ. Термопари дозволяють вимірювати температуру в діапазоні від -200 до 2200 °С. Для вимірювання температур до 1100 °С використовують в основному термопари з неблагородних металів, для вимірювання температур від 1100 до 1600 °С - термопари з благородних металів і сплавів платинової групи, а для вимірювання більш високих температур - термопари з жаростійких сплавів (на основі вольфраму).

Найбільшого поширення для виготовлення термоелектричних перетворювачів отримали платина, платинородій, хромель, алюмель.

При вимірах температури в широкому діапазоні враховується не лінійність функції перетворення термоелектричного перетворювача.

Постійна часу термоелектричних перетворювачів залежить від їх конструкції і якості теплового контакту робочого спаю термопари з середовищем і для промислових термопар обчислюється в хвилинах. Однак відомі конструкції мало інерційних термопар, у яких постійна часу лежить в межах 5 - 20 секунд і нижче.

Електровимірювальні прилади (мілівольтметр) або вимірювальний підсилювач термо-ЕРС можуть підключатися до контуру термопари двома способами: у вільний кінець термопари або в один з термоелектродів; вихідна термо-ЕРС від способу підключення вимірювальних пристроїв не залежить.

Як зазначено вище, при вимірюванні температури вільні кінці термопари повинні знаходитися при постійній температурі, але як правило, вільні кінці термопари конструктивно виведені на затискачі на її голівці, а отже, розташовані в безпосередній близькості від об'єктів, температура яких вимірюється.

Щоб віднести ці кінці в зону з постійною температурою, застосовуються подовжують дроти, що складаються з двох жив, виготовлених з металів або сплавів, що мають однакові термоелектричні властивості з термоелектроди термометра.

Для термопар з неблагородних металів подовжують дроти виготовляються найчастіше з тих же матеріалів, що і основні термоелектроди, тоді як для датчиків з благородних металів з метою економії подовжують дроти виконуються з матеріалів, що розвивають в парі між собою в діапазоні температур 0 - 150°C ту ж термо-ЕДС, що і електроди термопари. Так, для термопари платина - платинородій застосовуються подовжувальні термоелектроди з міді і спеціального сплаву, що утворюють термопару, ідентичну по термо-ЕРС термопари платина-платинородій в діапазоні 0-150 °С.

Для термопари хромель - алюмель подовжувальні термоелектроди виготовляються з міді і константана, а для термопари хромель - копель подовжувальними є основні термоелектроди, але виконані у вигляді гнучких проводів. При неправильному підключенні подовжувальних термоелектродів виникає суттєва похибка.

У лабораторних умовах температура вільних кінців термопари підтримується рівною 0°C шляхом поміщення їх в посудину Дьюара, наповнений стовченим льодом з водою.

У виробничих умовах температура вільних кінців термопари зазвичай відрізняється від 0°C. Так як градування термопар здійснюється при температурі вільних кінців 0°C, то ця відмінність може бути джерелом суттєвої похибки; для зменшення зазначеної похибки, як правило, вводять

поправку в показання термометра. При виборі поправки враховуються як температура вільних кінців термопари, так і значення вимірюваної температури (це пов'язано з тим, що функція перетворення термопари нелінійна); це ускладнює точну корекцію похибки.

На практиці для усунення похибки широке застосування знаходить автоматичне введення поправки на температуру вільних кінців термопари.

Для цього в ланцюг термопари і мілівольтметра включається міст, одним з плечей якого є мідний терморезистор, а інші утворені манганіновим терморезисторами. При температурі вільних кінців термопари, рівної 0°C , міст знаходиться в рівновазі; при відхиленні температури вільних кінців термопари від 0°C напруга на виході моста не дорівнює нулю і підсумовується з термо-ЕРС термопари, вносячи поправку в показання приладу (значення поправки регулюється спеціальним резистором). Внаслідок нелінійності функції перетворення термопари повної компенсації похибки не відбувається, але зазначена похибка істотно зменшується.

У лабораторних умовах для точного вимірювання термо-ЕРС застосовуються лабораторні і зразкові компенсатори постійного струму з ручним урівноваженням.

Для вимірювання температур від -80 до 250°C часто використовуються так звані кварцові термоперетворювачі, що використовують залежність власної частоти кварцового елемента від температури. Робота даних датчиків заснована на тому, що залежність частоти перетворювача від температури і лінійність функції перетворення змінюються в залежності від орієнтації зрізу щодо осей кристала кварцу.

Кварцові термоперетворювачі мають високу чутливість (до $103\text{Гц} / \text{K}$). високу тимчасову стабільність і роздільну здатність, що і визначає перспективність. Дані датчики широко використовуються в цифрових термометрах.

Дія шумових термометрів засноване на залежності шумової напруги на резисторі від температури.

Практична реалізація методу вимірювання температури на основі шумових резисторів полягає в порівнянні шумів двох ідентичних резисторів, один з яких знаходиться при відомій температурі, а інший -при вимірюваній. Шумові датчики використовуються, як правило, для вимірювання температур в діапазоні $-270 - 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Перевагою шумових датчиків є принципова можливість вимірювання термодинамічної температури на основі зазначеної вище закономірності. Однак це значно ускладняється тим, що середньоквадратичне значення напруги шумів дуже важко виміряти точно внаслідок його малості і сумісності з рівнем шуму підсилювача.

ЯКР-термометри (термометри ядерного квадрупольного резонансу) засновані на взаємодії градієнта електричного поля кристалічної решітки і квадрупольного електричного моменту ядра, викликаного відхиленням розподілу заряду ядра від сферичної симетрії.

Відмітимо деякі характеристики ЯКР-термометрів:

- дозволяють вимірювати температуру без фізичного контакту з предметами, це особливо корисно для вимірювання температури поверхонь, які можуть бути недоступними або небезпечними для контакту;
- вимірювання температури здійснюється практично миттєво, що дозволяє швидко отримувати дані про температуру об'єктів або середовищ;
- багато ЯКР-термометрів мають широкий діапазон вимірювань, що дозволяє використовувати їх для різних застосувань, включаючи вимірювання високих або низьких температур;
- експлуатаційна простота, можна швидко та легко виміряти температуру об'єкта;
- деякі моделі термометрів оснащені функцією вимірювання температури на відстані, що допомагає проводити вимірювання у важко доступних місцях і на великих відстанях;

– багато термометрів ідеально підходять для використання в середовищах, де важко або неможливо взяти проби, оскільки для вимірювання температури їм не потрібно контакт з предметами або рідинами.

Взаємодія обумовлює прецесію ядер, частота якої залежить від градієнта електричного поля решітки і для різних речовин має значення від сотень кілогерц до тисяч мегагерц. Градієнт електричного поля решітки залежить від температури, і з підвищенням температури частота ЯКР знижується.

Датчик ЯКР-термометра являє собою ампулу з речовиною, укладену всередину котушки індуктивності, включеної в контур генератора.

При збігу частоти генератора з частотою ЯКР відбувається поглинання енергії від генератора. Похибка вимірювання температури -263°C становить $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$, а температури 27°C - $\pm 0.002^{\circ}\text{C}$. Перевагою ЯКР-термометрів є його необмежена у часі стабільність, а недоліком - суттєва не лінійність функції перетворення.

Дилатометричні (об'ємні) датчики вимірювання температури засновані на явищі розширення (стиснення) твердих тіл, рідин або газів при збільшенні (зменшенні) температури.

Температурний діапазон роботи перетворювачів, заснованих на розширенні твердих тіл, визначається стабільністю властивостей матеріалів при зміні температури. Зазвичай за допомогою таких перетворювачів вимірюють температури в діапазоні $-60 - 400^{\circ}\text{C}$. Похибка перетворення становить 1 - 5%.

Температурний діапазон роботи перетворювача з розширюється рідиною залежить від температур замерзання та кипіння останньої (для ртуті - $-39 - 357^{\circ}\text{C}$, для амілового спирту - $-117 - 132^{\circ}\text{C}$, для ацетону $94 - 57^{\circ}\text{C}$). Похибки рідинних перетворювачів становлять 1 - 3% і в значній мірою залежать від температури навколишнього середовища, що змінює розміри капіляра.

Нижня межа вимірювання перетворювачів, які використовують в якості робочого середовища газ, обмежується температурою скраплення газу (- 195 °С для азоту, - 269 °С для гелію), верхній же - лише теплостійкість балона.

Акустичні термометри засновані на залежності швидкості поширення звуку в газах від їх температури і використовуються в основному діапазоні середніх і високих температур. Акустичний термометр містить просторово рознесені випромінювач акустичних хвиль і їх приймач, зазвичай включаються в ланцюг автогенератора, частота коливань якого змінюється зі зміною температури; зазвичай такий датчик використовує і різного типу резонатори.

Для того, щоб зробити оптимальний вибір системи контролю мікроклімату акваріума, розглянемо опис датчиків освітлення.

1.3.3 Опис датчиків освітлення

Акваріумні датчики освітлення необхідні для створення достатнього освітлення акваріума. Метою освітлення в акваріумах є відтворення природного середовища проживання організмів. Перше, що слід врахувати - це цикл денного та нічного освітлення.

Щоб створити правильне освітлення для акваріума, необхідно використовувати спектр випромінювання потрібної довжини хвилі і виключити ті, які сприяють зростанню водоростей, в акваріумі повинні бути лампи.

Краще поставити акваріум під прямі сонячні промені, але виникає перегрів, прискорене зростання водоростей і безліч пов'язаних з цим проблем. А за допомогою спеціальних акваріумних датчиків можна створити правильну імітацію сонячного світла для акваріума [9].

Більшість природних середовищ, особливо відкритий океан, вночі не повністю темні і освітлюються місячним світлом. Світлодіодні лампи в якості нічного освітлення акваріума - найкраще джерело нічного освітлення. Такі лампи для акваріумів створюють освітлення з можливістю спостереження за

нічним поведінкою організмів, які не заважають відпочинку і сприяють здоров'ю і природної поведінки під час розмноження риб.

Тип і інтенсивність акваріумних ламп впливають на здоров'я, стрес, забарвлення, фотосинтез мешканців акваріума, стимулюють розмноження організмів. Деякі акваріумні організми завозяться з річок в тропічних лісах, де більша частина сонячного світла непряма. Ці організми не потребують інтенсивного сонячного світла, і деякі організми відчують себе хворими під впливом світла (наприклад, грибкові анемони). Цим типам організмів не потрібно 12 годин сонячного світла. Акваріумні риби та рослини потребують сильного та інтенсивного сонячного світла.

Багато риб та рослин доставляють з мілководних тропічних районів, де вода прозора і освітлюється широким спектром сонячної радіації протягом 12 годин. Ці організми пристосовані до таких умов, деяким потрібне інтенсивне освітлення (наприклад, молюскам *Tridacna*). Більшість рифів росте на мілководді. Їм, як і водним рослинам, потрібно сильне сонячне світло з яскравим підсвічуванням. Активне синє випромінювання важливо для організмів коралових рифів і глибоководних риб.

Акваріумні лампи з таким випромінюванням виробляють ультрафіолетове випромінювання в синій частині денного спектра, яке глибоко проникає у воду і найбільш легко поглинається коралами і безхребетними. Це дуже важливо для коралів, які харчуються симбіотичними водоростями, оскільки ультрафіолетове світло сприяє фотосинтезу.

Весь спектр освітлення випромінюється сонцем і складається з різних довжин хвиль – в поєднанні вони бувають білими або жовтими в залежності від часу доби, параметри потужності акваріумних ламп мають характеристики 5500K, 6500K, 10000K і 20000K.

Ці параметри пов'язані з колірним спектром випромінювання лампи. Слід зазначити, що інтенсивність світла акваріумної лампи частково визначається потужністю, але джерело світла, в залежності від типу і назви, може відрізнитися за інтенсивністю навіть при однаковій потужності.

Акваріумні лампи з колірною температурою 5500-6500K підходять для випадків, коли прісноводні акваріуми розташовані не дуже глибоко (в глибоких шарах інтенсивність світла цих ламп нижче, ніж у поверхні, і при необхідності їх можна використовувати для освітлення морських мешканців і коралових рифів, а також можна додати лампи з актинічними променями. Акваріумна лампа 10000K дає сильне біле світло з блакитним відтінком, вони ідеально підходять для освітлення рифів, глибоководних риб і рослин. Також ці лампи підкреслюють природний колір коралів і риб. Акваріумна лампа 20000K має дуже високу інтенсивність, в основному синього світла, і використовується тільки для освітлення глибоких акваріумів і глибоководних риб.

У нашій системі освітлення будуть використовуватися акваріумні лампи з колірною температурою 5500-6500K, оскільки мають гарне співвідношення енергоефективності і потужності. Для того, щоб у акваріумі було завжди комфортне і збалансоване середовище проживання риб і рослин розглянемо і опишемо основні характеристики датчиків системи очистки води.

1.3.4 Опис датчиків системи очистки води

Система очистки води в акваріумі використовує різноманітні датчики для контролю та підтримки оптимальних параметрів води для здоров'я риб та інших мешканців акваріуму. Ось кілька типових датчиків, які можуть використовуватися в таких системах [10]:

- датчик рН;
- датчик аміаку та нітритів;
- датчик концентрації кисню;
- датчик провідності;
- датчик рівня води.

Датчик рН є важливою складовою системи очистки води для акваріуму, розроблений для вимірювання кислотності (рН) води, яка визначається концентрацією водних іонів. Його вимірювання використовується для

регулювання додавання розчинів або регуляторів рН, які коригують кислотність або лужність води.

Датчик аміаку виявляє наявність цієї токсичної речовини, яка може утворюватися в результаті розпаду органічних речовин, залишених від риб або залишків їжі. Високі рівні аміаку можуть стати смертельними для акваріумних мешканців.

Датчик нітритів вказує на рівень іншої потенційно небезпечної речовини, яка виникає внаслідок бактеріального розкладу аміаку. Підвищені нітритні рівні можуть спричинити отруєння риб і інших водних істот.

Датчики аміаку та нітритів є необхідними інструментами для успішного утримання акваріуму, дозволяючи ефективно вести моніторинг та підтримувати збалансоване водне середовище.

Основні призначення датчика концентрації кисню включають:

- датчик вимірює концентрацію розчиненого кисню у воді, це індикатор того, наскільки добре вода насичена киснем, що є критично важливим для дихання риб та інших водних організмів;

- достатня кількість кисню необхідна для підтримання життєдіяльності риб та інших водних істот, цей датчик дозволяє вчасно виявляти зниження рівня кисню, що допомагає запобігти гіпоксії (дефіциту кисню) та іншим проблемам, пов'язаним з недостатнім киснем у воді;

- служить індикатором ефективності системи фільтрації та аерації, якщо рівень кисню знижується, це може вказувати на несправність обладнання або нестачу повітряної циркуляції.

Основні функції датчика провідності:

- визначає, наскільки добре вода проводить електричний струм, ця величина тісно пов'язана з концентрацією розчинених речовин у воді, таких як солі та мінерали;

- допомагає визначити рівень солей у воді, що є важливим для утримання відповідних параметрів водного середовища.

Основні характеристики датчика рівня води:

- датчик дозволяє вчасно виявляти зниження рівня води у акваріумі, що може бути спричинене переливанням чи витоком, таким чином можна швидко реагувати та уникнути перевантаження електроніки;

- дозволяє підтримувати оптимальний рівень води для добробуту та здоров'я риб та рослин у акваріумі.

Таким чином, датчики системи очистки води у акваріумі відіграють ключову роль у забезпеченні оптимальних умов для здоров'я та добробуту риб та інших живих організмів. Застосування різноманітних датчиків, таких як датчик температури, рН, аміаку та нітритів, концентрації кисню, провідності та рівня води, дозволяє системі автоматично контролювати та підтримувати сталі параметри води в акваріумі.

1.3.5 Годинник реального часу

Годинник реального часу в системі мікроклімату акваріума може бути корисним з кількох причин:

- багато видів риб та рослин в акваріумах вимагають регульованого освітлення. Годинник реального часу може використовуватися для автоматичного управління освітленням, встановлюючи точний графік світла та темряви для підтримки оптимальних умов для риб та рослин;

- якщо використовувати добрива для рослин у своєму акваріумі, годинник може використовуватися для точного дозування добрив у певний час. Це допомагає забезпечити рослини необхідними поживними речовинами у визначений час, що сприяє їхньому здоров'ю та росту;

- може слугувати для автоматичного регулювання температури та інших параметрів середовища у визначені часи доби.

Наприклад, вночі температуру за допомогою годинника реального часу можна підняти або знизити, щоб імітувати природні коливання у природних умовах.

Годинник реального часу - двійковий таймер, який зберігає інформацію про поточний час дня і формує субсекундні переривання системи [11].

RTC – це вбудована частина комп'ютерної системи або мікроконтролера, яка відповідає за ведення реального часу, навіть коли пристрій вимкнено або вимикається. Цей пристрій використовується для збереження і відстеження поточної дати та часу.

Основні причини використання RTC у акваріумній системі включають наступні аспекти:

- імітація природного кругообігу світла і темряви сприяє регуляції фотосинтезу в рослинах і правильному режиму життєдіяльності риб;
- RTC дозволяє автоматизувати процес годування риби, встановлюючи точні графіки доставки корму, це забезпечує регулярне і систематичне годування, що сприяє здоров'ю і нормальному розвитку риби;
- використання для програмування режиму контролю температури у акваріумі;
- RTC дозволяє автоматизувати роботу компресора для систем аерації та фільтрації що допомагає забезпечити оптимальні умови для розподілу кисню та очищення води у акваріумі;
- допомагає забезпечити оптимальні умови для розподілу кисню та очищення води у системі;
- використання RTC може сприяти ефективному використанню енергії, шляхом автоматичного вимкнення або зменшення потужності різних пристроїв у певні періоди простою або чистки акваріума;
- забезпечує графік постачання ліків, добрив та інших хімічних речовин, що забезпечує стабільні та збалансовані хімічні параметри води;

RTC складається з каскадно включених 32- розрядного і 8- бітного лічильників імпульсів, які містять кількість секунд (загальною сумою близько 136 років) і субсекунд (з дозволом $1/256$ секунди) відповідно. 8- бітний субсекундний лічильник збільшується з частотою 256 Гц, сформованої з 32.768 кГц синхроімпульсів.

Субсекундний лічильник у акваріумної системі може бути корисний для різних цілей, пов'язаних з вивченням і підтриманням стану акваріума. Ось деякі завдання для субсекундний лічильника:

- вимірювання частоти живлення;
- допомагає визначити час, витрачений рибами на прийом їжі, і уникнути надлишку залишкового харчування, яке може призвести до забруднення води;
- за допомогою лічильника можна записувати різні аспекти поведінки риб, такі як активність, періоди відпочинку та взаємодії між рибами;
- лічильник може використовуватися для вимірювання часу роботи різних технічних пристроїв в акваріумі, наприклад, освітлення, фільтрації або обігріву;
- використовуючи лічильник для фіксації часу зміни параметрів води, можна зрозуміти, як ці параметри змінюються протягом дня;
- у акваріумній системі можна проводити різні експерименти та дослідження, пов'язані з біологією риб та інших організмів.

Окремий субсекундний лічильник аварійної сигналізації з перезавантаженням може використовуватися для формування запитів на переривання з періодом до $1/256$ секунди. 32-розрядний лічильник секунд збільшується при кожному переповненні 8-бітного субсекундного лічильника.

32-розрядний лічильник може використовуватися в якості програмованого одностороннього аварійного таймера подій. Для первісного запису даних в регістр RTC повинен бути зупинений, але, будучи один раз запущеними, RTC працюють весь час, поки вони активні і не потрібно їх зупинки для читання регістра лічильника.

Також RTC підтримують цифрову настройку ходу, що дозволяє використовувати їх в тих додатках, в яких потрібна висока точність.

16-розрядний регістр управління RTC (Control register - RCNT) забезпечує управління і містить інформацію про стан RTC, включаючи управління доступом читання - запису RTC, вибір / контроль синхроімпульсів, активізацію RTC, активізацію виходу прямокутного сигналу, активізацію

аварійної сигналізації (будильника) і їх прапори переривання. Інформація про відраховані секунди міститься в 16- бітних регістрах RTSH і RTSL.

Аналогічно, кількість відрахованих субсекундних імпульсів міститься в 8 - бітному регістрі RTSS, який може використовуватися для установки і ініціалізації субсекундного лічильника.

Щоденний будильник програмується через пару регістрів RASH: RASL, а інтервал спрацьовування задається даними в регістрі RSSA. Дані про цифрові налаштування ходу зберігаються в регістрі RTRM (рисунок 1.4).

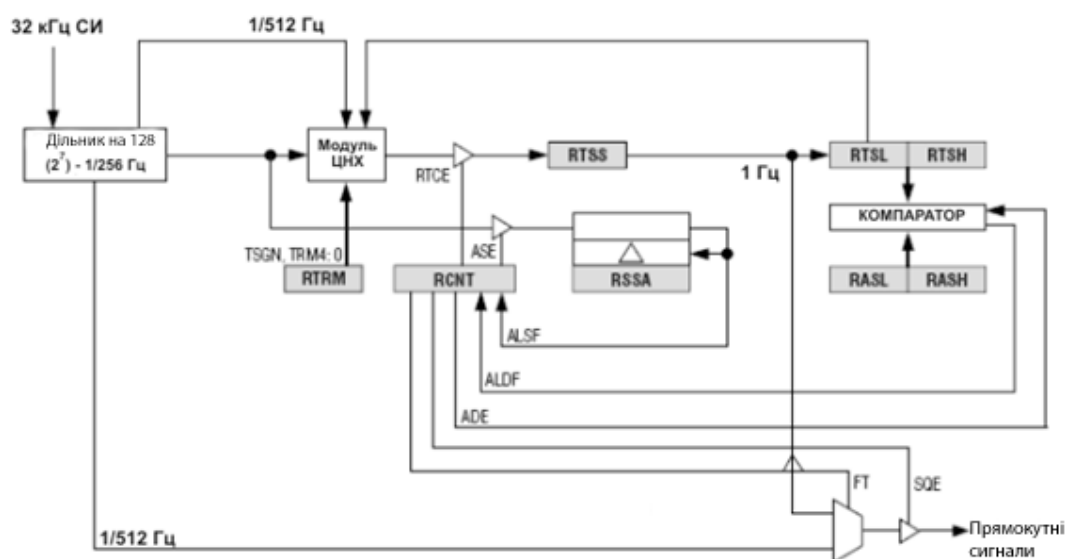


Рисунок 1.4—Функціональна схема модуля RTC

RTC має функції щоденного і субсекундного джерел аварійної сигналізації - так званих "будильників". Якщо щоденний будильник активний, то він спрацьовує, коли збігаються молодші 20 біт регістра RTC (RTSH: RTSL) і регістрів (RASH: RASL). Робота субсекундного інтервального будильника забезпечується таймером з перезавантаженням, який управляється від некорректируемого джерела 256 Гц синхроімпульсів.

Регістри щоденного будильника RTC RASH і RASL забезпечують програмовану 20 - бітну функцію щоденного будильника. Формування аварійного сигналу відбувається при збігу молодших 20 біт цих регістрів і 20

молодших бітів регістрів RTC. Наймолодші 16 біт будильника містяться в регістрі RASL, а старші 4 біти будильника - в молодших чотирьох бітах регістра RASH. Будильник може бути запрограмований на спрацювання з інтервалом від 1 секунди до 12 діб з дозволом в 1 секунду. Перед зміною вмісту регістрів щоденного будильника він повинен бути відключений. Щоденний будильник встановлює прапор ALDF в 1, коли відбувається переповнення RTSS і збіг молодших 20 біт пари регістрів RTSH і RTSL з молодшими 20 бітами пари регістрів RASH і RASL. Якщо біти ADE і глобального дозволу переривання встановлені, то установка біта ALDF формує запит на переривання.

Регістр субсекундного будильника RTC (RSSA) використовується для зберігання субсекундного інтервалу спрацювання. Регістр RSSA не залежить від лічильника RTC і має регульовану розрядність до 16 біт. За замовчуванням регістр RSSA має 8-бітну розрядність, що дозволяє йому формувати інтервали від 1 секунди до приблизно 3.9 мілісекунд ($1/256$ Гц). Перед зміною значення інтервалу спрацювання субсекундний інтервальний будильник повинен бути зупинений ($ASE = 0$ і $BUSY = 0$).

При установлювання інтервального субсекундного будильника виникає інтервал невизначеності першого спрацювання, що не перевищує одного періоду субсекундних синхроімпульсів ($1/256$ Гц ≈ 3.9 мс).

Але тільки перший інтервал будильника має цей інтервал невизначеності. Зверніть увагу, що активізований субсекундний будильник ($ASE = 1$) з нульовим значенням інтервалу формує максимально можливий інтервал сигналізації (1 секунда в разі, якщо регістр RSSA має 8-бітну розрядність).

Субсекундний інтервальний лічильник тактується синхроімпульсами з частотою 32 кГц / 128 , які взяті до вузла цифровий підстроювання ходу. Це зроблено для того, щоб уникнути зміни інтервалу при спрацюванні модуля цифрового настроювання ходу.

Щоденний і субсекундний будильники можуть привести до виходу системи з режиму зупинки. Функція "пробудження" активна тільки тоді, коли її переривання були замасковані на всіх рівнях. Також щоденний і субсекундний будильники кваліфікуються як правильні джерела перемикання режимом управління живлення.

Точність ходу некоректованих годин реального часу залежить від кварцового резонатора (і температурного дрейфу його характеристик). Щоб забезпечити вимоги деяких систем, годинник реального часу містить модуль цифрового настроювання ходу. Модуль цифрового настроювання ходу може додавати або виключати 256 Гц синхроімпульсів. П'ять бітів настройки (TRM4: 0) використовуються для визначення величини цифрового настроювання ходу, а знаковий біт (TSGN) визначає, чи повинні імпульси бути додані (TSGN = 0) або видалені (TSGN = 1) з синхросигналу. Кожні 16 секунд п'ять бітів настройки додаються до попереднього значення. Кожного разу, коли формується імпульс додавання фази відбувається підміна 256 Гц імпульсів на 512 Гц імпульси, додаючи 128 додаткових зовнішніх 32 кГц імпульсів. При негативному підстроюванні, то відбувається маскування 256 Гц імпульсу, що дозволяє вирахувати 128 32 кГц імпульсів. Шляхом установки бітів FT і SQE можна вивести на зовнішній висновок 1 Гц або 512 Гц прямокутні імпульси.

Мінімальна настройка (00001h) призведе до формування імпульсу корекції кожні 32×16 секунд = 512 секунд, що призведе до додавання / виключення одного імпульсу (= 128 циклів 32.768 кГц) кожні 512 секунд. Це здійснить корекцію величиною $128 / (32\,768 \text{ Гц} \times 512 \text{ сек.}) = \pm 7.63 \text{ ppm}$. Максимальне значення настройки забезпечується установкою всіх бітів в 1 (TRM4: 0 = 11111b). Це призведе до додавання / виключення 31 імпульсу кожен 512-секундний інтервал, що еквівалентно корекції $(31 \times 128) / (32\,768 \text{ Гц} \times 512 \text{ сек.}) = \pm 236.5 \text{ ppm}$.

Такий діапазон настройки ходу дозволяє скорегувати температурний догляд характеристик більшості 32 кГц кварцових резонаторів при роботі в індустріальному температурному діапазоні.

Використання годинника реального часу в акваріумах є важливим фактором у створенні оптимальних умов для утримання та догляду за акваріумним середовищем.

Цей пристрій дозволяє акваріумістам точно контролювати і регулювати різні параметри, необхідні для забезпечення здоров'я і комфорту риб та інших мешканців акваріума [12].

Годинник реального часу може включати багато функцій, таких як графік годування, періоди освітлення та інші режими, які сприяють стабільності акваріумного середовища. Це особливо важливо для регулювання таких важливих параметрів, як температура, освітлення і хімічний склад води.

На хімічний склад води впливають наступні фактори:

- жорсткість води у акваріумі;
- нітрати у акваріумі;
- фосфати в акваріумі.

Жорсткість води у акваріумі визначається кількістю розчинених у ній мінералів, зокрема кальцію і магнію. Рівень жорсткості води пов'язаний з кількістю мінералів, розчинених у воді. Кальцій і магній – основні мінерали, які розчинені у водопровідній воді.

Під час циклічного процесу в акваріумі нітрити перетворюються в нітрати. Нітрати не настільки токсичні, ніж аміак або нітрити, але вони все ж шкідливі і при високій концентрації здатні вбити рибок. Єдиний спосіб видалення нітратів з акваріума – часткові підміни води.

Основні аспекти впливу нітритів включають:

- високий рівень нітритів може призводити до пошкодження гілок риб, що ускладнює їхню здатність дихати;
- велика концентрація нітритів може призвести до стресу у риб, порушуючи їхній фізіологічний баланс;

– можуть спричинити затуманення води, що може впливати на видимість і естетику акваріуму.

Фосфати потрапляють в акваріум в основному разом з водопровідною водою, а також утворюються внаслідок розкладання відмерлих рослин і не з'їденого корму для риб. Високий рівень фосфатів може призвести до спалахів водоростей.

Забезпечуючи точну синхронізацію з реальним часом, годинник сприяє створенню регулярних і передбачуваних умов для акваріума, що впливає на його екосистему і забезпечує оптимальний розвиток риб і рослин. В цілому, акваріумний годинник реального часу є важливим інструментом для підтримки здоров'я та естетики акваріумного середовища.

1.4 Постановка задачі

Таким чином, для підтримки відповідного мікроклімату акваріуму необхідно розробити систему, до якої висуваються наступні вимоги:

- система повинна надійно підтримувати стабільну температуру води, необхідну для конкретних видів риб;
- система повинна дозволяти регулювати та утримувати оптимальний рівень кисню;
- система повинна виконувати ефективне очищення води від забруднень;
- в системі має підтримуватися регулювання світла відповідно до потреб акваріуму.

Перераховані вимоги є мінімальними для підтримки мікроклімату акваріуму.

Враховуючи проведений аналіз та перелік вимог, для побудови системи обираються наступні елементи.

В якості керуючого вузла буде використовуватися мікроконтролер. В якості системи регулювання мікроклімату застосовуватимуться термостат, фільтраційна система і системи контролю рН та твердості води.

В якості датчиків використовуватимуться:

- датчик температури, який буде відправляти дані про температуру в термостат;
- датчик солоності води, який повинен контролювати рівень солоності води;
- датчик освітленості, що буде оцінювати ступінь яскравості світла;
- датчик системи очистки води, що дозволить контролювати та підтримувати оптимальні параметри води.

2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ

2.1 Розробка структурної схеми пристрою

Структурна схема системи підтримки мікроклімату акваріума складається з таких блоків:

- блок живлення;
- цифровий блок керування;
- датчик температури;
- клавіатура;
- блок індикації;
- блок комутації.

Структурна схема зі всіма компонентами запропонованого в даному проекті пристрою зображена на рисунку 2.1.

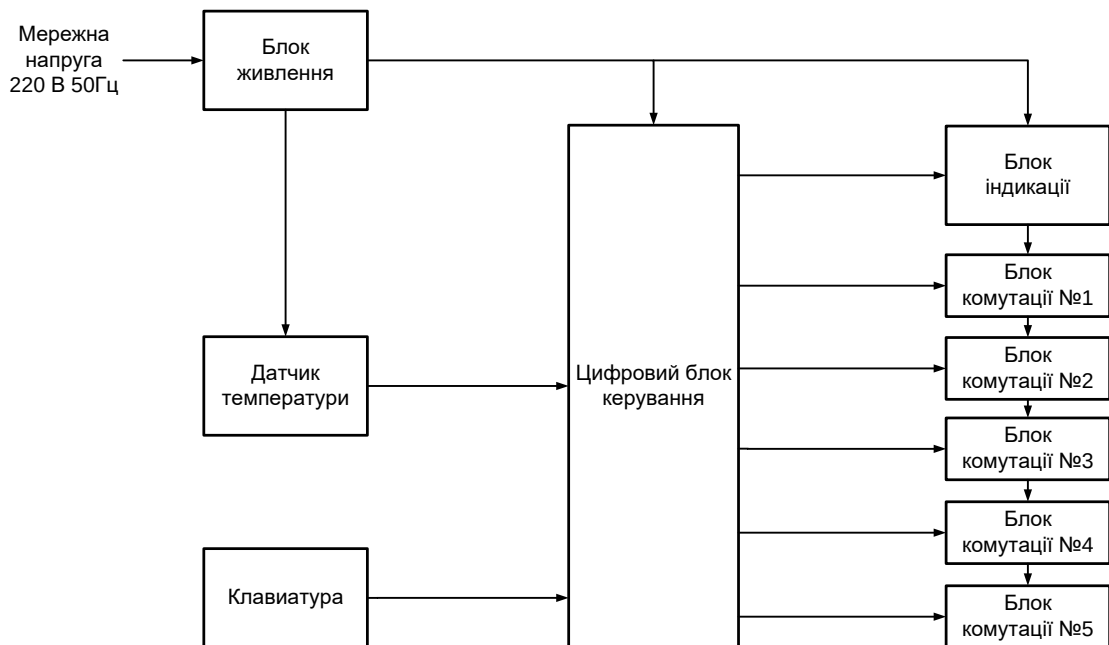


Рисунок 2.1 – Схема структурна автоматизованої системи підтримки мікроклімату акваріума

Блок живлення виконує трансформацію, випрямлення та подальше згладжування зі стабілізацією вхідної мережної напруги 220В 50Гц. Він забезпечує постійною стабілізованою напругою +5В цифровий блок керування, індикатор і датчик температури. Також він забезпечує не стабілізованою напругою блоки комутації N1-N5.

Цифровий блок керування виконує наступні функції:

- відлік реального часу;
- опитування датчика температури;
- керування нагрівачем згідно заданої температури;
- зчитування коду клавіатури та передавання коду програми і параметрів виходячи з отриманого коду;
- індикація режимів роботи системи та обраних параметрів;
- керування включенням та виключенням блоків комутації згідно встановлених налаштувань.

Датчик температури виконує перетворення температури води в послідовний код, який передає за запитом цифрового блоку керування для подальшого обчислення.

Клавіатура, згідно натиснутим клавішам, формує код який передає цифровому блоку керування для корегування ходу програми або параметрів.

Блок індикації відображає дві строки параметрів системи, що передаються блоком керування. Також вмикається функції підсвітлення натисненням будь-якої клавіші клавіатури та вимикається через 10 секунд.

Блоки комутації виконують підключення споживачів (компресора, лампи, нагрівача) до мережної напруги чи іншої напруги живлення в межах 220В. Але потужність комутуємих споживачів не повинна перевищувати 500В·А.

Загалом, розробка структурної схеми акваріума є важливим кроком у процесі створення живого та здорового середовища для мешканців акваріума. Правильно розроблені схеми забезпечують оптимальні умови проживання риб і рослин, забезпечують необхідний комфорт і доставляють власникам задоволення спостерігати за їх життям і розвитком.

2.2 Розробка апаратної частини пристрою

Схема апаратної частини підтримки мікроклімату акваріума зображена на рисунку 2.2.

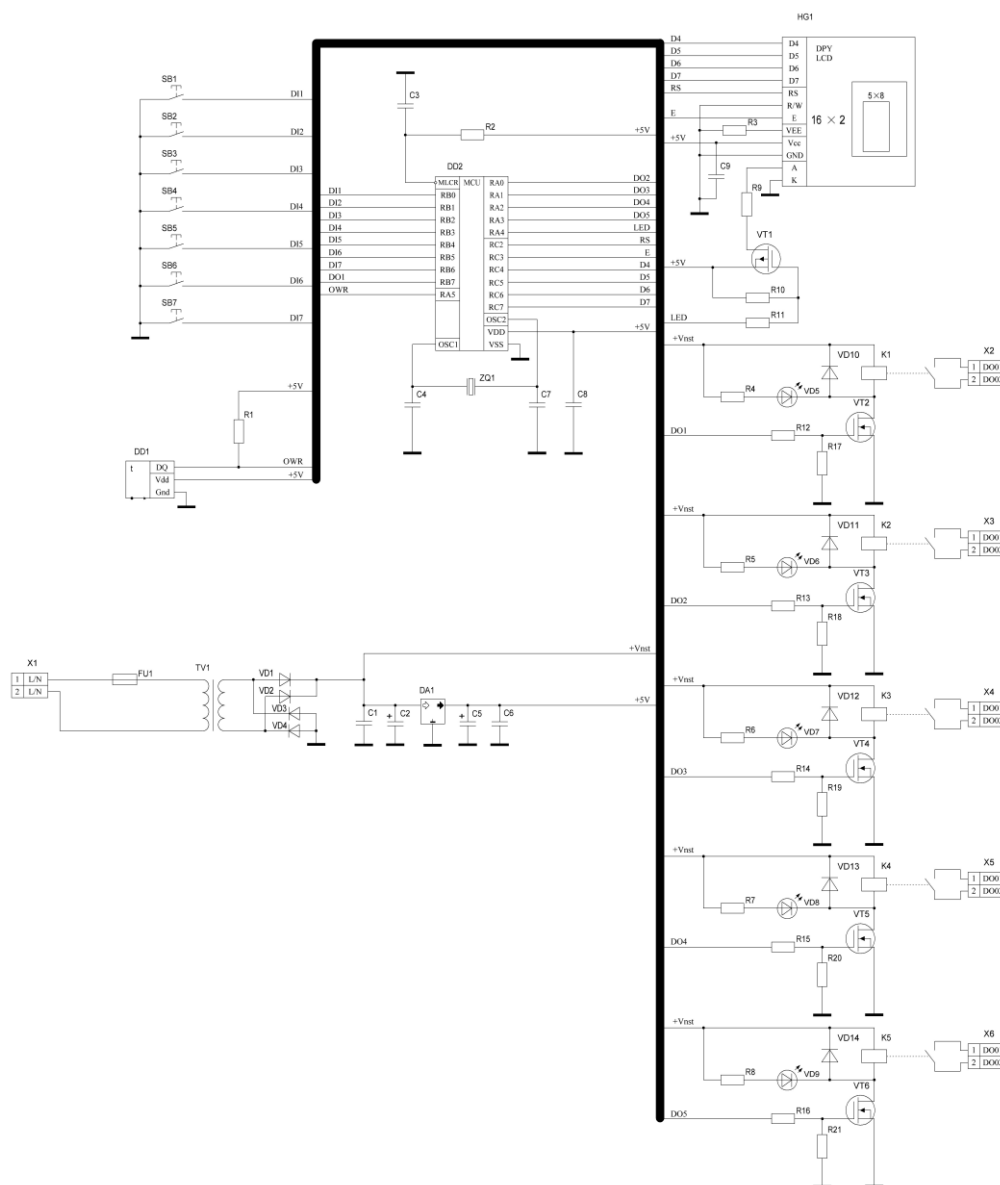


Рисунок 2.2 – Схема апаратної частини підтримки мікроклімату акваріума

Блок живлення пристрою складається з наступних елементів:

- запобіжник FU1;
- понижуючий мережний трансформатор TV1;
- діодний мост VD1-VD4;
- згладжуючі фільтри на C1, C2, C5, C6;
- інтегральний стабілізатор на 5В DA1.

Цифровий блок керування складається з:

- мікроконтролера DD2 (PIC16F873A Microchip);
- RC-кола R2C3;

- кварцового резонатора ZQ1;
- конденсаторів C4, C7, C8.

Кварцовий резонатор ZQ1 задає частоту тактового генератора мікроконтролера – 8,102 МГц. Конденсатори C4, C7 полегшують запуск резистора та стабілізують його роботу. Конденсатор C8 згладжує високочастотні перешкоди по живленню +5В. RC-коло, підключене до виводу MCLR, задає затримку запуску роботи внутрішнього мікрокоду мікроконтролера.

Порт RA5 налаштований як цифровий вхід-вихід для опитування датчика температури DD1 по протоколу «1-WIRE». Порти RB0-RB6 налаштовані як цифрові входи для зчитування коду клавіатури, що відповідає натисненню клавіш. Порт RB7 налаштований як цифровий вихід, він виконує вмикання/вимикання реле блоку комутації N1. Порти RA0-RA4 також налаштовані як виходи для керування блоками комутації N2-N5 відповідно та вмиканням/вимиканням підсвітки індикатора.

Порти RC2-RC7 налаштовані як виходи та утворюють 4-х провідний паралельний інтерфейс зв'язку з індикатором HG1 (лінії RS, B, D4-D7).

Клавіатура складається з кнопок SB1-SB7. Цифровий код при відсутності натиснення, за допомогою вбудованих у мікроконтролер резисторів до $+V_{dd}$, дорівнює 0b1111111.

При натисненні клавіші у відповідному розряді формується логічний 0, що є подією для системи, яка обробляється згідно з мікро-кодом.

Датчик температури обрано DS18B20 (Dallas Semiconductor), який має окремий вихід для живлення +5В. Резистор R1 підтягує рівень сигнального входу виходу DQ до напруги живлення та його номінал обрано згідно з рекомендаціями виробника. Датчик температури обробляється лише один на інтерфейсі «1-WIRE», тому має спрощену процедуру опитування.

Блок індикації має дві строки по 8 символів та світлодіодну підсвітку. Передача даних, що відображаються, відбувається «4-х провідним» інтерфейсом водному напрямку – від DD1 до HG1. Окремим ключем на VT1

здійснюється вмикання/вимикання підсвітки по сигналу мікроконтролера RA4 (LED).

Блок комутації N1 складається з:

- транзистора VT2;
- електромагнітного реле K1;
- діоду VD10;
- світлодіоду VD5;
- резисторів R4, R12, R17.

Робота цього блоку полягає в спрацьовуванні реле та комутації споживача (нагрівача, лампи, компресора) до мережної напруги замиканням контактної групи, що є нормально розімкненою. Реле спрацьовує при відкритті транзистора по високому рівню напруги (логічна 1) на виході DO1. Діод замикає собою струм катушки реле в момент закриття транзистора. Світлодіод індукує включений стан споживача. Аналогічний склад мають блоки комутації N2-N5.

Виконаємо розрахунок частини блока живлення – діодного мосту VD1-VD4, конденсатора C2 та відповідної вторинної обмотки трансформатора TV1. Саме цю частину необхідно розраховувати для задовільної напруги живлення електромагнітних реле K1 – K5 та вхідної напруги на стабілізаторі DA1, вихідна напруга якого стабілізована і має мінімальний коефіцієнт пульсацій.

Напруга повинна бути в межах $9\text{ В} \leq U_0 \leq 13\text{ В}$ при значенні струму $I_0 = 300\text{ мА}$, коефіцієнт пульсацій $K_{n0} \leq 0,15$.

Середній струм через діоди визначається за виразом:

$$I_{cp} \approx I_0 / 2, \quad (2.1)$$

$$I_{cp} = 300 / 2 = 150\text{ мА}.$$

Максимальний струм через діоди I_{max} визначається за формулою:

$$I_{max} \approx I_0 \times 3,5, \quad (2.2)$$

$$I_{max} = 300 \times 3,5 = 1050 \text{ мА.}$$

Розраховані параметри задовольняє діод 1N4007, який має набагато більші граничні умови роботи. Пряме падіння напруги на діоді $U_{np}=1\text{В}$. Ефективний опір навантаження розраховується за виразом:

$$R_n = U_0 / I_0, \quad (2.3)$$

$$R_n = 13 \text{ В} / 0,3 \text{ А} \approx 43 \text{ Ом.}$$

Опір обмотки трансформатора r_{mp} приймемо:

$$r_{mp} = 0,08 \times R_n, \quad (2.4)$$

$$r_{mp} = 43 \times 0,08 \approx 3,5 \text{ Ом.}$$

Опір прямозміщеного діоду оцінюється наступним чином:

$$r_{np} \approx U_{np} / 3 I_{cp}, \quad (2.5)$$

$$r_{np} = 1 / (3 \times 150) = 0,0022 \text{ Ом.}$$

Загальний опір фази є сумою r_{mp} та r_{np} :

$$r = r_{np} + r_{mp} \quad (2.6)$$

$$r = 3,5 + 0,0022 = 3,5022 \text{ Ом.}$$

Для остаточних розрахунків необхідно знайти коефіцієнт А за виразом:

$$A = 1,6 \times (r / R_n), \quad (2.7)$$

$$A = 1,6 \times (3,5022 / 43) \approx 0,130.$$

$$C=H/rKn_0, \quad (2.8)$$

$C=200 / (3,5022 \times 0,15) \approx 380695$ мкФ. Прийемо більшу ємність з табличного ряду – 470 мкФ.

Розрахуємо значення напруги вторинної обмотки трансформатора в режимі холостого ходу:

$$U_{2x}=B \times U_0, \quad (2.9)$$

$$U_{2x}=0,85 \times 13 \approx 11 \text{ В.}$$

Визначаємо струм вторинної обмотки:

$$I_2=D I_0/1,41 \quad (2.10)$$

$$I_2=2,5 \times 300 / 1,41 \approx 531 \text{ мА.}$$

Перерахуємо максимальний струм діоду I_{max} та зворотну напругу $U_{зг}$:

$$I_{max}=0,5 \times F \times I_0, \quad (2.11)$$

$$U_{зг}=1,4 \times U_{2x}, \quad (2.12)$$

$$I_{max} \approx 1275 \text{ мА.}, U_{зг}=15,4 \text{ В.}$$

Отже, параметри обраних діодів, трансформатору та конденсатора задовольняють вимогам потужності схеми.

В таблиці 2.1 приведені типи та номінали використаних елементів.

Таблиця 2.1 – Типи та номінали використаних елементів

Позначення	Тип, номінал
C1,C3,C6,C8,C9	0805-X7R-100nF-50V, NOVACAP
C2	470M-25V-KM-105*C, CapXon
C4,C7	0805-X7R-33pF-50V, NOVACAP
C5	220M-25V-KM-105*C, CapXon
DA1	L7805C, STMicroelectronics
DD1	DS18B20, Maxim Integrated Products
DD2	PIC16F873A, Microchip
FU1	RS-1A-209-0A5-10%, Vishay
HG1	WH0802A1, Winstar Display Co., LTD.
K1-K5	HF41F/09-H, Xiamen Hongfa Electroacoustic
R1	P0805Z-4K7-1%, Vishay
R2,R10,R17-R21	P0805Z-10K-1%, Vishay
R3	P0805Z-3K3-1%, Vishay
R4-R8	P0805H-1K-1%, Vishay
R9	P0805Z-51R-1%, Vishay
R11-R16	P0805Z-100R-1%, Vishay
SB1-SB7	TP11065, AMEGA TECH CO., LTD.
TV1	TL30S-090-268, DB ELECTRO Inc
VD5-VD9	BL-HKD33A, Yellow Stone corp.
VT1	IRLML6402, International Rectifier
VT2-VT6	IRLML2502, International Rectifier
X1-X6	DG25C-B-02P-13, DEGSON ELECTRONICS CO., LTD.
ZQ1	8.192 MHz-HC49S-30pF, Beijing Ch.El.

2.3 Розробка алгоритму роботи програми

Програмна частина запропонованого в даному дипломному проекті пристрою являє собою мікропрограму (послідовність машинних інструкцій), що виконує обробку встановлених задач згідно з розробленим алгоритмом.

Програмою обробляються наступні задачі:

- підрахунок реального часу;
- опитування датчика температури;
- керування вмиканням нагрівача згідно з встановленою температурою;
- зчитування кодів клавіатури і корегування ходу програми та параметрів натисненням клавіш;
- індикація режимів роботи системи та параметрів;
- керування вмиканням споживачів (компресора і лампи) згідно з встановленими інтервалами часу роботи чи простою.

Підрахунок в реальному часі в акваріумах може допомогти з кількох причин:

- багатьом риbam і рослинам в акваріумах потрібен певний режим освітлення. Терміни дозволяють автоматизувати цей процес, забезпечуючи різні рівні освітлення та затемнення для підтримки здоров'я та активності риб та рослин;
- існує оптимальний режим годування для багатьох видів риб, плануючи годування на певний час, можна уникнути переїдання та забруднення води у акваріумі;
- деякі види риб чутливі до перепадів температури, і важливо забезпечити стабільні умови щоб система контролю температури змогла використовувати відлік часу для регулювання нагрівача або охолоджувача;
- для підтримки росту рослин можуть бути встановлені системи з вуглекислим газом і добривами, ці системи можуть бути синхронізовані в режимі реального часу для ефективного використання;

– деякі параметри води, такі як рівень води, можуть змінюватися з часом, планове вимірювання і коригування цих параметрів можуть бути важливі для забезпечення здоров'я риб і рослин.

Характеристики опитування температури:

- розташування датчика у акваріумі;
- правильне калібрування пристрою;
- попередження про несправність пристрою.

Нагрівачі використовуються для підтримки постійної температури води, що є важливим фактором для здоров'я та комфорту риб та інших водних організмів. Загальний опис управління нагрівачем в акваріумі такий:

- розміщення нагрівача у акваріумі;
- пристрій поміщається в воду, і його робочі елементи повинні бути поглиблені або занурені у воду;
- деякі водонагрівачі мають вбудований датчик температури, який вимірює температуру води і посиляє сигнал на термостат для регулювання нагріву;
- пристрій має вбудовану функцію автоматичного відключення, яка активується в разі перегріву;
- деякі моделі обігрівачів оснащені світловими індикаторами, які вказують, чи працює обігрівач і яка температура встановлена;
- щоб уникнути можливих проблем, важливо регулярно перевіряти роботу нагрівача і його термостата;
- при розміщенні акваріума необхідно уникати попадання прямих сонячних променів і різних коливань температури в приміщенні.

Також у роботі системи важлива робота індикації режимів роботи.

Це обумовлюється декількома факторами:

- індикація надає користувачеві або оператору зворотний зв'язок щодо поточного стану системи, що дозволяє візуально отримувати інформацію про те, що відбувається в даний момент;

- отримання важливої інформації для усунення несправностей;
- сигнал світлодіоду може служити ключем до розуміння характеру помилки;
- надання інформації користувачеві при активованому режимі або налаштуваннях;
- деякі системи можуть автоматично перемикатися в режим енергозбереження, і індикатор допомагає визначити, коли система знаходиться в режимі очікування;
- у системах безпеки, таких як сигналізація або контроль доступу, може попереджати про можливі небезпечні ситуації або події.

Компресор у акваріумі використовується для надання потоку повітря в акваріумну воду, що сприяє насиченню її киснем. Такий процес називається аерацією. Принцип роботи компресора для акваріума може бути наступним:

- компресор використовує електродвигун для приведення в рух поршня або мембрани всередині компресора;
- коли поршень переміщується у верхнє положення, повітря стискається і його обсяг зменшується;
- стиснене повітря направляється до випускного клапана, який готовий до подальшої подачі в акваріум;
- з випускного клапана повітря подається безпосередньо в воду в акваріумі по трубопроводу або через спеціальний гнучкий шланг;
- поки повітря проходить через воду, відбувається газообмін: кисень з повітря надходить у воду, а вуглекислий газ видаляється з води;
- деякі компресори можуть мати захисні пристрої, такі як клапани надлишкового тиску та фільтри, які запобігають потраплянню бруду та волосся у пристрій.

Крім того, компресор можна використовувати для подачі повітря до іншого акваріумного обладнання, що підвищує його універсальність.

Основні функції компресора у акваріумі:

– використовується для створення потоку повітря, який збагачує воду киснем, це особливо важливо для риб, оскільки багато видів потребують достатнього рівня кисню для дихання;

– компресор може бути підключений до декількох аксесуарів, таких як декоративні фонтани або дифузори, що створюють поверхневий рух води, це допомагає уникнути утворення плівки на поверхні води і сприяє обміну газів;

– може використовуватися для подачі повітря в аератори або поршневі насоси, які допомагають у підтримці ефективності фільтрації води;

– може бути використаний для створення різноманітних декоративних ефектів у воді, таких як малюнки бульбашок або рухомих об'єктів;

– деякі компресори обладнані нагрівачами або можуть бути підключені до системи опалення для підтримки оптимальної температури води в акваріумі.

Функції безпеки, такі як клапани скидання надлишкового тиску, роблять використання компресорів безпечним і ефективним:

– використання електричних пристроїв, які мають водонепроникні корпуси;

– розташування електричних пристроїв таким чином, щоб уникнути потрапляння води;

– вибір декоративних елементів, які не мають гострих країв або інших ризикованих частин;

– уникнення використання гострих каменів чи металевих предметів;

– розташування акваріума на стійкому та рівному місці, щоб уникнути перекидання або витікання води;

– забезпечення легкого доступу до розеток та електропостачання;

– застосувати, щоб світло не було надто яскравим або довго вмикалося, щоб уникнути стресу для риб та рослин;

Алгоритм основної частини програми зображений на рисунку 2.3.

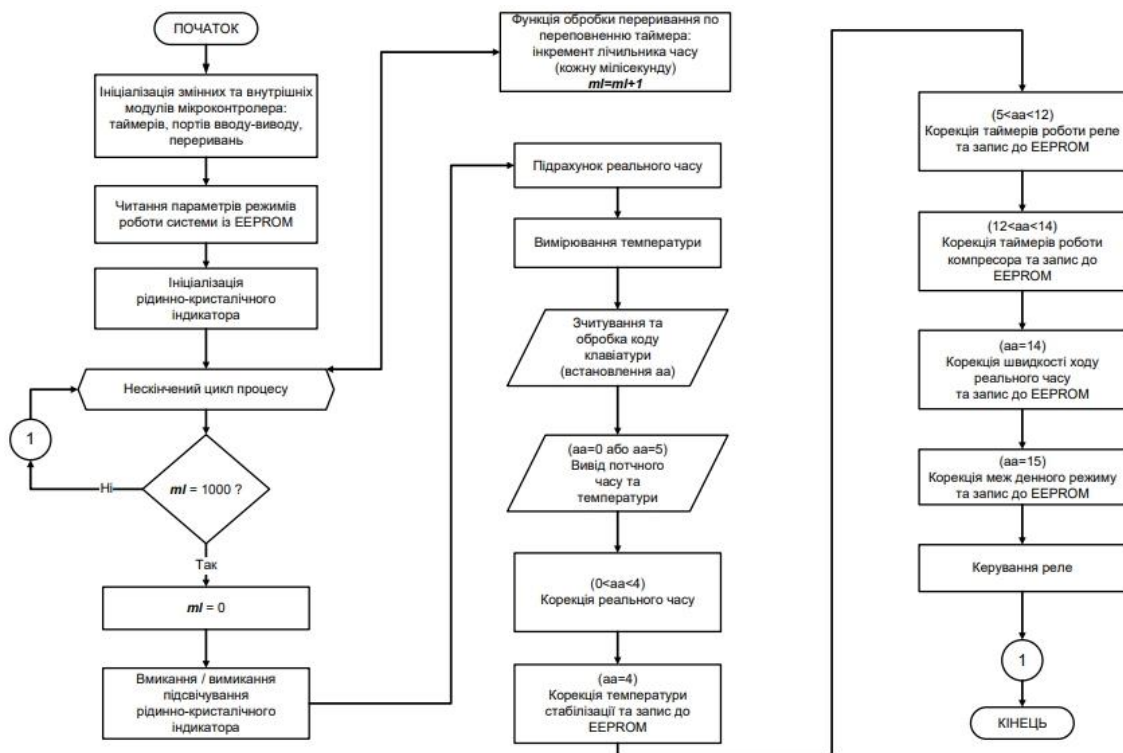


Рисунок 2.3 – Алгоритм роботи основної частини програми

При включенні пристрою починається ініціалізація змінних (регістрів загального призначення) та внутрішніх модулів, що використовуються в роботі системи: таймера, портів вводу/виводу, переривань. Потім здійснюється зчитування з постійної пам'яті даних (EEPROM), яка містить у собі останні налаштування системи (задану температуру, час роботи/простою споживачів).

Також виконується ініціалізація строчного індикатора, який являє собою поєднання спеціалізованого мікроконтролера та рідинно- кристалічної матриці. Перед початком роботи з ним виконується вибір інтерфейсу передачі даних та режим відображення.

По завершенню процедур ініціалізації виконується нескінчений цикл процесу. Кожну ітерацію відбувається перевірка на завершення інтервалу часу в 1 секунду.

Якщо інтервал вийшов та послідовно виконуються наступні алгоритмічні блоки:

- занулення лічильника мілісекундних інтервалів;
- процедура вмикання/вимикання підсвітлення рідинно-кристалічного індикатора;
- підрахунок реального часу;
- опитування датчика температури та перерахунок отриманих даних у значення температури;
- зчитування коду клавіатури та встановлення параметру корегування даних «aa»;
- виведення на індикаторі поточного часу та температури при «aa=0» або «aa=5»;
- якщо $0 < aa < 4$ виконується процедури реального часу;
- якщо $aa=4$, то здійснюється процедура корекції заданої температури та запис до постійної пам'яті даних (EEPROM);
- якщо $5 < aa < 12$ – виконується процедура корекції таймерів роботи реле та запис до постійної пам'яті даних (EEPROM);
- якщо $12 \leq aa \leq 14$ – здійснюється процедура корекції таймерів роботи компресора із записом до постійної пам'яті даних (EEPROM);
- якщо $aa=14$, то виконання процедури корекції швидкості підрахунку реального часу із запитом результату до постійної пам'яті даних (EEPROM);
- якщо $aa=15$, – виконується процедура корекції інтервалу денного режиму роботи та запис результату до постійної пам'яті даних (EEPROM);
- процедура вмикання/вимикання реле згідно із заданою температурою та встановленими періодами таймерів роботи простою споживачів (компресора, лампи).

Окремо, незалежно від виконання поточного програмного блоку, відбувається обробка переривань. По переповненню таймерів, інкрементується лічильник мілісекунд ml. По наповненню ml проходить інтервал часу в 1 секунду. Обробка цього блоку в перериванні забезпечує підвищену точність вимірювання часу.

Розробка алгоритмів для акваріумів є важливим кроком в успішному створенні віртуального середовища, що дозволяє підтримувати життя в акваріумі і управляти нею. Протягом усього процесу проектування враховуються різні аспекти: фізика руху об'єктів, поведінка риб і рослин, взаємодія всіх елементів системи.

Важливим кроком є визначення логіки роботи програми, яка включає в себе алгоритми переміщення, харчування і розмноження віртуальних об'єктів у відтворюваному середовищі. Ефективні алгоритми забезпечують реалістичне і природне поведінку віртуальних мешканців акваріума.

З огляду на різноманітність можливих сценаріїв і взаємодіючих факторів, розробникам слід ретельно вивчати і враховувати особливості життя у водному середовищі. Оптимізація алгоритму також є важливим аспектом, оскільки впливає на продуктивність програми та взаємодію з користувачем.

Отже, розробка алгоритму для акваріумної програми є важливим завданням, що вимагає глибокого розуміння екології акваріумного середовища і високої ефективності програмування для створення захоплюючого і реалістичного віртуального досвіду.

3 АНАЛІЗ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Аналіз характеристик системи

Технічний і економічний рівень системи підтримки мікроклімату в акваріумі оцінюється тільки на основі порівняння її з іншими існуючими пристроями того ж експлуатаційного призначення.

Ця система відіграє важливу роль у забезпеченні підтримання оптимального рівня температури, рН, концентрації кисню та інших параметрів, необхідних для забезпечення комфортних умов розвитку водних організмів і життєдіяльності. У цьому контексті аналіз системи управління

мікрокліматом акваріума стає актуальним завданням, спрямованої на оптимізацію стану риб та інших об'єктів акваріумного світу. Розглянемо основні аспекти цієї системи і вплив на акваріумну середу.

Основні аспекти цієї системи включають:

- повинна надійно підтримувати стабільну температуру води, необхідну для конкретних видів риб;
- терморегуляція мешканців акваріумного світу для забезпечення їхнього фізіологічного розвитку;
- повинна дозволяти регулювати та утримувати оптимальний рівень кисню;
- ефективне очищення води від забруднень;
- регулювання світла відповідно до потреб акваріуму;

Зазначимо, що система яка розроблена на базі мікроконтролерів, зазвичай перевершують існуючі аналоги за такими характеристиками, як експлуатаційна надійність, більш висока продуктивність, більш тривалий термін служби, меншу вагу і габаритні розміри.

Розглянемо етапи та зміст послідовного та паралельного виконання робіт для розробки системи.

3.2 Опис універсального акваріумного контролера

Універсальний акваріумний контролер - ключ до створення ідеального середовища для вашого акваріумного підопічного. Це інноваційний пристрій не тільки забезпечує точний контроль параметрів води у вашому акваріумі, але і пропонує широкий спектр можливостей для автоматизації та поліпшення управління системою.

Опишемо функціонал даного пристрою:

- компресор;

- друкована плата;
- нагрівач;
- електроклапан системи CO₂;
- помпа/електроклапан автодоливу;
- кулера 12В;
- калібрування електродів.

Також може відрізнятися режим освітлення, наявність різних електродів, що визначають параметри води, і програмний режим, стабілізуючий ці параметри, також апаратні компоненти акваріума можуть сильно відрізнятися.

Освітлення може бути організовано люмінесцентними лампами або світлодіодами, або можна використовувати світлодіодні стрічки.

Використання світлодіодів є більш привабливим підходом, як з точки зору отримання необхідного спектрального складу, так і організації режимів управління. Але через високоякісні компоненти, стабілізатори струму, джерела живлення та проблеми з відведенням тепла цей підхід стає дорожчим.

У зв'язку з тим, що багато акваріумістів все ще використовують люмінесцентні лампи, вони користуються великим попитом. Можемо зазначити, що більшість акваріумів збирається за індивідуальними замовленням, тому відмінностей може бути багато.

Плата підтримує точне вимірювання температури води, рівня рН, концентрації кисню та інших важливих параметрів. Надаючи функції зберігання та аналізу даних, можна своєчасно реагувати на зміни у водному середовищі. Також ця плата легко інтегрується з різними аксесуарами і датчиками, що дозволяє створити повний комплект для акваріумних систем.

На рисунку 3.1 зображена друкована плата універсального акваріумного контролера.

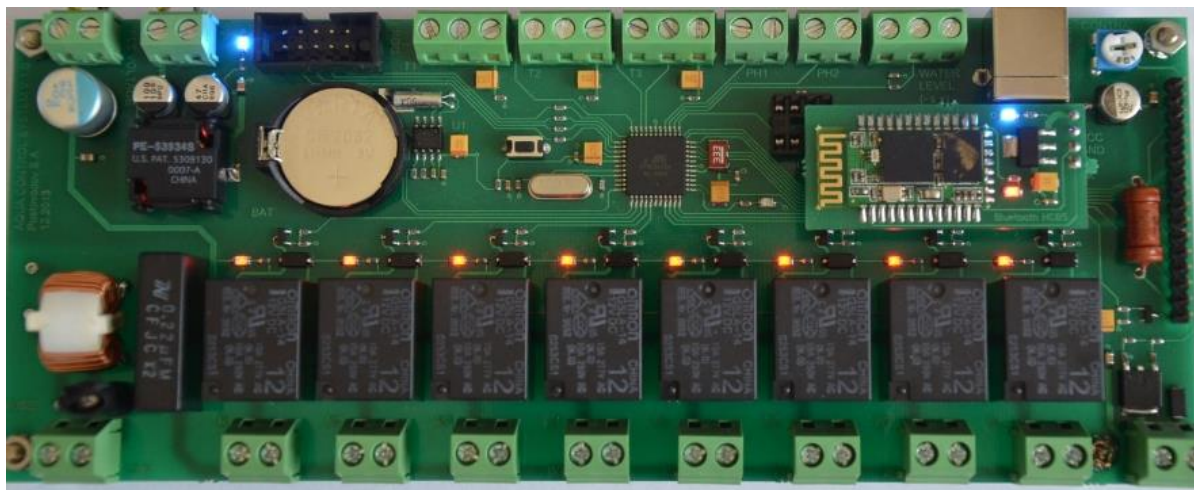


Рисунок 3.1 – Друкована плата універсального акваріумного контролера

Опишемо основні керуючі функції контролера:

- обробка даних вхідних пакетів;
- перетворення поточного часу на числове значення;
- керування заданими каналами, відповідно до вибраних режимів роботи (раз на секунду);
- обробка даних керуючих режимів;
- встановлення обмежень часових інтервалів;
- аналіз поточного стану кожного з каналів, вибраних режимів з відповідною індикацією;

Основним каналом зв'язку буде радіоканал Bluetooth (HC-05), а USB-з'єднання є резервним. Пристрій не має гальванічної розв'язки між мікроконтролером і перетворювачем рівня CP2102 (USART-USB).

При підключенні через USB необхідно переконатися, що джерело живлення, який ви використовуєте для отримання напруги +5 В, і напруга живлення вашого ПК підключені до одного і того ж вузла живлення (розетки).

В іншому випадку може статися некоректна робота пристрою, вихід з ладу деяких конструктивних елементів.

На рисунку 3.2 зображена схема і плата радіомодуля.

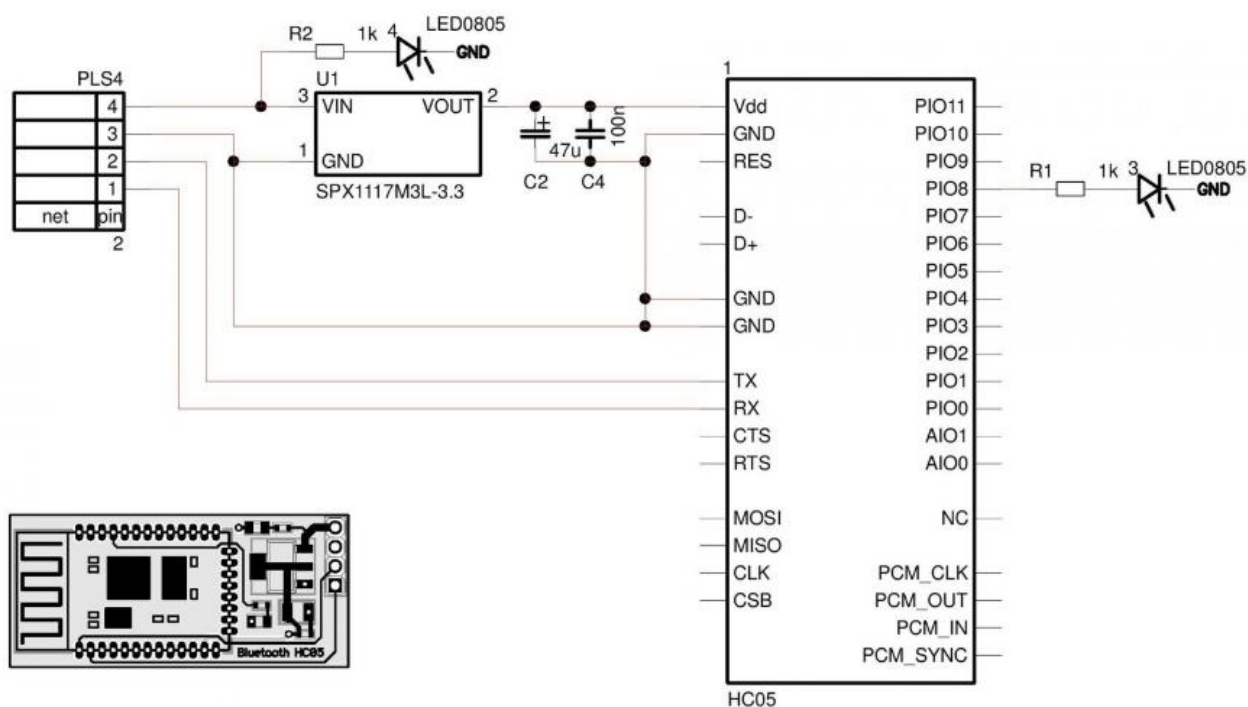


Рисунок 3.2 – Схема і плата радіомодуля

Універсальний акваріумний контролер є важливим інструментом для досягнення оптимальних умов у водоймах і забезпечення здоров'я і комфорту риб та інших акваріумних об'єктів. У його функції входить регулювання температури, вимірювання рівня рН, управління освітленням та іншими параметрами, що впливають на екосистему акваріума.

Завдяки універсальному підходу до проектування контролер можна використовувати для різних типів акваріумів, незалежно від розміру і типу резервуара. Він надає можливість відстежувати та керувати параметрами часу, допомагаючи забезпечити стабільні умови життя риб та інших мешканців акваріума.

Остаточним кроком для розробки системи підтримання мікроклімату акваріума стане розробка алгоритму опитування датчика.

3.3 Алгоритм опитування датчика

Алгоритм опитування акваріумних датчиків є важливою частиною системи моніторингу, оскільки вони забезпечують моніторинг параметрів водного середовища, які важливі для здоров'я і життєдіяльності риб та інших мешканців акваріума

Опитування датчиків - це процес зчитування інформації з датчиків для отримання інформації про стан навколишнього середовища або об'єкта.

Цей процес може включати в себе кілька етапів, які дозволяють ефективно і точно отримувати дані з датчика. Основний опитування такий:

- ініціалізація;
- встановлення з'єднання;
- запитання до датчика;
- отримання даних;
- обробка отриманих даних;
- зберігання отриманої інформації.

Першим етапом опитування є ініціалізація системи опитування. Це може включати в себе активацію необхідних електричних або електронних компонентів, що забезпечують зв'язок з датчиком.

Другим етапом система опитування встановлює з'єднання з датчиком.

Це може бути зроблено за допомогою різних інтерфейсів, таких як аналогові або цифрові входи/виходи, комунікаційні шини або інші спеціальні протоколи.

Система запускає процес запиту даних з датчиків. Це може бути реалізовано шляхом надсилання певних команд або запитань, які датчик може інтерпретувати і на які він може відповісти.

Після надсилання запитання датчик відповідає, надсилаючи інформацію про виміряні параметри або стан навколишнього середовища. Ці дані можуть

бути виражені в аналогових сигналах, цифрових значеннях або в іншому форматі, залежно від типу датчика.

Отримані дані можуть бути оброблені для отримання корисної інформації. Це включає фільтрацію перешкод, перетворення формату, калібрування значень та інші операції для підвищення точності та надійності вимірювань.

Остаточним кроком є збереження або передача результатів вимірювань для подальшого використання. Це може включати запис даних у пам'ять, відображення їх на екрані, надсилання через мережу або інші методи, залежно від вимог конкретного додатка.

Також алгоритми опитування датчиків є важливою частиною системи моніторингу, в якій датчики вимірюють фізичні величини, такі як температура, вологість і тиск. Опитування датчиків забезпечує передавання точних і надійних даних.

Слід відмітити кілька загальних принципів, які застосовуються для вимірювання різних фізичних величин:

- принцип термоелектричного ефекту, який виявляється в зміні електричного напруження при зміні температури;
- датчики з вбудованими інфрачервоними світлодіодами та фотодіодами можна використовувати для вимірювання рівня рідини, а датчики, що реагують на розсіювання світла частинками в рідині, можна використовувати для визначення помутніння води;
- принцип, заснований на взаємодії зміни магнітного поля з об'єктом;
- вимірювання акустичні хвилі, перетворюючи їх у величини, які можна вимірювати електрично.

Окремої уваги потребує процедура опитування датчика температури, алгоритм якої представлено на рисунку 3.3.

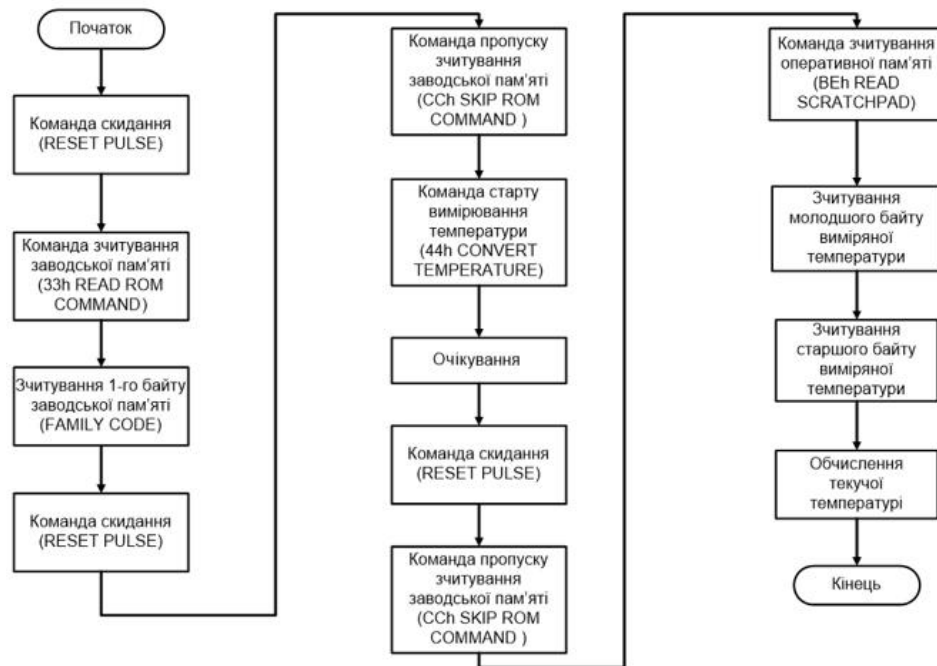


Рисунок 3.3 – Алгоритм опитування датчика

Алгоритм опитування базується на протоколі «One-Wire», який розробила для своєї продукції компанія Dallas Semiconductor.

Опитування починається з команди скидання (Reset PULSE), яка ініціалізує початок обміну з датчиком. Потім посилається команда зчитування заводської пам'яті (33h Read RomCommand), яка супроводжується наступним зчитуванням першого байту заводської пам'яті (Family Code).

Цей байт містить в собі інформацію про тип підлеглого пристрою (DS18B20). Далі виконується команда скидання (Reset PULSE) та команда пропуску зчитування заводської пам'яті (Cch Skip Rom Command). Потім здійснюється виконання команди старту вимірювання температури (44h Comert Temperature).

Для завершення вимірювання температури треба зробити витримку часу до 1 секунди. Після завершення перетворення виконується: команда занулення (Reset PULSE), команда пропуску зчитування заводської пам'яті (Cch Skip Rom Command) та команда зчитування оперативної пам'яті (Beh Read Scratchpad).

Ця послідовність ініціює зчитування оперативної пам'яті датчика, де зберігаються результати останнього вимірювання температури. Зчитуються молодший та старший байти двох наступних блоків і завершується процедура опитування перетворенням даних в показання температури.

Підсумовуючи, зазначимо, що цей алгоритм дозволяє системі управління ефективно відстежувати параметри водного середовища і вчасно реагувати на відхилення, які важливі для забезпечення здоров'я і благополуччя мешканців акваріума

Ініціалізація датчика, формування команд вимірювання, передача результатів і аналіз - це етапи, які гарантують точне і надійне вимірювання параметрів води. Отримані дані не тільки покажуть поточний стан акваріумний середовища, а й послужить основою для прийняття рішень про необхідні коригування та поліпшення.

Ініціалізація датчика - це початковий етап взаємодії між системою моніторингу і конкретним датчиком. Цей процес спрямований на встановлення зв'язку з датчиком і налагодження його робочих параметрів.

Ефективний алгоритм опитування повинен забезпечувати точне і швидке зчитування даних з датчика при мінімальному споживанні енергії і системних ресурсів. Також важливо враховувати можливість обробки артефактів та помилок, які можуть виникнути внаслідок різних факторів, таких як шум, випадкові перешкоди та зміни навколишнього середовища.

Використання оптимальних інтервалів опитування, стратегій і алгоритмів адаптивної фільтрації дозволяє значно поліпшити якість даних, що надходять і забезпечити стабільну і надійну роботу системи. Оптимальний алгоритм опитування враховує особливості конкретного застосування, дозволяє використовувати датчик в різних умовах і забезпечує оптимальну продуктивність системи

Завдяки алгоритму голосування датчиків система моніторингу може автоматично реагувати на зміни в навколишньому середовищі, забезпечуючи стабільні і оптимальні умови для розвитку рослин і здоров'я риб.

Цей автоматизований процес сприяє ефективному управлінню акваріумом і надає власнику можливість більш точно і усвідомлено доглядати за підводними підопічними.

3.4 Розрахунок надійності системи

Надійність системи є важливим аспектом сучасного технічного прогресу і впливає на безперебійну роботу різних пристроїв.

Розрахунок надійності визначається набором факторів, які враховують технічні, фізичні та інженерні аспекти експлуатації системи протягом тривалого періоду часу. Цей процес вимагає глибокого розуміння властивостей матеріалів, конструктивних рішень і умов експлуатації, щоб забезпечити стабільність і надійність пристрою протягом усього життєвого циклу.

Кількісні показники надійності визначаються в результаті розрахунків. Вони проводяться під час проектування і на заключних етапах тестування, а також під час аналізу результатів операцій. Розрахунки зазвичай діляться на 2 групи.

Перша категорія включає розрахунки, засновані на аналізі структури виробу і заданих умов роботи. Їх зазвичай називають розрахунками та аналізами або розрахунками надійності. Друга категорія включає розрахунки, пов'язані з обробкою результатів експериментів. Вони називаються обчислювальними та експериментальними або обробкою експериментальних даних. Вони проводяться під час проектування і на заключних етапах тестування, а також під час аналізу результатів операцій. Розрахунки зазвичай діляться на 2 групи.

Перша категорія включає розрахунки, засновані на аналізі структури виробу і заданих умов роботи. Їх зазвичай називають розрахунками та аналізами або розрахунками надійності.

Друга категорія включає розрахунки, пов'язані з обробкою результатів експериментів. Вони називаються обчислювальними та експериментальними або обробкою експериментальних даних.

Зазвичай розрахунок надійності пов'язаний з попереднім виявленням закономірностей, які схильні до змін експлуатаційних факторів, тобто процесу відновлення характеру і працездатності процесу усунення несправності, взаємозв'язку між набором вхідних обсягів і впливом відмови елементів об'єкта, умовного способу про розподіл обсягів введення, вплив використовуваних надлишкових методів, зовнішніх факторах.

Отже, як правило, розрахунки надійності набувають всі риси, властиві вивченню складних процесів, що змінюються з плином часу, і прогнозування їх характеристик називається прогнозуванням. Однак, оскільки вихідні дані, що використовуються при розрахунку, можуть бути визначені з різним ступенем передбачення, розрахунки надійності, засновані на ступені передбачення, можуть відрізнятися.

Відмітимо, що метод розрахунку надійності знаходиться в стані постійної розробки. Перші рекомендації зводилися до простих розрахунків продукту, без урахування наслідків поетапних відмов, а також контролю і запобігання. Розвиток теорії надійності супроводжувалося великою кількістю досліджень в області обчислень. Основна увага на перших етапах цих робіт приділялася розробці методів резервування і методів розрахунку надійності різних резервувань. Це пояснювалося тим фактом, що резервування виявилось найбільш ефективним засобом підвищення надійності при розумному використанні.

У цьому контексті важливо враховувати як фізичні, так і технічні аспекти та забезпечувати оптимальне використання ресурсів для досягнення максимально можливої надійності та довговічності технічної системи.

Надійність - властивість виробу виконувати всі задані функції протягом певного часу, в певних умовах експлуатації із збереженням вихідних параметрів в певних межах. Також надійністю називають фізичну властивість, яка залежить від кількості і якості використаних елементів.

Характеризується надійність відмовами. Відмовою називається повне припинення робочої здатності або невідповідність параметрів технічного виробу.

Відмови бувають раптові та поступові.

Відмови при експлуатації радіоелектронної апаратури обумовлені наступними факторами:

- недостатньою надійністю комплектуючих вузлів;
- порушенням розроблювачем технічних умов на застосування вузлів;
- схемо-конструкторськими і виробничими недоліками;
- порушенням правил експлуатації;
- недостатньою захищеністю радіоелектронної апаратури від зовнішніх впливів.

Фактори, що впливають на надійність підрозділяють на наступні функціональні групи:

- схемо-конструктивні;
- виробничо-технологічні;
- експлуатаційні.

Основні схемо-конструктивні фактори визначаються:

- недоліками схемного і конструктивного рішень;
- установкою в апаратуру малонадійних вузлів;
- неправильним застосуванням комплектуючих, насамперед, постановкою елементів і вузлів у важкі електричні та температурні режими роботи, що не відповідають технічним умовам;

- недостатнім застосуванням заходів захисту від важких режимів роботи.

З цих причин частина відмов апаратури складає 70%-80% від усіх відмов.

Основні виробничо-технічні фактори визначаються:

- недосконалістю технологічних процесів;

- порушеннями технологічного циклу;
- помилками при виконанні робіт;
- низькою культурою виробництва;
- недостатньою кваліфікацією виконавців;
- недостатнім вхідним і вихідним контролем продукції.

Питома вага відмов за даними причинами становить 20%-30%.

Основні експлуатаційні фактори:

- ударно-вібраційні навантаження;
- кліматичні впливи.

Для розрахунку значення експлуатаційної інтенсивності відмов елементів приладу використовують формулу 3.1:

$$\lambda_i = \lambda_0 \cdot K_e \cdot n_i \quad (3.1)$$

де λ_i – інтенсивність відмов i -того елемента, 1/годину;

λ_0 – інтенсивність відмов типів приладів при температурі навколишнього середовища $+25^\circ\text{C}$ і номінальному електричному навантаженні;

K_e – коефіцієнт залежний від умов експлуатації;

n_i – кількість i -тих елементів.

Щоб розрахувати інтенсивність відмов пристрою в цілому застосовується формула 3.2

$$\lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i \quad (3.2)$$

де λ – сумарна інтенсивність відмов елементів, 1/год;

λ_i – інтенсивність відмов i -ого елемента, 1/год.

$$\lambda = 6,925 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Середній час роботи пристрою проводиться за формулою 3.3:

$$T_{сер} = 1/\lambda \quad (3.3)$$

$$T_{сер} = \frac{1}{6,925 \cdot 10^{-6}} = 144404 \text{ (год)},$$

$$T_{сер} = 144404 \div 365 \div 24 \approx 16,5 \text{ (років)}$$

Ймовірність безвідмовної роботи розраховується за формулою 3.4

$$P = e^{-\lambda t}, \quad (3.4)$$

де $e - \text{const} = 2,718$

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи зі зміною часу наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 –Розрахунок надійності пристрою

$t \cdot 10^4$, год	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P(t)	1	0,7	0,5	0,35	0,25	0,18	0,12	0,089	0,063	0,044	0,031

За даним із таблиці 3.1 побудуємо графік залежності ймовірності безвідмовної роботи приладу від часу.

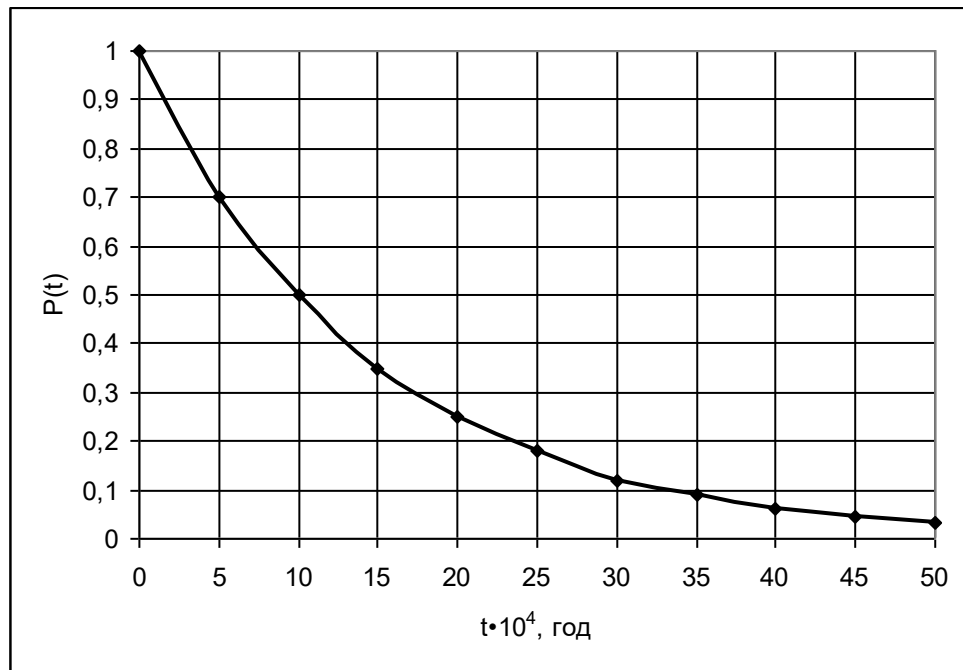


Рисунок 3.4 – Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи пристрою від часу за експоненціальною моделлю

Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи пристрою використовується в області системної надійності і безпеки, оцінюючи і аналізуючи надійність пристрою або системи в експлуатації.

Ймовірність безвідмовної роботи визначає ймовірність того, що пристрій або система залишатимуться в хорошому стані протягом певного періоду часу.

Основні причини використання цього графіка:

- графік ймовірності безвідмовної роботи дозволяє інженерам і дослідникам оцінити надійність системи за певний період часу, це особливо важливо в системах, де важливо уникнути збоїв та усунення несправностей;
- графік допомагає визначити термін служби пристрою або системи, може вказувати, коли ймовірність виходу з ладу стане неприйнятно високою, і можуть вказувати на необхідність технічного обслуговування або заміни компонентів;
- використовуючи графік, можна вивчити зміну ймовірності безвідмовної роботи в залежності від різних умов експлуатації і дії зовнішніх

факторів, це важливо для розуміння того, як система працює в різних середовищах та сценаріях використання;

- графік допомагає визначити оптимальний час для технічного обслуговування і заміни компонентів системи, щоб уникнути несподіваних збоїв і нещасних випадків.

Загалом, графіки залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу є важливим інструментом для інженерів та дослідників, які працюють у сфері надійності та безпеки систем.

Надійність пристрою є важливим аспектом сучасного технічного прогресу і впливає на безперебійну роботу різних систем і пристроїв.

Розрахунок надійності визначається набором факторів, які враховують технічні, фізичні та інженерні аспекти експлуатації пристрою протягом тривалого періоду часу.

Цей процес вимагає глибокого розуміння властивостей матеріалів, конструктивних рішень і умов експлуатації, щоб забезпечити стабільність і надійність пристрою протягом усього життєвого циклу. У цьому контексті важливо враховувати як фізичні, так і технічні аспекти та забезпечувати оптимальне використання ресурсів для досягнення максимально можливої надійності та довговічності технічної системи.

3.5 Рекомендації щодо експлуатації системи

Робота системи контролю мікроклімату акваріума життєво важлива для забезпечення здоров'я і комфорту риб та інших мешканців.

Нижче наведено деякі рекомендації щодо ефективного управління системою мікрокліматом у акваріумі:

- потрібно забезпечити у акваріумі природне освітлення або використовувати штучне;

- регулярно чистити акваріум, щоб уникнути накопичення забруднень;
- виміряти рівень рН амонію, нітритів, селітри та води;
- постійно міняти воду, щоб уникнути надлишку шкідливих речовин;
- підтримувати вентиляцію в акваріумі;
- дотримуватися регулярного режиму годування;
- видаляти залишки корму, щоб уникнути забруднення води;
- регулярно стежити за поведінкою та змінами риб в акваріумі.

Для того, щоб уберегти себе від нещасного випадку необхідно дотримуватись наступних правил з техніки безпеки:

- якщо акваріум підтікає, треба негайно вимкнути його з мережі;
- не використовувати пристрій з пошкодженим шнуром або вишкою, а також якщо воно не працює належним чином, після падіння або іншого пошкодження;
- щоб уникнути нещасних випадків, не торкатися терморегуляторів, рефлекторів, лампочок і подібних гарячих або рухомих частин;
- перед додаванням або вилученням деталей з акваріума або чищенням відключити прилад від розетки, щоб витягнути вишкоу з розетки, не тягнути за шнур, треба взяти безпосередньо за вишкоу і вишнати її з розетки;
- не використовувати акваріум для будь-яких інших цілей, використання пристрою, не рекомендованого розробником, порушує режим безпеки;
- не зберігати і не використовувати систему у тих місцях, де температура може бути нижчою за температуру замерзання води;
- переконатися в тому числі, що всі пристрої щільно закріплені всередині акваріума до того, як приступили до його експлуатації;
- прочитати та уважно розглянути всі інструкції до всіх пристроїв до акваріуму;
- використовувати тільки ті шнури, характеристики яких відповідають необхідному струму і напрузі, якщо застосовувати шнур, розрахований на менший струм і напругу, він може перегрітися;

– не використовувати подовжувач, якщо штепсель не може бути повністю вставлений, якщо виникли проблеми з штепселем в розетку, не намагатися замінити штепсель;

Завжди слід пам'ятати, що кожен акваріум унікальний, і його екосистему необхідно адаптувати до конкретних умов і потреб риб і рослин. Підтримка стабільності всіх параметрів допоможе створити здорову і комфортне середовище акваріума.

ВИСНОВКИ

У даній роботі виконано огляд, аналіз та порівняння існуючих систем контролю мікроклімату акваріуму. За результатами аналізу визначено основні критерії для побудови системи такого типу, представлено перелік ключових елементів контролю та управління для підтримки необхідних параметрів середовища.

На основі отриманих висновків розроблено структуру системи контролю мікроклімату, її принципову схему, проведено розрахунки основних електричних параметрів цієї схеми. Також запропоновано алгоритм її функціонування, реалізацію якого покладено на мікроконтролер, який є керуючим вузлом системи.

В ході проектування був обраний оптимальний набір електронних компонентів, що забезпечує надійність та довговічність кінцевого продукту.

Розроблена система керування мікрокліматом акваріума характеризується високою продуктивністю, енергоефективністю та функціональністю.

Таким чином, всі поставлені задачі кваліфікаційної роботи виконано в повній мірі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1) Збалансований мікроклімат акваріума. URL: <https://lemurr.com/>
- 2) Види та характеристики акваріумів. URL: <https://tetra.org/>
- 3) Опис і функції обігрівачів і термостатів. URL: <https://davga.ua/>
- 4) Призначення фільтраційних систем в акваріумі. URL:
<https://studbooks.ua/>
- 5) Подача Co2 в акваріум. URL: <https://aquasmile.ua/>
- 6) Вимірювальні перетворювачі. URL: <https://coreak.org/>
- 7) Датчик вимірювання рівню солі в акваріумах. URL:
<https://smartmaik.org/>
- 8) Датчик температури для акваріума. URL: <https://piramida.ua/>
- 9) Опис та призначення датчика освітлення в акваріумі. URL:
<https://ledopt.ua/>
- 10) Фільтрація води в акваріумі. URL: <https://aquamir.ua/>
- 11) Призначення пристроїв для акваріума. URL: <https://solarmaster.org/> 12)
- 12) Вода для акваріума: особливості та рішення. URL:
<https://ecosoftmarket.ua/>