

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій  
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

### Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
Система автоматизованої годівниці для домашніх тварин

Виконав:

студент 3 (прискореного) курсу, групи  
АКТСІу-21-1

Водянов А.А.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 151 Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма Системна інженерія

(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Цимбал О.М.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускаю до захисту.

Завідувач кафедри

(підпис)

Невлюдов І. Ш.

(прізвище, ініціали)

2024 р.

## ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет АКТ  
Кафедра КІТАР  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
Тип програми Освітньо-професійна  
Освітня програма Системна інженерія  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КІТАР \_\_\_\_\_

(підпис)

« 08 » квітня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові Водянов Андрій Андрійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система автоматизованої годівниці для домашніх тварин  
Затверджена наказом по університету від 20.05.2024 р. № 478 Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 21.06.2024 р.
3. Вихідні дані до роботи Інформація щодо моделей оцінки якості характеристик платформ для дозації гранул та рідин; схеми апаратної частини; програмний код системи  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_
  - 4.1 Вступ, актуальності роботи;
  - 4.2 Визначення мети, предмету та об'єкту розробки;
  - 4.3 Аналіз сучасного стану автоматизованих годівниць;
  - 4.4 Аналіз сучасного стану автоматизованих фонтанів;
  - 4.5 Моделювання системи автоматизованої годівниці;
  - 4.6 Вибір апаратної частини для системи;
  - 4.7 Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій

Графічний матеріал у вигляді презентації – 16 арк. ф. А 4

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Актуальність роботи, постановка задачі	26.04.24 – 28.04.24	виконано
2	Визначення мети, предмету та об'єкту розробки	01.05.24 – 06.05.24	виконано
3	Аналіз літературних джерел. Аналіз існуючих конструкцій	09.05.24 – 13.05.24	виконано
4	Аналіз існуючих рішень оцінки якості характеристик	15.05.24 – 22.05.24	виконано
5	Розробка конструкції автоматизованої годівниці та фонтану	26.05.24 – 30.05.24	виконано
6	Розробка програмної частини автоматизованої годівниці та фонтану	31.05.24 – 04.06.24	виконано
7	Подання роботи на перевірку автоматизованою системою щодо дотримання академічної доброчесності	05.06.24 – 09.06.24	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки	10.06.24 – 13.06.24	виконано
9	Подання роботи на рецензію	14.06.24 – 16.06.24	виконано
10	Подання роботи на підпис зав. кафедри	17.06.24 – 20.06.24	виконано
11	Подання кваліфікаційної роботи в ЕК	21.06.2024	виконано

Дата видачі завдання 24.05.2024 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ Водянов А.А.

\_\_\_\_\_ проф. Цимбал О.М.  
(посада, прізвище, ініціали)

Я, як студент ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

01.06.2024

Водянов А.А

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 79 с, 2 табл., 27 рис, 1 дод., 14 джерел(а).

### АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ГОДІВНИЦІ, КЕРУВАННЯ, РОЗПОДІЛ ДОЗУВАННЯ, ARDUINO.

Мета роботи – розробка лабораторного макета автоматизованої годівниці з використанням пристроїв для керування дозування сипучих речовин на базі Arduino UNO.

Об'єкт розробки – процеси керування пристроями дозування.

Предмет розробки – автоматизована система подачі корму та води для домашніх тварин.

У роботі проведено аналіз існуючих автоматизованих годівниць, методи та рішення дозації сипучих гранул та рідини. Розроблено власну автоматизовану систему годівниці для тварин.

## ABSTRACT

Explanatory note: 79 p., 2 tabl., 27pic, 1 applications, 14 sources.

AUTOMATED FEEDER SYSTEM, CONTROL, DISTRIBUTION, DOSING, ARDUINO.

The purpose of the work is to develop a laboratory model of an automated feeder using devices to control the dosing of bulk substances based on Arduino UNO.

The object of development is the processes of controlling dosing devices.

The subject of development is an automated feed and water supply system for domestic animals.

The paper analyzes existing automated feeders, methods and solutions for dosing loose granules and liquid. Our own automated animal feeder system has been developed.

## ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	9
Вступ .....	10
1 Аналіз технічного завдання .....	11
1.1 Аналіз сучасного стану автоматизованих годівниць для домашніх тварин	11
1.1.1 Аналіз реалізації АГ компанії Petoneer, Nutri Mini Feeder 2.6 л.....	12
1.1.2 Аналіз конструкції АГ користувача з Github AlexGyver.....	15
1.2 Аналіз сучасного стану автоматизованих фонтанів для домашніх тварин..	18
1.2.1 Аналіз конструкції АФ компанії Catit «Flower Fountain» 3 л. ....	19
2 Принцип роботи компонентів автоматизованої годівниці і фонтану .....	21
2.1 Живлення та принцип роботи .....	21
2.2 Запуск та зупинка автоматизованої годівниці.....	22
2.3 Помилки автоматизованої годівниці .....	23
3 Проектування автоматизованої годівниці та фонтану .....	25
3.1 Розробка структурної схеми.....	25
3.2 Вибір компонентної бази .....	29
3.2.1 Аналіз характеристик платформи Arduino UNO.....	29
3.2.2 Вибір інфрачервоних датчиків руху.....	33
3.2.3 Вибір сервоприводів.....	35
3.2.4 Вибір датчиків рівня рідини .....	37
3.2.5 Вибір водяних pomp .....	39
3.2.6 Вибір модулів реального часу.....	41
3.2.7 Вибір дисплею .....	42
3.2.8 Вибір модуля заряду.....	44
3.3 Комп'ютерне моделювання системи автоматичного управління .....	46
3.3.1 Модель об'єкта .....	46
3.3.2 Створення системи ПІД регулятора.....	46
3.3.3 Налаштування параметрів ПІД регулятора.....	47

3.3.4	Приклад розрахунку параметрів .....	48
4	Розробка автоматизованої годівниці та фонтану .....	49
4.1	Аналіз застосунку Arduino IDE .....	49
4.2	Реалізація корпусів проекту .....	52
4.2.1	Реалізація корпусу автоматизованої годівниці .....	53
4.2.2	Реалізація корпусу автоматизованого фонтану .....	56
4.3	Реалізація апаратної частини .....	59
4.4	Реалізація програмної частини .....	62
4.5	Охорона праці .....	71
	Висновки .....	73
	Перелік джерел посилання .....	74
	Додаток А Лістинг програми .....	76
	Додаток Б .....	88

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АГ – автоматична годівниця;

АФ – автоматичний фонтан.

КІТАР – комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки;

ПЗ – програмне забезпечення;

ХНУРЕ – Харківський національний університет радіоелектроніки;

## ВСТУП

В сучасному суспільстві, в якому швидкий технологічний прогрес визначає нові стандарти у багатьох сферах, використання автоматизованих рішень у догляді за домашніми улюбленцями стає нагальною потребою. Цей дипломний проект спрямований на розробку і вдосконалення пристроїв, які максимально оптимізують процес годування та забезпечення водою для домашніх тварин.

Виробнича практика дає практичні навички та розуміння суті роботи обладнання, розробки та прийняття рішень майбутньому спеціалісту на підприємстві. Виробнича практика проводилась на кафедрі комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки Харківського національного університету радіоелектроніки.

Мета роботи – розробка лабораторного макета автоматизованої годівниці з використанням пристроїв для керування дозування сипучих речовин на базі Arduino UNO.

Об'єкт розробки – процеси керування пристроями дозування.

Предмет розробки – автоматизована система подачі корму та води для домашніх тварин.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз існуючих систем автоматизованих годівниць та фонтанів;
- розробити структурну схему макету;
- провести підбір елементної бази;
- оформити кваліфікаційну роботу згідно ДСТУ 3008:2015 [1], а також з методичними вказівками [2].

## 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

### 1.1 Аналіз сучасного стану автоматизованих годівниць для домашніх тварин

Автоматизовані годівниці (АГ) для домашніх тварин – це спеціально розроблені пристрої, які забезпечують автоматичне подання їжі тваринам у встановлені часи.

АГ для домашніх тварин є результатом синергії досягнень сучасної науки і техніки, а їх створення базується на принципах кібернетики. У сучасному світі зростає попит на автоматизовані засоби догляду за домашніми тваринами, які забезпечують комфорт і безпеку, а також годування.

Конструктивно годівниця складається з основного виконавчого механізму - механізму подачі корму з маніпуляторами для точної подачі корму, та програмного забезпечення, яке керує рухами і функціями пристрою.

Автоматичні годівниці для домашніх тварин розробляються компаніями, що спеціалізуються на виробництві автоматизованих систем догляду за тваринами. Одними з найвідоміших компаній у цій галузі є: PetSafe, SureFeed, Cat Mate, Feeder-Robot, Petoneer та Petnet. Це свідчить про те, що сучасний ринок пропонує різні моделі годівниць з різними сильними і слабкими сторонами, що відповідають потребам різних категорій споживачів.

Давайте розглянемо детальний аналіз їх структури та типову схему:

- контейнер для їжі: резервуар, де зберігається корм для тварин. Він може бути виготовлений з пластику, металу або кераміки;
- механізм подачі їжі: механізм використовується для подачі їжі з контейнера в миску для тварин. Він може бути механічним або електричним;
- таймер: використовується для налаштування часу годування тварин;

- миска для їжі: миска, в яку подається їжа з механізму подачі;
- джерело живлення: може бути батарея або адаптер змінного струму або сонячна панель.

Деякі авто-годовниці для домашніх тварин мають додаткові функції, такі як:

- відділення для ласощів: цей відсік використовується для подачі ласощів тваринам протягом дня;
- звуковий сигнал: коли спрацьовує таймер окрім подачі корму, запускається заздалегідь записаний звуковий сигнал господарем, яким, зазвичай, господар кличе улюбленця щоб покормити;
- камера: камера встановлена у годівницю та дозволяє переглянути що відбувається навколо годівниці, подивитись як ласує тваринка;
- з'єднання Wi-Fi: да функція дозволяє вам під'єднатись до АГ та налаштувати її на ваш розсуд (кількість виданого корму, кількість порцій на день, звуковий сигнал тощо).

Було розглянути декілька комерційних та некомерційних АГ для вивчення принципу їхньої роботи, використаних компонентів та матеріалів під час розробки.

Раніше було згадано про комерційні компанії, які виготовляють АГ, пропоную переглянути декілька з них.

#### 1.1.1 Аналіз реалізації АГ компанії Petoneer, Nutri Mini Feeder 2.6 л

АГ компанії Petoneer (рис. 1.1) має такі характеристики:

- вага 1.55 кг;
- колір: білий;
- матеріал: ABS;
- розміри: 191x191x315 мм;
- об'єм контейнера: 2.6 л;

- споживча потужність: 2.5 Вт;
- живлення: від акумулятора, постійного струму 12В.



Рисунок 1.1 – АГ компанії Petoneer

Корпус годівниці розбірний для того, щоб її легше було розібрати та помити, складається з декількох частин (рис 1.2):

- кришка;
- контейнеру для корму;
- основна частина з мотором, мікроконтролером та розподільним механізмом;
- миска для корму.



Рисунок 1.2 – Частини АГ Petoneer.

Розподільний механізм в даній АГ використовує два гвинта, один виконує роль розподілу порцій корму другий – допоміжний, який не дає корму застрягати в лопатях гвинта першого. На рисунку 1.3 зображено розподільний механізм АГ Petoneer:

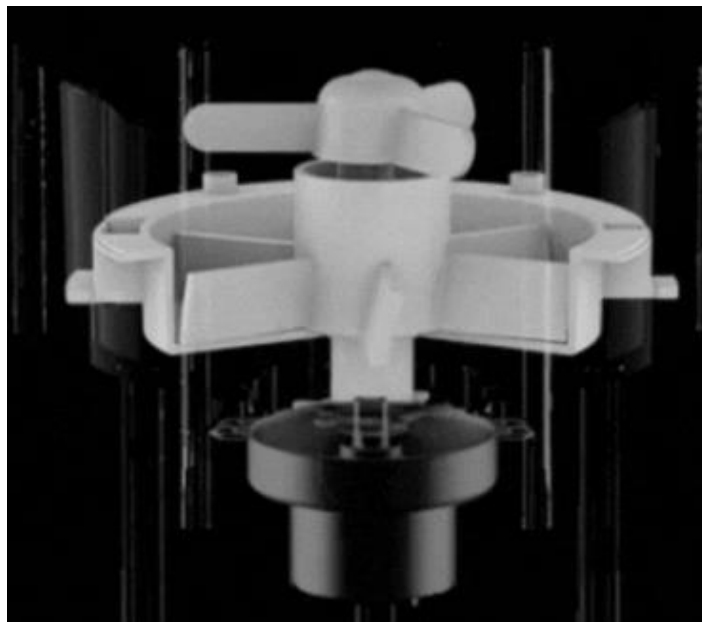


Рисунок 1.3 – Розподільний механізм АГ Petoneer

#### 1.1.2 Аналіз конструкції АГ користувача з Github AlexGyver.

В даній реалізації автоматичної годівниці використовується кроковий двигун замість сервомотору та шнек (рис 1.4). Як і з попереднім варіантом реалізації АГ Petoneer, корпус поділяється на декілька частин: контейнер для корму, блок з всією електронікою та розподільчий механізм. Характеристики цієї годівниці розробник не надав, тому неможливо провести порівняння з Petoneer.



Рисунок 1.4 – АГ користувача з Github AlexGyver

Блок з електронними компонентами включає:

- Arduino Nano;
- кроковий мотор NEMA 17;
- драйвер MX1508;
- модуль реального часу DS3231.

Основною складовою розподільчого механізму є шнек, який під час обертання подає необхідну кількість корму, яка була вказана в прошивці Arduino. Так як механізм шнеку має недолік під час транспортування габаритних твердих тіл – тверде тіло може застрягти між частиною шнеку та розподільною трубою, був обраний кроковий мотор для обертання шнеку (рис 1.5). Розробником був створений алгоритм обертання шнеку з невеликою вібрацією, тим самим не даючи корму застрягати між шнеком та розподільною трубою. Вібрація відбувається за рахунок відношення 3:1, де 3 – кількість кроків мотору по часовій стрілці, 1 – кількість кроків мотору проти часовій стрілці.



Рисунок 1.5 – Механізм розподілу корму

## 1.2 Аналіз сучасного стану автоматизованих фонтанів для домашніх тварин

Автоматизовані фонтани (АФ) для домашніх тварин – це інноваційні пристрої, призначені для забезпечення постійного доступу до прісної води для тварин. Вони використовуються для забезпечення гідної гігієни та здоров'я домашніх улюбленців, надаючи їм можливість пити воду зручно і безперервно.

Основна перевага автоматичних фонтанів полягає в тому, що вода в них постійно циркулює, що запобігає стоячій воді та розвитку бактерій. Це забезпечує тваринам чисту та свіжу воду, що особливо важливо для їх здоров'я.

Кішкам більше подобається пити з автоматичних фонтанів через кілька причин. Рухома вода, яка створюється потоком фонтану, може бути привабливою для кішок і викликати їхні природні інстинкти полювання [5]. Автоматичні фонтани для домашніх тварин – це не лише зручний інструмент для власників у догляді за своїми улюбленцями, але й джерело здорової та привабливої води для тварин, що допомагає забезпечити їхній комфорт та благополуччя.

Перелік основних компонентів фонтану для домашніх тварин:

- резервуар для води: контейнер великої ємності для зберігання води, для подальшого використання;
- резервуар для накопичення води: невеличка миска, в яку ллється вода, з якої тварина може пити;
- помпа: відповідає за циркуляцію води в системі, створюючи потік води для тварини;
- фільтр: забезпечує очищення води від бруду, залишків їжі та бактерій, забезпечуючи свіжу та чисту воду;
- інфрачервоний датчик руху: ініціює запуск циркуляції води, коли тварина підходить до пристрою.

– компоненти керування: включають в себе електронну систему керування, яка регулює роботу насосу, контролює рівень води та може мати функції таймера або індикатора заповнення.

Виробниками автоматичних фонтанів є такі бренди:

– PetSafe Drinkwell: Відомий бренд, що спеціалізується на виробництві автоматичних фонтанів для домашніх тварин з різноманітними моделями та функціями.

– Catit: Інший популярний виробник фонтанів для котів та інших домашніх тварин, який відомий своїми стильними та ергономічними дизайнами.

– Petmate: Ця компанія виробляє автоматичні фонтани різних розмірів і конфігурацій, відповідаючи різним потребам та типам тварин.

### 1.2.1 Аналіз конструкції АФ компанії Catit «Flower Fountain» 3 л.

Даний варіант автоматизованого фонтану пропонує формфактор без додаткового накопичувального резервуару з водою аргументуючи це тим, щоб тварина мала завжди доступ до свіжої, чистої води. Дана поїлка розроблена з налаштуванням потоку води: легкий, вируючий та спокійний. На рисунку 1.6 зображено налаштування всіх режимів потоку.



Рисунок 1.6 – Три рівні налаштування потоку води.

Без додаткового резервуару, вода з фонтану одразу спускається вниз, до фільтрів, а далі до основного резервуару з помпою, тим самим роблячи постійну циркуляцію води задля того, щоб вода не застоювалась та не починала «цвісти»[6]. На рисунку 1.7 зображена повний цикл циркуляції води у АФ.

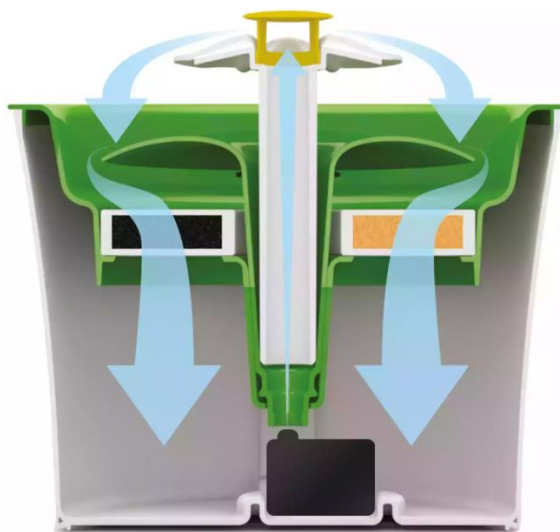


Рисунок 1.7 – Циркуляція води в АФ компанії Catit «Flower Fountain» 3 л

## 2 ПРИНЦИП РОБОТИ КОМПОНЕНТІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ГОДІВНИЦІ І ФОНТАНУ

### 2.1 Живлення та принцип роботи

Автоматична годівниця для домашніх тварин – це сучасний пристрій, призначений для автоматичного годування тварин без постійного втручання людини. Це інтегрована система, що складається з декількох основних компонентів: механізму подачі корму, датчиків ідентифікації тварин, програмного забезпечення для управління процесом годування і резервуара для зберігання корму. Основна мета таких годівниць – забезпечити регулярне і контрольоване годування тварини відповідно до індивідуальних потреб.

Автоматизовані годівниці є важливим кроком у напрямку інноваційного розвитку сільського господарства, сприяючи підвищенню продуктивності та поліпшенню умов утримання тварин. Вони дозволяють зменшити витрати часу та праці на годування, забезпечують точність у подачі корму та допомагають підтримувати здоров'я тварин на високому рівні

Основним джерелом живлення для автоматизованої годівниці є блок живлення та керування. Цей блок живлення відповідає за постачання електроенергії до різних частин годівниці. Пристрої які потребують електроенергії в системі:

- сервомотор для керування заслонкою;
- помпа для подачі води;
- датчик рівня води;
- модуль реального часу;
- OLED-дисплей;
- інфрачервоний датчик руху.

Джерелом живлення всієї системи буде 9 літєвих акумуляторів 3.7В, які будуть під'єднані до зарядного модулю, який буде постійно підзаряджати акумулятори. До модулю заряду будуть припаяні два підвищуючих перетворювача – один буде використано для роботи водяної помпи, а інший для буде під'єднаний до головного блоку управління. Всі інші елементи системи такі як: датчик руху, датчик рівня води, дисплей і тд будуть під'єднані до блоку управління і будуть живитись від нього.

В цілому, принцип подачі автоматизованих годівниць має вирішальне значення для забезпечення безперебійної та ефективної роботи. Потужність, що подається на різні компоненти системи, дозволяє їм виконувати свої функції в зручний час і з високою точністю. Такий підхід до годівлі допомагає підтримувати оптимальний рівень продуктивності, забезпечує безперебійну роботу годівниці, яка, в свою чергу, забезпечує тварину кормом.

## 2.2 Запуск та зупинка автоматизованої годівниці

Запуск та зупинка автоматизованої годівниці – важливий етап роботи, організований через спеціальний інтерфейс для взаємодії з системою. Система буде оснащена двома типами кнопок: аварійна та системна.

Аварійна кнопка слугує для негайного припинення роботи годівниці у разі виникнення небезпеки, наприклад, несправності механізму. Вона буде розміщена на видному та легкодоступному місці.

Системна кнопка буде використовуватись для стандартного запуску та зупинки роботи конструкції не порушуючи основний цикл відповідно до запрограмованого розкладу або ручного керування. Вона буде розміщена на панелі керування годівниці та буде інтегрована з дисплеєм – на дисплеї буде відображатись інформація про поточний стан.

Важливо чітко розрізняти ці кнопки, щоб уникнути випадкового зупинки або запуску годівниці. Аварійна кнопка використовується лише у разі виникнення небезпеки, а системна – для запланованої зупинки. Коли користувач буде готовий запустити систему, він вставить блок живлення у розетку змінного струму, натиснути кнопку перевірить стан аварійної кнопки – вона повинна бути в положенні “Вкл”. Це запустить завантаження всієї системи і перевірить працездатність всіх частин системи. Після запуску перевіряється постійна пам'ять блоку управління, і якщо в пам'яті немає налаштувань, на екрані відображається інформація про необхідність налаштування розкладу прийому їжі і необхідності введення грамів та налаштування часу. Якщо є всі необхідні налаштування – встановлений час, об'єм корму та графік годівлі то блок управління почне роботу над основним циклом програми.

При необхідності система може бути зупинена в будь-який час за допомогою кнопки "Стоп" на корпусі пристрою подачі. При натисканні цієї кнопки з'являється сигнал про відключення або відключення джерела живлення від зовнішнього навантаження, щоб зупинити всі операції автоматичного пристрою подачі. Всі модулі це необхідно для герметизації резервуара для подачі, щоб подача не падала, коли система вимкнена, коли система починає вимикатися.

### 2.3 Помилки автоматизованої годівниці

Під час роботи автоматизованої годівниці можуть виникнути різноманітні помилки, які можуть вплинути на її ефективність та безпеку. Перша категорія помилок включає ситуації коли прилад перестав заряджатися від змінного струму та працює тільки на резервному живленні (аккумуляторні батарея) та рівень заряду батареї падає до мінімального. На цей випадок блок керування відкриває заслонку подачі корму та залишає в такому стані. Програмний модуль керування годівницею

вимикається і залишається працювати тільки модуль фонтану але якщо рівень заряду впаде до 0 – в конструкції фонтану передбачений невеликий резервний резервуар з водою, якої може вистачити на декілька днів.

Друга категорія помилок включає всі інші проблеми, які можуть виникнути внаслідок роботи системи, такі як несправність обладнання, збій програмного забезпечення або неправильне виконання алгоритму. У таких випадках система повинна працювати, щоб автоматично виявити та усунути проблему. При виникненні такої проблеми на корпусі системи, загориться світлодіод який буде інформувати про помилку роботи, виведе інформацію на екран і по можливості, система виконає всі ті дії, які були описані в першій категорій категорії помилки.

Усунення несправностей важливо для забезпечення правильної роботи системи. Швидке реагування на помилки та їх усунення допоможе забезпечити ефективно використання ресурсів. Такий підхід забезпечує безперебійну роботу конвеєрної системи і дозволяє підтримувати оптимальний рівень продуктивності в складських приміщеннях.

## 3 ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ГОДІВНИЦІ ТА ФОНТАНУ

### 3.1 Розробка структурної схеми

Структурна схема – це графічне зображення, яке відображає компоненти та взаємозв'язки системи та допомагає в проектуванні та розробці, що необхідно для кращого розуміння та аналізу того, як працює система або наскільки складні її частини. виявлення та усунення потенційних проблем, а також нових систем. проблема. Створення блок-схеми є важливим кроком на ранніх етапах розробки технічної або програмної системи, коли необхідно визначити основні компоненти та їх взаємодії. Це дозволяє розробникам та інженерам ефективніше планувати, спілкуватися та координувати діяльність. Нижче буде продемонстровано декілька схем, які будуть поступово показувати детальну будову, використані модуль

На рисунку 3.1 зображено загальна схема всієї системи, яка поділена на міні-модулі.

Частина «Живлення» слугує для безперебійного живлення електроенергією всього комплексу.

Блок керування потрібен для керування всіма компонентами ПЗ. Тут знаходиться програма, яка буде зберігати в собі необхідні дані для роботи АГ та АФ, такі як параметри конфігурації, параметри користувацьких налаштувань, налаштування пінів і тд.

Модуль годівниці – це елемент системи, який відповідає за керування контейнером для їжі та інформування користувача про поточний стан роботи системи в цілому.

Модуль фонтану – це елемент системи, який відповідає за подачу води та зберігання її для подальшого дозування. Відповідна схема показана на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Структурна схема системи першого рівня.

На рис. 3.2 показана схема дека, що відображає взаємозв'язки між різними компонентами системи. Струм від джерела живлення подається на до зарядного пристрою, який передає її до акумулятора. Акумулятор акумулює енергію для використання в майбутньому. Два регульованих каскадних перетворювача напруги підключені до акумулятора: один підключений до блоку управління, а інший – до модуля фонтану. Блок управління отримує енергію від перетворювача напруги і управляє роботою системи, зокрема модуля подачі. Модуль фонтану отримує енергію від перетворювача напруги.

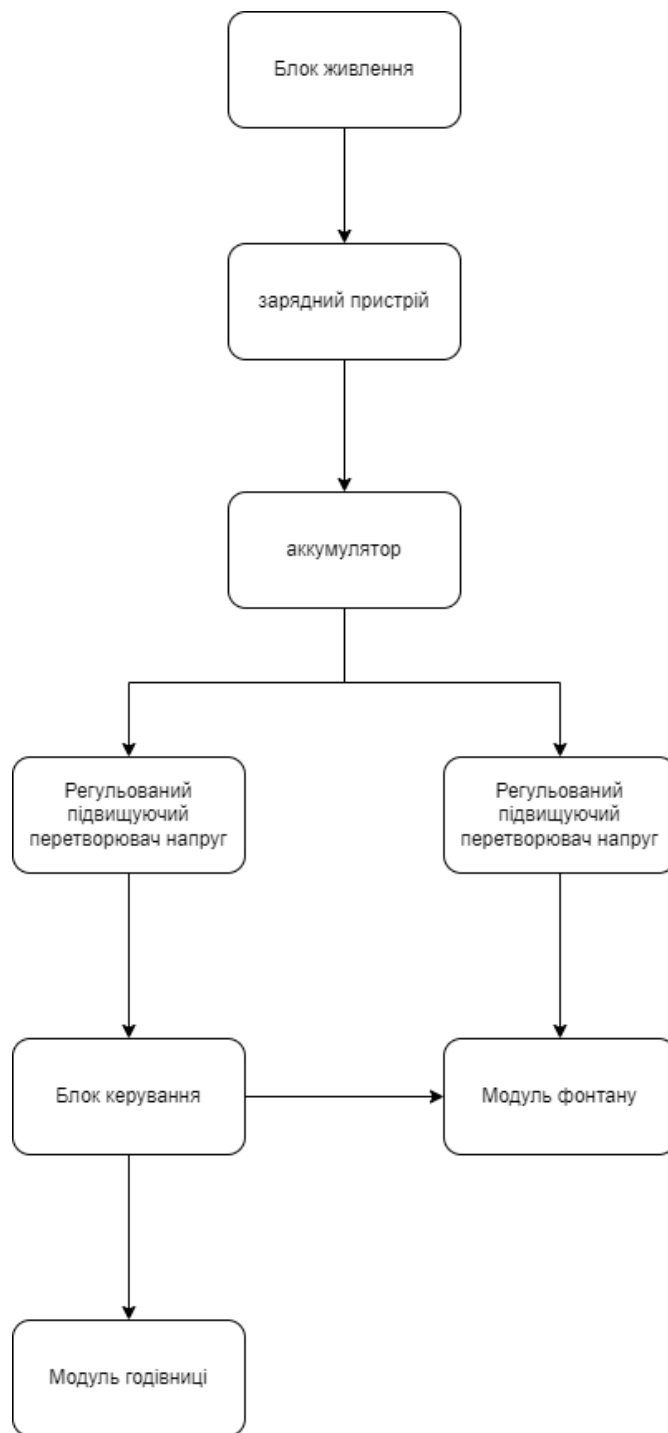


Рисунок 3.2 – Структурна схема з детальним відображенням блоку живлення

На рис. 3.3 представлена розширена структурна схема системи. Від блоку живлення енергія надходить до зарядного пристрою, який передає її до акумулятора. Акумулятор зберігає енергію для подальшого використання. Від акумулятора відходять два регульовані підвищуючі перетворювачі напруги: один підключений до блоку керування, інший - до модуля фонтану. Блок керування, що включає Arduino UNO, отримує енергію від перетворювача напруги і керує роботою системи за допомогою програми керування. Модуль годівниці (АГ) включає сервопривід і модуль реального часу, які також отримують команди від Arduino UNO. Модуль фонтану (АФ) містить інфрачервоний датчик руху, датчики рівня рідини, Mosfet і помпу, які керуються через блок керування. Таким чином, схема демонструє послідовність перетворення та передачі енергії від джерела живлення через зарядний пристрій до акумулятора, з якого енергія розподіляється між блоком керування, модулями годівниці та фонтану через відповідні перетворювачі напруги, з контролем і керуванням за допомогою Arduino UNO.

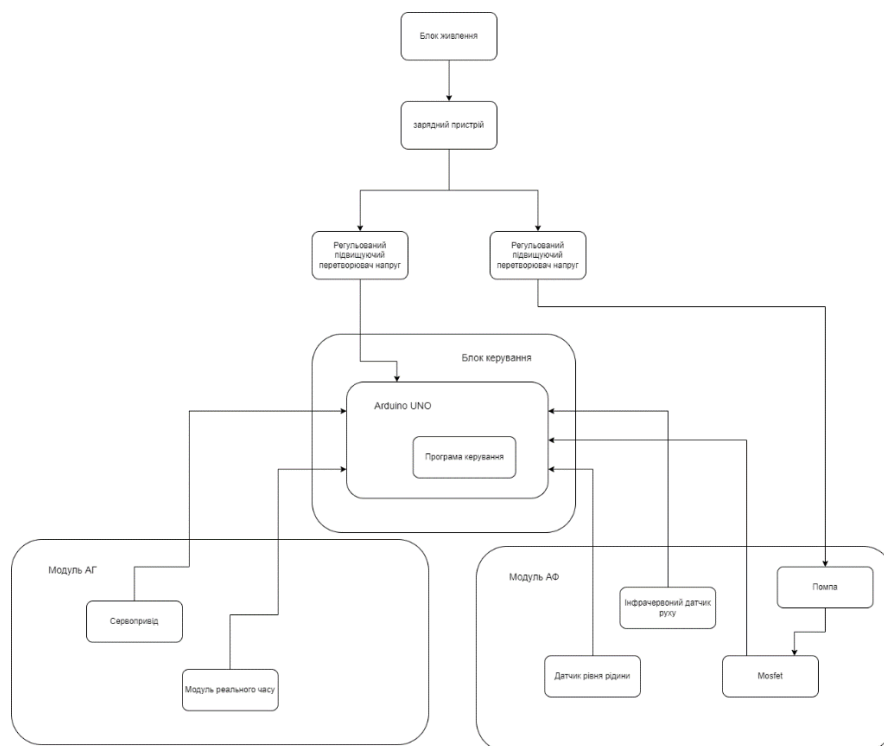


Рисунок 3.3 – Структурна схема автоматичної годівниці та фонтану.

Основна платформа для автоматизації була обрана Arduino UNO на мікроконтролері ATmega328. Чому саме ця платформа, бо вона має відносно низьку вартість [11], велике ком'юніті, безліч ресурсів для ознайомлення та книг.

Також в реалізації буде використовуватись модулі:

- інфрачервоний датчик руху HC-SR505, ціль якого буде зафіксувати наближення тварини до автоматизованого фонтану;
- датчик рівня рідини, ціль якого, буде інформувати про рівень води у основному резервуарі і у випадку недостатнього рівня, блокувати роботу помпи;
- твердотільне реле на базі G3MB-202P. High level реле, для керування помпою;
- помпа RS-360SH – саме дана помпа буде виконувати циркуляцію в фонтані;
- сервопривід Futaba S3003 – необхідний для відкриття заслінки контейнеру з кормом для подачі порції;
- Real Time Clock Модуль на DS3231SN – необхідний для отримання поточного часу.

## 3.2 Вибір компонентної бази

### 3.2.1 Аналіз характеристик платформи Arduino UNO

Щоб приступити до розробки макета, необхідно визначитися з компонентами, з яких він складається. Першим кроком є вибір платформи, яка буде керувати логікою маніпулятора. Для цього проекту буде використовуватися плата Arduino UNO R3, яка базується на мікроконтролері ATmega328 (рис. 3.4).

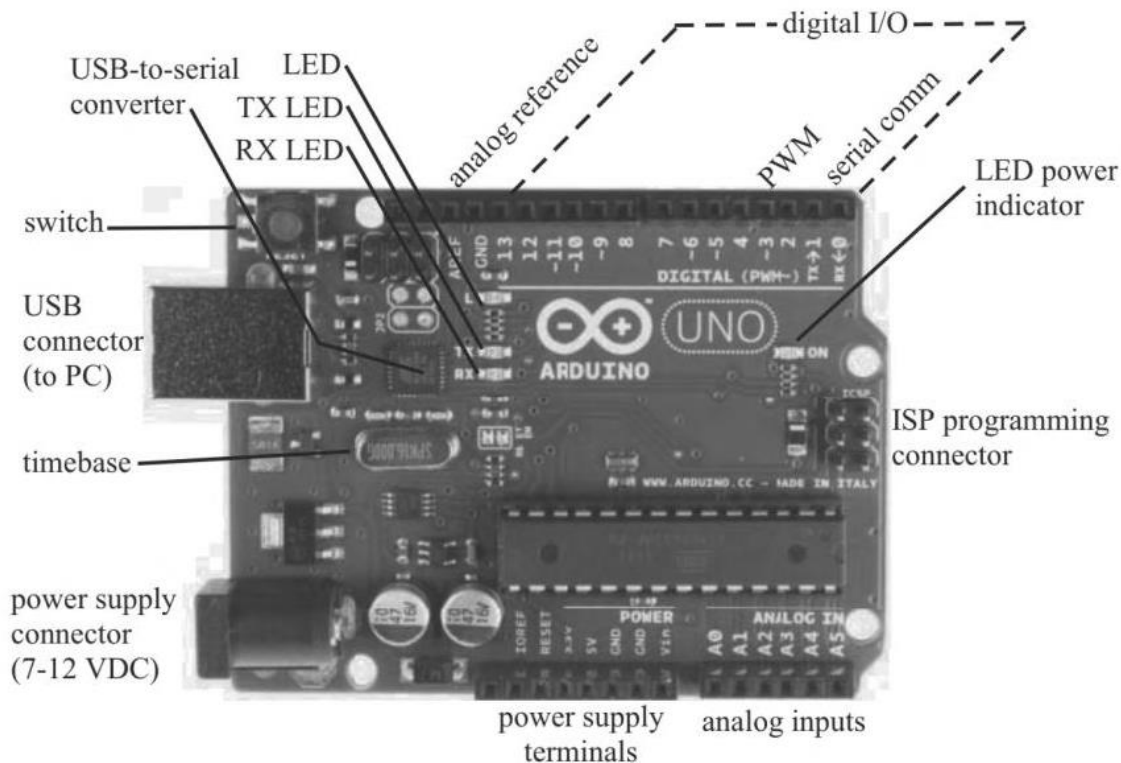


Рисунок 3.4 – Arduino Uno R3 [8]

Плата Arduino UNO R3 має 14 цифрових входів і виходів, шість з яких можна використовувати як ШІМ-виходи. Вона також має шість аналогових входів, кварцовий генератор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм ICSP і кнопку скидання. Щоб використовувати плату, її потрібно підключити до комп'ютера за допомогою USB-кабелю або жити за допомогою адаптера змінного/постійного струму чи акумулятора.

Для живлення плати підключіть її до комп'ютера за допомогою кабелю USB Type B або використовуйте низькоімпульсний блок живлення від 6 В до 20 В.

Основні технічні характеристики плати Arduino UNO R3 подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики платформи Arduino UNO [7]

Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Вхідна напруга (рекомендована)	від 7В до 12В
Вхідна напруга (гранична)	від 6В до 20В
Цифрові входи/виходи	14 (6 з яких можуть використовуватись як виходи для ШІМ)
Аналогові входи	6
Постійний струм через вхід/вихід	40мА
Постійний струм для вивода 3.3 В	50мА
Флеш-пам'ять	32Кб (ATmega328) із яких 0.5Кб використовуються для завантажувача
ОЗУ	2Кб (ATmega328)
EEPROM	1Кб (ATmega328)
Тактова частота	16МГц
Розміри плати	50,80мм x 66,04мм

Arduino UNO R3-це доступна і недорога платформа в порівнянні з іншими подібними пристроями. Вона підтримує інтерфейс I2C, який дозволяє підключати до неї різні датчики та інші компоненти. Крім того, Arduino IDE - це зручне та безкоштовне середовище розробки, яке використовується для програмування платформи Arduino. Модульна конструкція Arduino UNO R3 дозволяє підключати різні компоненти без пайки. Існує широкий спектр додаткових компонентів, сумісних з Arduino UNO R3, таких як датчики, серводвигуни та модулі розширення. Багато бібліотек полегшують роботу з платами розширення та компонентами Arduino UNO R3. Платформа також споживає дуже мало енергії, що робить її ідеальною для проектів на батарейках. Крім того, Arduino UNO R3 точно контролює час і тривалість сигналу.

На рисунку 3.5 зображено розпіновку ATmega328.

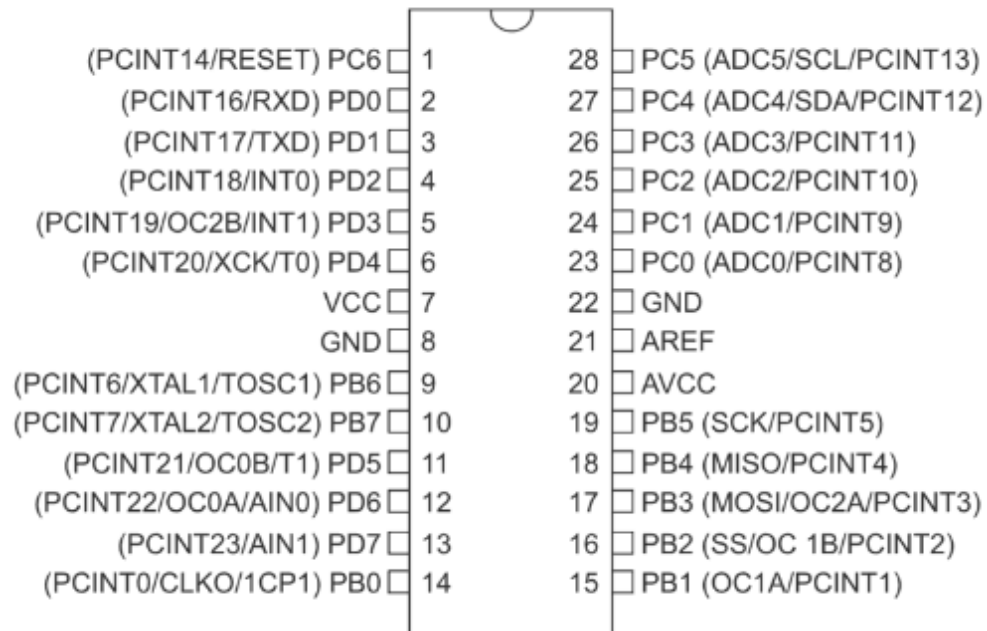


Рисунок 3.5 – Розпіновка ATmega328 [8]

### 3.2.2 Вибір інфрачервоних датчиків руху

Існує два види датчиків, які дозволяють уловлювати рухи, ці два види датчиків було порівняно та обрано для подальшого аналізу і підбору саме конкретного сенсору.

Інфрачервоний (ІЧ) датчик руху та ультразвуковий датчик руху мають різні принципи роботи, переваги, недоліки та сфери застосування. ІЧ датчики виявляють зміни в тепловому випромінюванні, чутливі до інфрачервоного світла, яке випромінюють теплі об'єкти, такі як людське тіло. Вони енергозберігаючі, чутливі, недорогі та прості у використанні, але мають обмежену дальність, можуть бути піддані впливу навколишньої температури та погодних умов, а також мають мертві зони. Їх використовують у системах охоронної сигналізації, автоматичному вмиканні/вимиканні освітлення, розумних будинках та системах вентиляції та опалення. Ультразвукові датчики руху використовують високочастотні звукові хвилі для виявлення руху, випромінюючи ультразвукові сигнали і вимірюючи час, за який ці сигнали повертаються після відбиття від об'єктів. Вони мають велику дальність, не чутливі до рівня освітлення, охоплюють великі площі, але споживають більше енергії, можуть піддаватися впливу інших ультразвукових джерел і зазвичай дорожчі. Їх використовують для автоматичного відкривання дверей, у системах паркування, промислових додатках для контролю наявності об'єктів на конвеєрах та в розумних системах контролю в офісах і торгових центрах.

Вибір детектору руху припав до ІЧ датчику, так як:

- система повинна бути енергоефективною;
- ідеальна точність не потрібна;
- в пріоритеті, підібрати бюджетні компоненти;
- використовує лише один цифровий пін Arduino.

Датчик руху HC-SR505 – це мініатюрний датчик, який використовується для виявлення руху на основі інфрачервоного випромінювання (рис 3.6). Датчик широко використовується в системах безпеки, автоматизації освітлення та інших проектах, де необхідно виявляти присутність або рух об'єктів.

HC-SR505 працює за принципом пасивного інфрачервоного (PIR) датчика, який виявляє зміни в інфрачервоному випромінюванні, що випромінюється об'єктом при температурі, відмінній від температури навколишнього середовища. Коли людина або інший гарячий предмет потрапляє в зону виявлення датчика, він реєструє зміну інфрачервоного випромінювання для генерації сигналу.

HC-SR505 відрізняється компактними розмірами і простотою підключення. Він працює на напрузі від 4,5 до 20 вольт і має дуже низьке енергоспоживання, що робить його ідеальним для портативних пристроїв та енергозберігаючих систем. Час відгуку датчика становить близько 8 секунд, і він може швидко реагувати на зміни в області виявлення.



Рисунок 3.6 – ІЧ-датчик руху HC-SR505

Датчик HC-SR505 дуже чутливий і може виявляти рух на відстані до 3 метрів. Завдяки простому інтерфейсу він легко інтегрується з мікроконтролерами, такими як Arduino. Для підключення до Arduino досить підключити 3 Контакти: джерело живлення (VCC), заземлення (GND) і вихідний сигнал (вихід).

HC-SR505 зазвичай використовується в системах безпеки для виявлення присутності людей у приміщенні або на вулиці. Він також знаходить енергозберігаючі застосування в автоматизованих системах освітлення, де світло включається при виявленні руху. Інші можливі програми включають інтерактивні колоди, робототехніку та пристрої Інтернету речей (IoT).

Завдяки своїй надійності, простоті використання і низькій вартості датчик руху HC-SR505 є популярним вибором для різних проектів, що вимагають виявлення руху.

### 3.2.3 Вибір сервоприводів

Сервопривід для Arduino широко використовується в різних проектах, що вимагають точного управління рухом. Це електромеханічні пристрої, які забезпечують точне позиціонування валів під певними кутами, що робить їх ідеальними для робототехніки, автоматизації та різних інтерактивних проектів. Найпоширенішими є стандартні сервоприводи, такі як SG90 і MG996R. SG90 - це невеликий, легкий і недорогий сервопривід, який забезпечує кут повороту до 180 градусів і часто використовується в освітніх проектах, невеликих роботах та інтерактивних механізмах. MG996R-це більш потужний сервопривід з металевими шестернями, що забезпечують більшу точність і потужність, що підходить для більш складних завдань, таких як управління роботами-маніпуляторами або великими моделями.

Наприклад, мікросервіси, такі як SG90, використовуються в моделях літаків, на невеликих роботах і в автоматичних дверях, де потрібні компактність і мала

вага. Вони ідеально підходять для проектів з обмеженим простором або вагою, але при цьому забезпечують достатню потужність і точність для більшості аматорських застосувань.

Більші та потужніші серводвигуни, такі як HS-422 або HS-645mg, використовуються в проектах, де потрібні значні зусилля та більший опір навантаженню. Вони мають високий крутний момент і зазвичай використовуються в промислових автоматизованих системах, великомасштабних роботах, радіокерованих моделях автомобілів і літаків, а також в пристроях, що вимагають надійного управління в складних умовах.

Спеціальні серводвигуни, такі як серводвигуни безперервної дії, можуть обертатися на 360 градусів, такі як мобільні роботи і конвеєрні системи, які повинні забезпечувати постійний обертальний рух, дозволяючи регулювати швидкість і напрямок обертання, що робить їх корисними в різних механізмах руху.

Для АГ було вибрано сервопривод Futaba S3003 (рис 3.7) з нейлоновими шестернями

Futaba S3003 – це стандартний аналоговий сервопривід, що працює при напрузі від 4,8 до 6,0 В, з максимальним крутним моментом 4,8 В при 3,2 кг-см і 6,0 В при 4,1 кг/см. Його швидкість також залежить від напруги. при 4,8 В становить 60 градусів протягом 0,23 секунди, а при 6,0 В - 60 градусів протягом 0,19 секунди. Ці функції роблять S3003 придатним для багатьох застосувань, включаючи управління кермом, рухомі частини літаків, човни та інші моделі радіокерованих автомобілів.

Сервопривід має пластикові шестерні, які забезпечують достатню потужність для більшості аматорських застосувань. Однак для більш інтенсивних і професійних проектів, де можливі високі навантаження і знос, може знадобитися серводвигун з металевими шестернями. S3003 також оснащений стандартним 3-

дротовим інтерфейсом (сигнальна лінія, блок живлення, заземлення), що робить його сумісним з більшістю приймачів і контролерів, включаючи Arduino.

В цілому, Futaba S3003 – це універсальний і надійний сервопривід, що підходить для самих різних проектів. Поєднання надійності, доступності та простоти використання робить його ідеальним вибором як для ентузіастів, так і для професіоналів у галузі робототехніки та радіокерованих моделей.



Рисунок 3.7 – Сервопривід Futaba S3003

#### 3.2.4 Вибір датчиків рівня рідини

Для визначення рівня води за допомогою Arduino існують різні типи датчиків, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Поплавкові датчики, такі як датчик рівня рідкої води 12V M10, працюють за принципом підняття або опускання поплавця разом з рівнем води шляхом приведення в дію механічного перемикача. Вони прості, надійні та недорогі, але можуть заклинити, якщо у воді є бруд або осад. Ємнісні датчики, такі як безконтактний ємнісний датчик рівня рідини Dfrobot Gravity, вимірюють зміни ємності між електродами без контакту з водою і продовжують термін їх служби, але вони більш складні в налаштуванні і чутливі до зовнішніх факторів. Ультразвукові датчики, такі як HC-SR04, використовують ультразвук для вимірювання відстані до поверхні води,

забезпечуючи високу точність і можливість вимірювання на великих відстанях, але вони можуть бути дорогими і вимагати правильного налаштування. Датчики тиску, такі як датчик тиску MS5803-14BA, можуть вимірювати гідростатичний тиск у воді і забезпечують високу точність вимірювань на великих глибинах, але вимагають калібрування і реагують на зміни температури. Датчики електропровідності, такі як модуль датчика рівня води Arduino, визначають рівень води за провідністю між електродами, які прості у використанні та недорогі, але підходять лише для чистої води і з часом можуть піддаватися корозії.

Аналізуючи ринок сенсорів в Україні, найдешевшим датчиком є датчик провідності T1592 (рис 3.8). До прикладу, датчик рівня води T1592 веб-магазину [1duim.com.ua](http://1duim.com.ua), його ціна 16 грн. [12].



Рисунок 3.8 – Датчик провідності T1592

Сенсор по типу поплавка для рідин (рис 3.9) на сайті Prom.ua продавця «МегаШара» коштує 87.99 грн [13].



Рисунок 3.9 – Датчик рівня води/рідини 52мм поплавець

У варіанті з АФ рідина буде чистою прісною водою, тому використання датчику T1592 буде доречним в цьому проекті.

### 3.2.5 Вибір водяних pomp

Водяні помпи Arduino використовуються в різних проектах, включаючи зрошувальні системи, Акваріуми, фонтани та інші автоматизовані системи водопостачання. Найбільш поширеними є Занурювальні насоси та насоси високого тиску. Занурювальні насоси, такі як міні-Занурювальні насоси DC3-6V, працюють під водою і зазвичай використовуються в невеликих проектах, де потрібен низький тиск і обмежений об'єм води, насоси високого тиску, такі як

мембранні насоси 12 В, можуть створювати більш високі тиску і більш складні системи, де потрібен великий запас води на висоті або на великих відстанях.

Під час розгляду пропозицій на українському ринку серед водяних pomp, знайшов дві моделі, які найбільше підходять для проекту:

- водяний насос помпа 3 – 6В 120л/г (рис 3.10);
- насос-помпа RS-360SH (рис 3.11).

Перший претендент працює від 3 – 6В потужністю 0.4 – 1.5 Вт, швидкість подачі води 2 літрів на хвилину, має герметизацію корпусу тому є занурюємим, може перекачувати масло і воду. Агресивні рідини перекачувати не зможе. Прочитавши відгуки цієї помпи, стало зрозуміло, що вона має низьку якість та маленький ресурс роботи, пов'язано це з неякісною збіркою компоненту[15].



Рисунок 3.10 – Помпа на 3 – 6 В

Другий варіант насосу працює від напруги 5 – 12 вольт, швидкість подачі води 1 – 1.5 літрів на хвилину, по факту, це звичайний колекторний електромотор з додатковою насадкою для перекачування води, в її будові є лопаті які обертаються від валу мотора, тим самим вони перекачують воду.



Рисунок 3.11 – Помпа RS-360SH

### 3.2.6 Вибір модулів реального часу

Модуль реального часу (RTC) для Arduino використовується для точного відстеження часу та дати в різних проектах, де поточний час потрібно підтримувати навіть при відключенні живлення. Одним з найбільш поширених є модуль DS1307, який використовує акумулятор для економії часу при відключенні основного живлення. Простота у використанні, підключення до Arduino через інтерфейс I2C. Модуль DS1307 ідеально підходить для базових проектів, таких як будильники, календарі або інші пристрої, що вимагають точного відстеження часу.

Для більш вимогливих застосувань використовується прецизійний модуль DS3231 завдяки вбудованому кварцовому генератору і температурної компенсації. Крім того, DS3231 підключається через I2C, що дозволяє економити протягом тривалого часу, використовуючи резервну батарею. Цей модуль підходить для проектів, що вимагають високої точності, таких як проекти з системою управління часом, автоматизовані процеси або тривале зберігання даних.

Вибір даного модулю припав на DS1307 (рис 3.12), в ньому немає датчику температури, який в проекті не потрібен, має найнижчу ціну яку було знайдено мною, має позитивні відгуки від покупців та користувачів даним.

Підключення цього модуля відбувається також по протоколу I2C, вміє віддавати дату та час, може живитись від резервного джерела – батарейки CR2032, має енергонезалежну пам'ять 56 байт але вона не буде використовуватись. Ціна на даний модуль не висока в порівнянні з іншими розглянутими модулями.

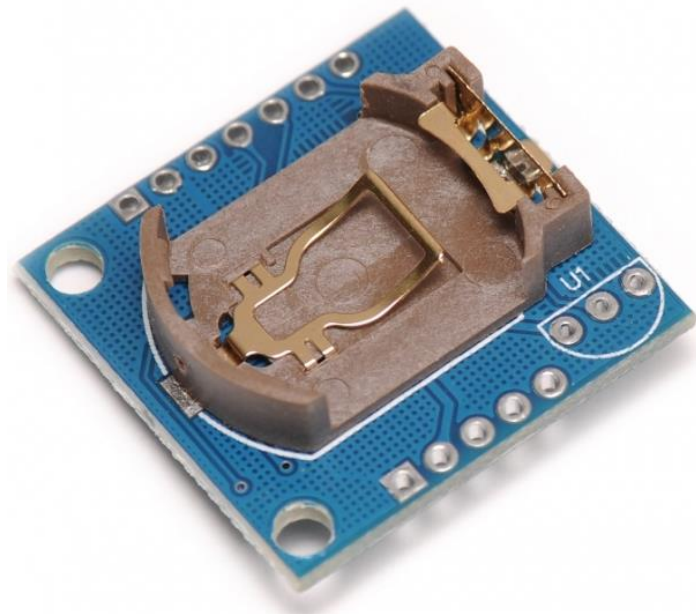


Рисунок 3.12 – Real Time Clock DS1307

### 3.2.7 Вибір дисплею

Дисплеї для Arduino відрізняються за типом, розміром та функціональністю, що дозволяє використовувати їх у різноманітних проектах. Найпоширенішими є РК-дисплеї, такі як HD44780 16x2 або 20X4, які використовують контролер. Ці дисплеї відображають текстову інформацію в декількох рядках і стовпцях, що робить їх ідеальними для відображення простих повідомлень, числових даних або меню в таких проектах, як метеостанції, таймери та контролери.

OLED-дисплеї, такі як SSD1306, є ще одним популярним варіантом для проєктів Arduino.<sup>1</sup> Вони мають високу контрастність і низьке енергоспоживання, що робить їх ідеальними для портативних пристроїв. OLED-дисплеї можуть відображати як текст, так і графіку, тому ви можете створити більш інтерактивний та візуально привабливий інтерфейс. Ці дисплеї часто використовуються в розумних годинниках, портативних метеостанціях та інших компактних пристроях.

TFT-дисплеї, наприклад, з контролером ILI9341, дозволяють відображати повнокольорову графіку та зображення. Вони мають високу роздільну здатність і можуть використовуватися для більш складних візуальних проєктів, таких як інтерфейси домашньої автоматизації, мультимедійні програвачі або ігрові консолі на базі Arduino. TFT-дисплеї також підтримують сенсорні екрани, тому ви можете створювати інтерактивні програми, які підтримують сенсорне управління.

Наприклад, Світлодіодна матриця на основі контролера MAX7219 використовується для створення анімованих вивісок, великої кількості годин та інших проєктів, які повинні відображати динамічну інформацію. Ці матриці можна комбінувати для створення великих дисплеїв, що робить їх ідеальними для громадських інформаційних панелей або художніх інсталяцій.

Вибір зупинився на OLED дисплеї, взаємодія якого відбувається через I2C інтерфейс (рис 3.13). Чому саме такий, бо LCD дисплеї використовують багато пінів для роботи, а також використовують більше електроенергії для роботи.

Даний OLED екран має роздільну здатність 128x64 пікселів, діагональ екрана 0.96, також має драйвер SSD1315, напруга живлення 3.3 – 6В. Він має достатню яскравість та контрастний, що дозволяє добре бачити вміст на самому екрані.

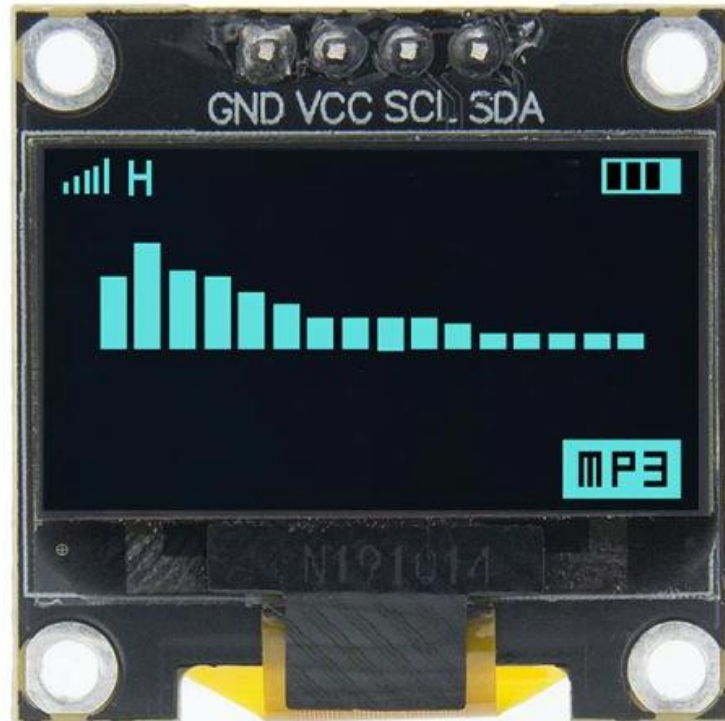


Рисунок 3.13 – OLED дисплей S0.96 128x64

### 3.2.8 Вибір модуля заряду

Модулі зарядки акумуляторів для Arduino використовуються для безпечної та ефективної зарядки різних типів акумуляторів, таких як літій-іонні та літій-полімерні. Найбільш поширеним є модуль TP4056, який призначений для зарядки одного елемента літій-іонної або літій-полімерної батареї через порт micro-USB або USB Type-C. TP4056 забезпечує захист від перезаряду, перенапруги і короткого замикання, що робить його ідеальним рішенням для невеликих портативних проектів, таких як портативні гаджети, Бездротові датчики і метеостанції.

Іншим популярним модулем є контролер зарядки на базі mcp73831, який також використовується для зарядки літій-іонних акумуляторів. Він відрізняється компактними розмірами і простотою використання, забезпечуючи стабільний зарядний струм і захист від перегріву. Mcp73831 підходить для застосувань, де

потрібен надійний і компактний зарядний пристрій, наприклад, для виконання носяться або невеликих завдань.

Більш просунуті модулі, такі як зарядні плати з контролерами BMS (Battery Management System), використовуються для управління зарядом і розрядкою акумуляторів в більш складних системах. Вони можуть забезпечувати балансування заряду між елементами для обслуговування багатовимірних акумуляторів і запобігання нерівномірного старіння. Такі модулі використовуються в електромобілях, великогабаритній портативній електроніці та інших системах з високими вимогами до енергоефективності та безпеки.

Для системи був обраний модуль заряду на основі IP2312. Він високострумний, підходить для Li-Ion акумуляторів. Призначений для швидкої зарядки акумуляторів. Зарядний пристрій живиться від джерела напруги 4,5-5,5 В, підключеного через роз'єм Type-C. Максимальний зарядний струм перетворювача становить 3А.

Зарядка відбувається до тих пір, поки напруга акумулятора не досягне 4,20, а струм зарядки не впаде до 300 мА, після чого модуль перейде в режим регулювання вихідної напруги. Кожні 4 хвилини вихід перетворювача вимикається і вимірюється напруга акумулятора. Якщо напруга вище 4,15, модуль завершить зарядку. Після зниження напруги акумулятора нижче 4,10 модель автоматично перейде в режим зарядки. За замовчуванням модуль налаштований на зарядку акумулятора напругою 4,20 В і максимальним зарядним струмом 3 а. перехід на напругу 4,35 В здійснюється шляхом замикання перемички на платі. Вибір більш низького струму заряду здійснюється шляхом заміни або зняття опору постійному струму. Пайка резистора з номінальною потужністю 135 кОм обмежує вихідний струм до 1А.

### 3.3 Комп'ютерне моделювання системи автоматичного управління

Автоматизовані годівниці для домашніх тварин забезпечують своєчасну подачу корму відповідно до встановленого графіка, що гарантує правильне харчування тварини навіть за відсутності власника. В даній роботі розглядається контур регулювання часу подачі корму в такій системі. Метою дослідження є розробка та аналіз ефективного контуру регулювання, що забезпечує точність та надійність подачі корму.

#### 3.3.1 Модель об'єкта

Модель автоматизованої годівниці складається з наступних основних компонентів:

- контейнер для корму;
- механізм дозування (мотор/сервопривід);
- таймер для визначення часу подачі корму;
- контролер, що керує роботою годівниці.

Структура системи включає в себе вхідний сигнал, який відповідає встановленому часу подачі корму, регульовальну змінну у вигляді фактичного часу подачі корму, та керуючий вплив, що являє собою сигнал управління для мотору дозатора.

#### 3.3.2 Створення системи ПД регулятора

Модель ПД регулятора в складається з трьох основних компонентів:

- пропорційний компонент (P);
- інтегральний компонент (I);
- диференціальний компонент (D).

Передавальна функція ПІД регулятора:

$$G(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s \quad (3.1)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт пропорційності;  
 $K_i$  – інтегральний коефіцієнт;  
 $K_d$  – диференціальний коефіцієнт.

### 3.3.3 Налаштування параметрів ПІД регулятора

Для налаштування параметрів  $K_p$ ,  $K_i$ , та  $K_d$  застосовується метод Ziegler-Nichols, який включає наступні етапи. Спочатку встановлюються  $K_i = 0$  та  $K_d = 0$  після чого значення  $K_p$  поступово збільшується до тих пір, поки система не почне осцилювати з постійною амплітудою. Отримане значення  $K_p$  відоме як критичний коефіцієнт  $K_u$ , а час цих осциляцій — як критичний період  $T_u$ . Далі за допомогою таблиці Ziegler-Nichols розраховуються оптимальні значення параметрів регулятора. Приклад таблиці Ziegler-Nichols наведений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Ziegler-Nichols

Тип регулятора	$K_p$	$K_i$	$K_d$
P	$0.5 K_u$		
PI	$0.45 K_u$	$\frac{1.2K_u}{T_u}$	
PID	$0.6 K_u$	$\frac{2K_u}{T_u}$	$\frac{K_u T_u}{8}$

### 3.3.4 Приклад розрахунку параметрів

Припустимо, що критичний коефіцієнт  $K_u = 2.5$ , а критичний період  $T_u = 20$  с.

Для PID регулятора:

$$K_p = 0.6 * 2.5 = 1.5$$

$$K_i = \frac{2 * 2.5}{20} = 0.25$$

$$K_d = \frac{2.5 * 20}{8} = 6.25$$

## 4 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ ГОДІВНИЦІ ТА ФОНТАНУ

### 4.1 Аналіз застосунку Arduino IDE

Arduino IDE (інтегроване середовище розробки) є важливим інструментом для програмування мікроконтролерів Arduino. Програмне забезпечення дозволяє користувачам створювати, компілювати та встановлювати програми (ескізи) на платформу Arduino.

Основною метою Arduino ide є створення, редагування та завантаження коду на Мікроконтролер Arduino. Він надає користувачам інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для управління мікроконтролером і спрощує процес розробки електронних проектів.

Arduino IDE використовується в багатьох областях:

- освіта: навчання основам електроніки, програмування та робототехніки, наприклад, студенти створюють проекти на основі Arduino, щоб зрозуміти, як працюють датчики, двигуни та інші компоненти;
- хобі та зроби сам: любителі створюють різні пристрої, включаючи автоматизацію домашнього освітлення, роботів, музичні інструменти та інші творчі проекти;
- прототипування: інженери та розробники швидко створюють прототипи нових продуктів, перевіряють функціональність та зручність перед масовим виробництвом;
- інтернет речей (IoT): розробка пристроїв Інтернету речей, які взаємодіють із мережами для збору та обміну даними.

### Можливості Arduino IDE:

- редактор коду: інтегроване середовище розробки Arduino надає простий текстовий редактор із підсвічуванням синтаксису для написання коду;
- книжкова полиця: використовується для зберігання різних датчиків, дисплеїв, мережевих модулів і т.д. можливість прив'язки вбудованої бібліотеки до сторонніх бібліотек для розширення таких функцій, як її запуск;
- компіляція: інструмент перевірки та компіляції коду, який генерує машинний код для мікроконтролерів;
- код завантаження: Завантажить скомпільований код у буфер обміну через USB або інші способи підключення;
- послідовний монітор: інструмент налагодження, який може контролювати вихід з карти та надсилати команди в режимі реального часу;
- адміністратор плати: можливість додавання підтримки нових плат мікроконтролерів через адміністратора плати;
- менеджер бібліотек: просте налаштування та управління бібліотеками для розширення функціональності вашого проекту.

Arduino IDE підтримує різні архітектури мікроконтролерів, включаючи:

- AVR: основна Архітектура багатьох плат Arduino, таких як Arduino Uno, Arduino Mega (Atmega328, Atmega2560);
- ARM: використовується в більш потужних платах, таких як Arduino Due (SAM3X8E) і плати на основі мікросхем SAMD (SAMD21);
- ESP8266 та ESP32: звичайні мікроконтролери для проектів IOT;
- Intel Curie: використовується на таких платах, як Arduino101;
- RISC-V: архітектура на основі SiFive;
- PIC та інші архітектури: Можливе додавання підтримки через додаткові ядра.

Arduino IDE – це потужний інструмент, що поєднує в собі простоту використання і широкі можливості для розробки електронних проектів. Він підтримує безліч мікроконтролерів і платформ, що робить його універсальним рішенням для різних типів проектів, від освітніх і хобі до професійних і комерційних.

Важливість розробки автоматизованого пристрою подачі корму з використанням Arduino IDE полягає в декількох важливих аспектах. По-перше, Arduino IDE дозволяє створити докладний і точний програмний комплекс для управління фідером з урахуванням всіх необхідних параметрів і вимог проекту. Це забезпечує оптимальну функціональність системи та запобігає можливим проблемам у майбутньому. Крім того, завдяки широкому спектру інструментів і бібліотек, Розробка програмного забезпечення з використанням Arduino IDE значно розширилася в порівнянні з традиційними методами програмування, що дозволяє прискорити виробничий процес і підвищити продуктивність.

При проектуванні пристрою автоматизованої годівниці важливо враховувати ряд основних принципів, таких як аналіз потреб, оптимізація процесів, безпека, ефективність, технічне обслуговування та підтримка. Аналіз потреб допомагає визначити системні вимоги та забезпечити відповідність вимогам. Оптимізація процесу полягає в пошуку оптимального рішення, що забезпечує максимальну продуктивність і ефективність системи. Безпека та ефективність є важливими факторами успіху таких систем, тому важливо враховувати їх на всіх етапах проектування. Нарешті, забезпечення належного обслуговування та підтримки після введення в експлуатацію може забезпечити безперебійну роботу системи та мінімізувати ризик виникнення проблем.

## 4.2 Реалізація корпусів проекту

Корпус в автоматизованих годівницях для домашніх тварин відіграє важливу роль, виконуючи кілька ключових функцій. Перш за все, він забезпечує захист внутрішніх компонентів годівниці від пилу, вологи, ударів та інших зовнішніх впливів. Це гарантує, що електронні та механічні частини пристрою залишаються в робочому стані навіть в умовах щоденного використання. Крім того, корпус надає конструкційної цілісності всій системі, тримаючи всі компоненти на своїх місцях і забезпечуючи їх правильне функціонування.

Автоматизована годівниця складається з кількох основних частин, які працюють разом, щоб забезпечити правильне годування тварини. Корпус, який є її зовнішньою оболонкою, захищає резервуар для їжі, механізм подачі їжі, чашку або лоток для їжі, електронний модуль, живлення та інтерфейс керування. Резервуар для їжі зберігає корм і зазвичай зроблений з харчового пластику або нержавіючої сталі. Механізм подачі їжі дозує і подає корм у чашку, де він стає доступним для тварини.

Електронний модуль управляє подачею їжі, часом годування та іншими параметрами, що робить процес годування максимально автоматизованим і зручним для власника тварини. Годівниці можуть живитися від батарейок, акумулятора або від мережі електроживлення. Інтерфейс керування, який може бути у вигляді панелі з кнопками, екрана або мобільного додатка, дозволяє налаштовувати розклад годування та інші параметри. Як вже було зазначено, виріб буде поділений на два модуля: АГ та АФ. Розглянемо будову корпусу компонента АГ.

#### 4.2.1 Реалізація корпусу автоматизованої годівниці

За основу оболонки даної частини системи буде використано харчовий контейнер, який виготовлений з пластику під назвою поліпропілен.

Поліпропілен (ПП) є одним з найбільш поширених видів пластику і завдяки своїм унікальним властивостям має широкий спектр застосування. Це термопластичний полімер, що характеризується високою міцністю, стійкістю до механічних впливів і хімічних впливів. Завдяки своїй термостійкості поліпропілен може витримувати високі температури до 120 °.

Поліпропілен безпечний для контакту з харчовими продуктами, що робить його ідеальним для харчових контейнерів, кришок, упаковки йогурту, сиру та інших продуктів. Його стерильність та стійкість до стерилізації також роблять його популярним у галузі медицини для виробництва шприців, контейнерів для зберігання ліків та лабораторних інструментів. У текстильній промисловості поліпропіленові волокна використовуються для виготовлення килимів, мотузок та інших волокон, тоді як в автомобільній промисловості вони використовуються для виготовлення автомобільних деталей, таких як бампери та елементи інтер'єру.

Процес виробництва поліпропілену включає полімеризацію пропілену, газу, який є побічним продуктом нафтопереробки. Цей матеріал також легко переробляється, що робить його екологічно прийнятним вибором. Незважаючи на багато переваг поліпропілену, він також має деякі недоліки, такі як відносно низька стійкість до ультрафіолетового випромінювання та крихкість при низьких температурах. Але завдяки додаванню стабілізаторів і спеціальній обробці для поліпшення характеристик цей матеріал є одним з найпопулярніших і економічних варіантів в різних галузях промисловості. На рисунку 4.1 зображено контейнер, який буде використано як корпус модуля АГ.



Рисунок 4.1 – Контейнер 8л.

Контейнер MultiBox на 8 літрів буде використано як основний резервуар для зберігання корму, а також в ньому буде розміщено блок керування. Його буде розділено на дві секції: в одній з них буде зберігатися корм для подальшого видавання, а в іншій – знаходитимуться електронні компоненти блоку керування. Використання такого розділення дозволить забезпечити оптимальні умови для зберігання корму, виключаючи можливість впливу електроніки на якість кормування.

На рисунках 4.2 та 4.3 наведено схему будови автоматизованої годівниці з розміщенням всіх її складових елементів, що дає змогу краще розуміти її конструкцію та принципи роботи. Таке детальне зображення сприятиме ефективнішому використанню та обслуговуванню годівниці.

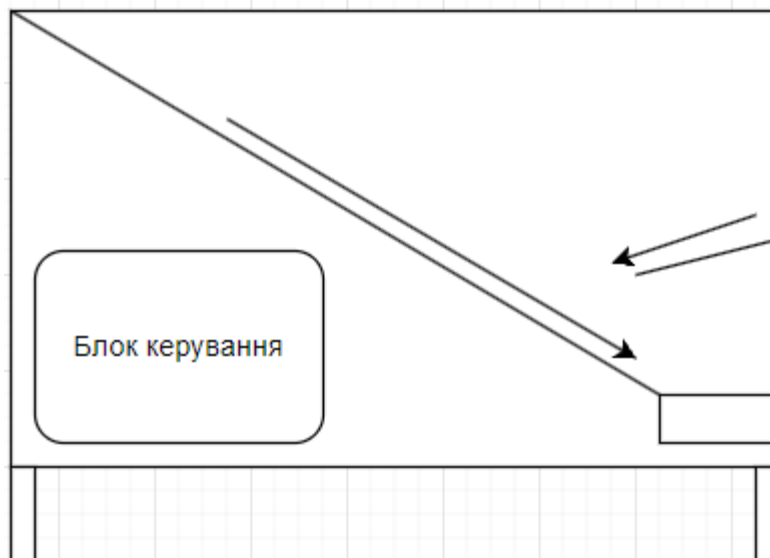


Рисунок 4.2 – Схема АГ з бічної сторони

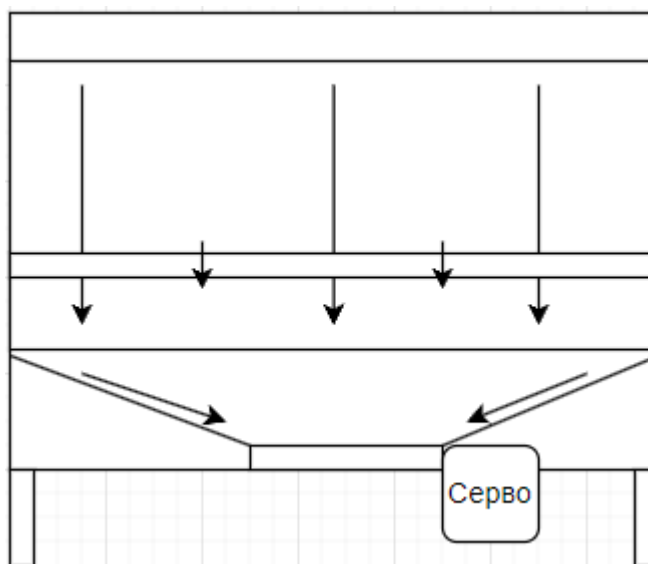


Рисунок 4.3 – Схема АГ з фронтної сторони

Стрілки що зображені на рисунках 4.2 та 4.3, це напрям падіння корму, який буде під силою тяжіння спускатися в нижню частину корпусу до заслінки, яка буде відкриватись у визначений час та визначений проміжок часу кут нахилу всіх поверхонь буде 20 - 25 градусів. Даний кут був підібраний методом підбору нахилу,

так як корм може бути різною формою та різних розмірів, перевіривши конструкцію на двох видах кормів різних виробників, даний кут проявив себе чудово.

#### 4.2.2 Реалізація корпусу автоматизованого фонтану

Корпус автоматизованого фонтану складатиметься з кількох харчових контейнерів, виготовлених із поліпропілену. Один із контейнерів слугуватиме резервуаром для зберігання води, яка згодом дозуватиметься в інший контейнер. Цей резервуар буде забезпечувати постійний запас чистої води для фонтану, гарантуючи, що тварина завжди матиме доступ до свіжої води. На рисунку 4.4 зображено основний контейнер для зберігання води. Його довжина становить 26 см, ширина - 17 см, а висота - 11 см. Ідеально підходить для зберігання продуктів вдома або перевезення продуктів на роботу або в подорож.



Рисунок 4.4 – Основний контейнер АФ

Другий контейнер виконуватиме роль миски, з якої тварина зможе пити воду, подану з резервуару за допомогою спеціально налаштованої помпи. Помпа буде автоматично регулювати подачу води,

забезпечуючи її оптимальний рівень у мисці. Це рішення не лише забезпечить комфортний доступ до води для тварини, але й дозволить підтримувати чистоту та свіжість води протягом тривалого часу. На рисунку 4.5 зображено даний контейнер. Розмір контейнера становлять довжина 18 см, ширина 11 см та висота 5 см. Виготовлений також з безпечного для харчових продуктів поліпропілену.



Рисунок 4.5 – Другий контейнер 0.7л

На додаток до основних функцій, корпус фонтану буде спроектовано так, щоб забезпечити легкість в обслуговуванні та чищенні. Міцний і надійний поліпропіленовий матеріал гарантуватиме довговічність використання, а також безпеку для здоров'я тварини. Така конструкція дозволить власникам домашніх тварин бути впевненими в тому, що їхні улюбленці завжди матимуть доступ до необхідної кількості свіжої і чистої води. На рисунку 4.6 наведено схему будови автоматизованого фонтану.

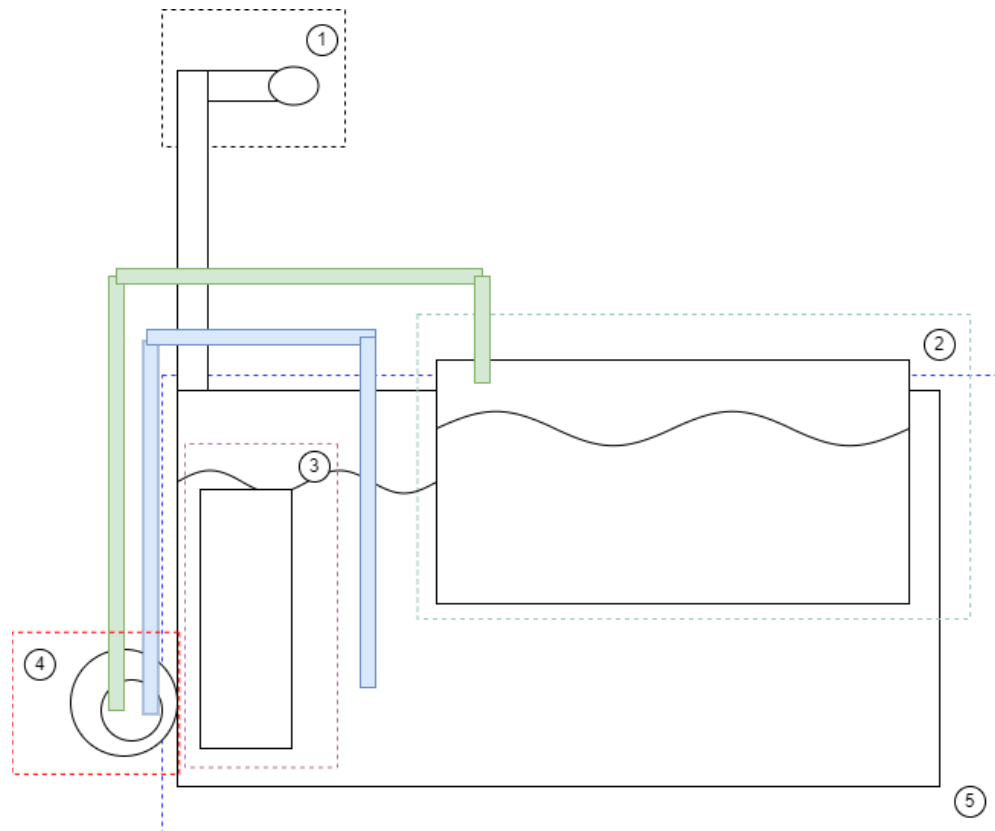


Рисунок 4.6 – Схема автоматизованого фонтану

На рисунку 4.6 зображено схему та компоненти будови АФ, де кожний пункт пояснює який саме компонент на ньому розміщений:

- 1: інфрачервоний датчик HC-SR505 (рис 3.6);
- 2: менший резервуар, в який відбувається долив води з основного резервуару;
- 3: датчик рівня води T1592 (рис 3.8);
- 4: помпа для перекачування води з одного резервуару в інший;
- 5: основний бак для зберігання води, для подальшого використання та дозування в менший резервуар.

В більшому контейнері зверху будуть технічні отвори для зливу води з меншого контейнеру, тому контроль води в меншому контейнері не потрібен – при

переповнені води, вона буде стікати в більший контейнер. На рисунку 4.7 зображено вигляд АФ зверху, що дає змогу ознайомитись з системою переливання води.

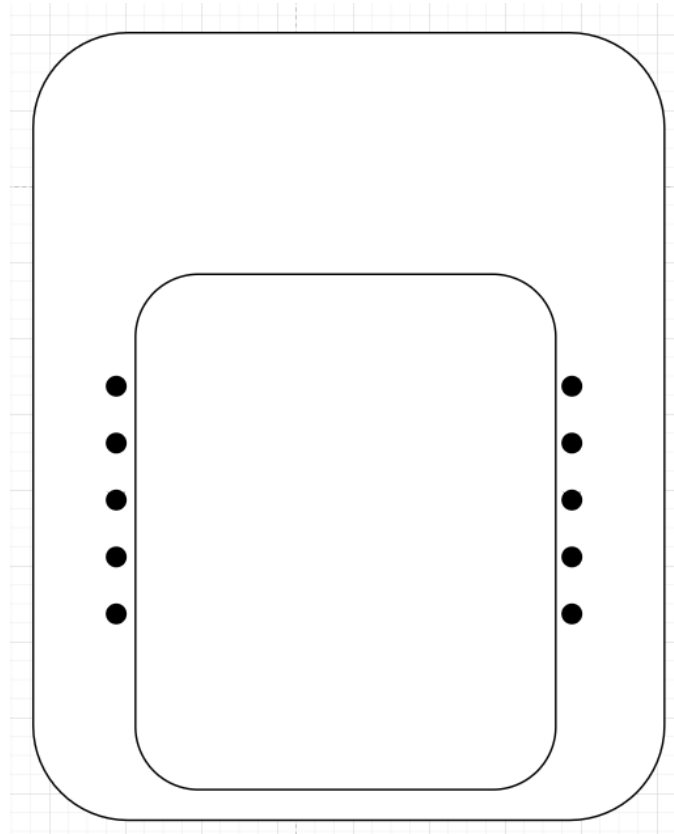


Рисунок 4.7 – Вид зверху на головний резервуар АФ

### 4.3 Реалізація апаратної частини

На рисунку 4.8 зображено схему підключення всіх компонентів на базі Arduino UNO. Система живиться від акумуляторних батареї з 9 банок по 3.7В, ємністю 1200мАч які підключені паралельно, вони заряджаються за допомогою зарядного модуля з вихідною напругою 4.7В та силою струму 3А. Акумулятор підключається до 2 помножувачів напруги: 1 збільшує напругу до 9В для живлення Arduino, а інший збільшує напругу до 5В для живлення помпи.

Arduino UNO контролює роботу серводвигуна, модуля реального часу, дисплея, датчика рівня води та інфрачервоного датчика руху. Для навантаження що підключено до мікроконтролеру є загальна земля «зірка», що дозволяє розпланувати доріжки дротів проекту. Ві модулі під'єднані до пінів мікроконтролеру за схемою наведеною в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Схема підключення пінів:

Назва модуля	Назва піна	Призначення
Серводвигун	8	цифровий сигнал
	5B	Живлення
	GND	земля
Модуль реального часу	A1	Serial CLock
	A2	Serial DAta
	3.3B	живлення
	GND	земля
Дисплей	A3	Serial Clock
	A4	Serial Data
	3.3B	живлення
	GND	земля
Mosfet	7	цифровий сигнал
	GND	земля
ІЧ датчик руху	6	цифровий сигнал
	3.3B	живлення
	GND	земля
Датчик рівня води	5	цифровий сигнал
	3.3B	живлення
	GND	земля



#### 4.4 Реалізація програмної частини

Програмна частина проекту є важливим компонентом, що забезпечує функціональність і взаємодію всіх компонентів системи. Вона включає в себе набір інструкцій і алгоритмів, які визначають, як працює апаратне забезпечення, обробляє дані і реагує на зовнішні впливи. Програмна частина забезпечує логіку, за якою пристрій виконує свої завдання, від обробки даних, отриманих від датчика, до управління приводом.

Програмне забезпечення для мікроконтролерів або мікропроцесорів, яке називається мікропрограмним забезпеченням, завантажується в пам'ять пристрою та забезпечує його роботу. Воно керує всім, починаючи від користувальницьких інтерфейсів, таких як дисплеї і сенсорні екрани, і закінчуючи взаємодією з іншими пристроями за різними протоколами. Програмне забезпечення також обробляє сигнали від датчиків, перетворюючи їх на корисні дані, які можна використовувати для прийняття рішень та відображення.

Ще однією важливою функцією програмного забезпечення є зберігання даних і управління ними. Це можуть бути параметри конфігурації, журнали подій або інша інформація, необхідна для роботи пристрою. Програмне забезпечення відповідає за те, щоб ці дані були доступні в потрібний час і захищені від несанкціонованого доступу. Безпека програмної частини включає в себе аутентифікацію користувача, шифрування даних та інші заходи щодо захисту пристрою і його користувачів.

Для розробки скетчів для Arduino використовується мова похідна від C++, яка називається Arduino. Основні функції програмування включають використання стандартних функцій мов C і C++, а також спеціальних функцій і бібліотек, розроблених спеціально для роботи з мікроконтролерами Arduino. Наприклад, для кожного скетчу потрібні функції `setup()` і `loop()`, що визначають

початкову настройку і основний цикл роботи програми відповідно. Вихідний код скетчу для мікроконтролера було виконано з використанням ООП підходу до розробки програмного коду.

Об'єктно-орієнтоване програмування (ООП) – це парадигма програмування, яка використовує "об'єкти" для створення програмного забезпечення. ООП допомагає структурувати код таким чином, щоб він був більш зрозумілим, гнучким та підтримуваним. Основні поняття ООП включають класи, об'єкти, наслідування, інкапсуляцію, поліморфізм та абстракцію.

Класи та об'єкти є основними будівельними блоками ООП. Клас – це шаблон або схема елементів, що визначає властивості (поля) та поведінку (методи) об'єкта. Об'єкт – це конкретна реалізація класу, що містить дані та функції, які можуть взаємодіяти з іншими об'єктами.

Наслідування дозволяє створити новий клас на основі існуючого класу та успадкувати його властивості та методи. Це полегшує повторне використання коду та зменшує дублювання.

Інкапсуляція полягає у приховуванні внутрішніх деталей реалізації класу та наданні доступу до них через певний інтерфейс. Це захищає об'єктні дані від неправильного використання та дозволяє легко змінювати реалізацію класу, не впливаючи на інший код. Наприклад, змінні класу можуть бути приватними та доступними через загальнодоступні методи.

Поліморфізм дозволяє об'єктам різних класів використовувати один і той же інтерфейс, що полегшує роботу з об'єктами різних типів. Це досягається за рахунок перевантаження методів або інтерфейсів.

Абстракція дозволяє визначити важливі аспекти об'єкта, ігноруючи несуттєві деталі. Це допомагає спростити моделювання складних систем. Наприклад, абстрактний клас "транспортний засіб" може визначати методи,

загальні для всіх видів транспорту, такі як "почати рух" і "зупинити", без докладного опису їх реалізації.

Для керування деякими модулями потрібно використовувати готові бібліотеки, це пришвидшить етап розробки та зменшить витрати людино-годин. В реалізації кваліфікаційної роботи знадобиться бібліотеки для таких частин:

- сервопривід Futaba S3003;
- real time clock DS1307;
- OLED дисплей S0.96 128x64.

Для сервоприводів є офіційна бібліотека від Arduino під назвою Servo. Дана бібліотека призначена для управління сервоприводом. Сервоприводи часто використовуються в робототехніці, моделях літаків, радіокерованих транспортних засобах та інших проектах, де потрібне точне положення або управління рухом.

За допомогою бібліотеки сервоприводів можна легко керувати сервоприводом за допомогою Arduino. Він забезпечує інтерфейс для вказівки повороту сервоприводу під певним кутом. Бібліотека підтримує стандартні серводвигуни, керовані ШІМ (широтно-імпульсною модуляцією).

Щоб використовувати бібліотеку сервоприводів, потрібно підключити сигнальну лінію до одного з цифрових виходів, підключити джерело живлення до відповідних контактів VCC та GND та підключити сервопривід до плати Arduino. Потім потрібно підключити бібліотеку до скетчу та написати потрібний сценарій.

У бібліотеці сервоприводів є кілька основних методів:

- `attach(pin)`: прив'язує сервопривод до певного цифрового пін Arduino;
- `attach(pin, min, max)`: Прив'язує сервопривод до певного цифрового пін Arduino з вказівкою мінімального і максимального широтно-імпульсного сигналу;
- `write(angle)`: Встановлює кут сервопривода (від 0 до 180 градусів);
- `writeMicroseconds(us)`: Встановлює ширину імпульсу в мікросекундах;

- `read()`: Повертає поточний кут серводвигуна;
- `readMicroseconds()`: Повертає поточну ширину імпульсу в мікросекундах;
- `attached()`: повертає `true`, якщо серводвигун прив'язаний до піна;
- `detach()`: від'єднує сервопривод від піна.є

Для модуля реального часу буде використана бібліотека DS1307. Дана бібліотека призначена для роботи з модулями реального часу (RTC) з використанням мікросхеми DS1307. Ця бібліотека полегшує інтеграцію функцій реального часу в різні проекти та надає зручні інструменти для роботи з часом та датою.

Бібліотека дозволяє Arduino відстежувати і зберігати точний час і дату навіть при відключеному живленні. Модуль RTC з чіпом DS1307 оснащений вбудованою батареєю для забезпечення безперервної роботи годинника незалежно від стану живлення основного пристрою. Ця бібліотека корисна для проектів, які вимагають точного відстеження часу, таких як годинники, таймери, системи реєстрації подій та системи автоматизації.

Щоб використовувати бібліотеку DS1307, модуль RTC повинен бути підключений до плати Arduino через інтерфейс I2C. Мікросхема DS1307 підключається до відповідних висновків SDA та SCL на платі Arduino.

Доступні методи:

- `begin()` ініціалізує роботу з RTC модулем;
- `isRunning()` перевіряє, чи працює годинник;
- `getTime()` повертає поточний час у вигляді структури, що містить години, хвилини і секунди;
- `getDate()` повертає поточну дату у вигляді структури, що містить день, місяць і рік;
- `setTime(hours,minutes,seconds)` встановлює поточний час;

- `setDate(day,month,year)` встановлює поточну дату;
- `saveTime()` зберігає налаштований час у модулі RTC;
- `saveDate()` зберігає налаштовану дату у модулі RTC.

Для керування дисплеєм буде використовуватись бібліотека `OLED_I2C`. За допомогою бібліотеки можна легко працювати з OLED-дисплей за допомогою інтерфейсу I2C. Бібліотека надає корисні функції відображення тексту, побудови графіків, 2D фігур та відображення іншої інформації на екрані.

Щоб використовувати бібліотеку `OLED_I2C`, OLED-дисплей повинен бути підключений до плати Arduino через інтерфейс I2C. Дисплей зазвичай підключається до штифтів SDA та SCL плати Arduino. Після підключення вам потрібно завантажити бібліотеку та використовувати її методи для налаштування відображення та виведення інформації.

Доступні методи:

- `OLED(pins)` конструктор для створення об'єкта дисплея;
- `begin()` ініціалізує дисплей і готує його до роботи;
- `clrScr()` очищає екран;
- `print(String text)` виводить текст на екран;
- `setCursor(x, y)` встановлює курсор на вказану позицію (x, y);
- `drawLine(x0, y0, x1, y1)` малює лінію від точки (x0, y0) до точки (x1, y1);
- `drawRect(x, y, width, height)` малює прямокутник з вказаними координатами і розмірами;
- `fillRect(x, y, width, height)` малює заповнений прямокутник;
- `drawCircle(x, y, radius)` малює коло з вказаними координатами центру і радіусом;
- `fillCircle(x, y, radius)` малює заповнене коло;
- `update()` оновлює екран, виводячи всі зміни.

Для управління енергонезалежною пам'яттю EEPROM використовується однойменна офіційна бібліотека. Взагалі EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) – це пам'ять, яка може зберігати дані навіть після вимкнення живлення на платі Arduino UNO. EEPROM має розмір 1024 байти (1К байт) і може зберігати невеликі обсяги даних.

Зазвичай EEPROM використовується для зберігання даних, які повинні зберігатися під час перезавантаження або вимкнення. Наприклад, він може зберігати поточні налаштування пристрою, значення лічильників, паролі та інші важливі дані, які не повинні бути втрачені при перезавантаженні мікроконтролера.

Основними функціями бібліотеки EEPROM є байтовий запис, байтовий зчитування та очищення пам'яті.

Доступні методи бібліотеки:

- `read(address)` читає один байт з EEPROM за вказаною адресою;
- `write(address, value)` записує один байт до EEPROM за вказаною адресою
- `update(address,value)` записує один байт до EEPROM за вказаною адресою, тільки якщо значення відрізняється від поточного;
- `get(address, data)` читає змінну типу даних (`int`, `float`, `struct` тощо) з EEPROM;
- `put(address, data)`: Записує змінну типу даних в EEPROM.

Логіка програмного забезпечення була поділена на декілька об'єктів дотримуючись парадигми ООП. Кожний об'єкт виконує свою поставлену задачу. Розглянемо які було розроблено програмні модулі:

- `Button` – даний модуль описує інструкції для керування кнопкою, в якій виправляється проблема деренчання сигналу. Це досягається завдяки декількома перевіркам: перша це перевірка скільки мілісекунд пройшло після подачі сигналу на пін що зчитує, а друга це поточний стан кнопки, даний стан

зберігається в об'єкті Button типу bool. Кожна кнопка, яка є в інтерфейсі взаємодії програмно використовується за допомогою саме об'єкту Button;

– Settings – цей об'єкт описує інструкції для налаштування програмного комплексу, а саме: установка часу, графік видачі їжі, час відкриття заслонки, час роботи фонтану при активації датчику руху. Зберігання даних налаштувань буде через бібліотеку EEPROM в енергонезалежну пам'ять. При запуску системи, буде перевірка чи є збережені налаштування, якщо так то завантажуюмо ці налаштування в оперативну пам'ять та починаємо головний цикл роботи. Якщо ж параметри конфігурації пусті – просимо користувача налаштувати їх, відбувається збереження цих даних в пам'ять та запуск головного циклу;

– Menu – дана частина агрегує в собі методи для користувальницького інтерфесу, саме через даний клас буде відбуватись взаємодія між модулями налаштування та програмним засобом. Якщо говорити мовою патернів, то Menu виступає поведінковим патерном Фасад – основна ідея цього патерну – надати користувачу необхідний API та приховати деталі об'єкту чи небажані методи. Цей об'єкт буде включати в собі посилання на об'єкт Settings та буде використовувати бібліотеку для керування дисплеєм;

– Fountain – частина програмного комплексу, в якій описаний основний алгоритм роботи автоматизованого фонтану. На рисунку 4.9 зображено схему алгоритму роботи фонтану. На початку роботи перевіряється чи достатньо води в основному резервуарі перевіряючи показник модуля рівня води, якщо він поверне значення провідності яке є допустимим то потрібно перевірити чи спрацював датчик руху та чи віддає він сигнал на цифровий пін Arduino, якщо так, то мікроконтролер подасть сигнал на пін mosfet'у та відбудеться перелив води у менший резервуар. Якщо ж датчик рівня води поверне значення провідності менше за допустимий, то на дисплей виведеться інформація про те, що потрібно

долити води в головний резервуар і подальша подача води буде не можлива, поки низький рівень води;

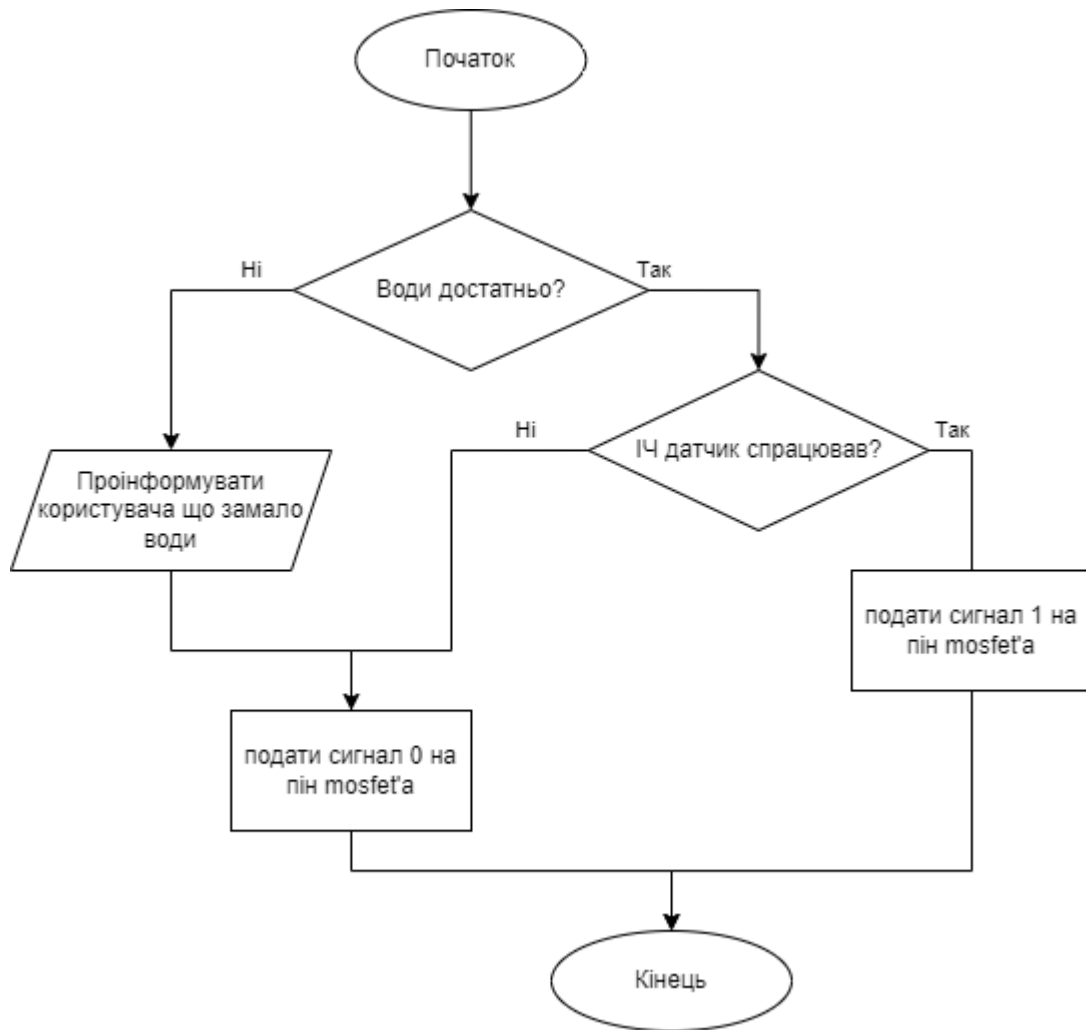


Рисунок 4.9 – Схема алгоритму роботи фонтана

– Feeder – об’єкт, який відповідає за алгоритм роботи АГ. На рис. 4.10 зображено схему алгоритму даного класу. Так як принцип роботи скетчу в мікроконтролері Arduino це виконання коду в головному нескінченному циклі під назвою “суперцикл”, то першою дією в алгоритмі АГ є перевірка стану відкриття заслінки. Далі в алгоритмі йде розгалуження відносно поточного стану заслінки: у разі коли вона відкрита, то перевіряється чи пройшов час для утримування

заслінки відкритої, якщо пройшов – вона закривається. У випадку коли заслінка була закрита на початку алгоритму АГ, мікроконтролер запитує поточний час у RTC-модуля, потім здійснюється перевірка часу видачі їжі з налаштувань. За умови що часи збігаються то стається відкриття баку з кормом.

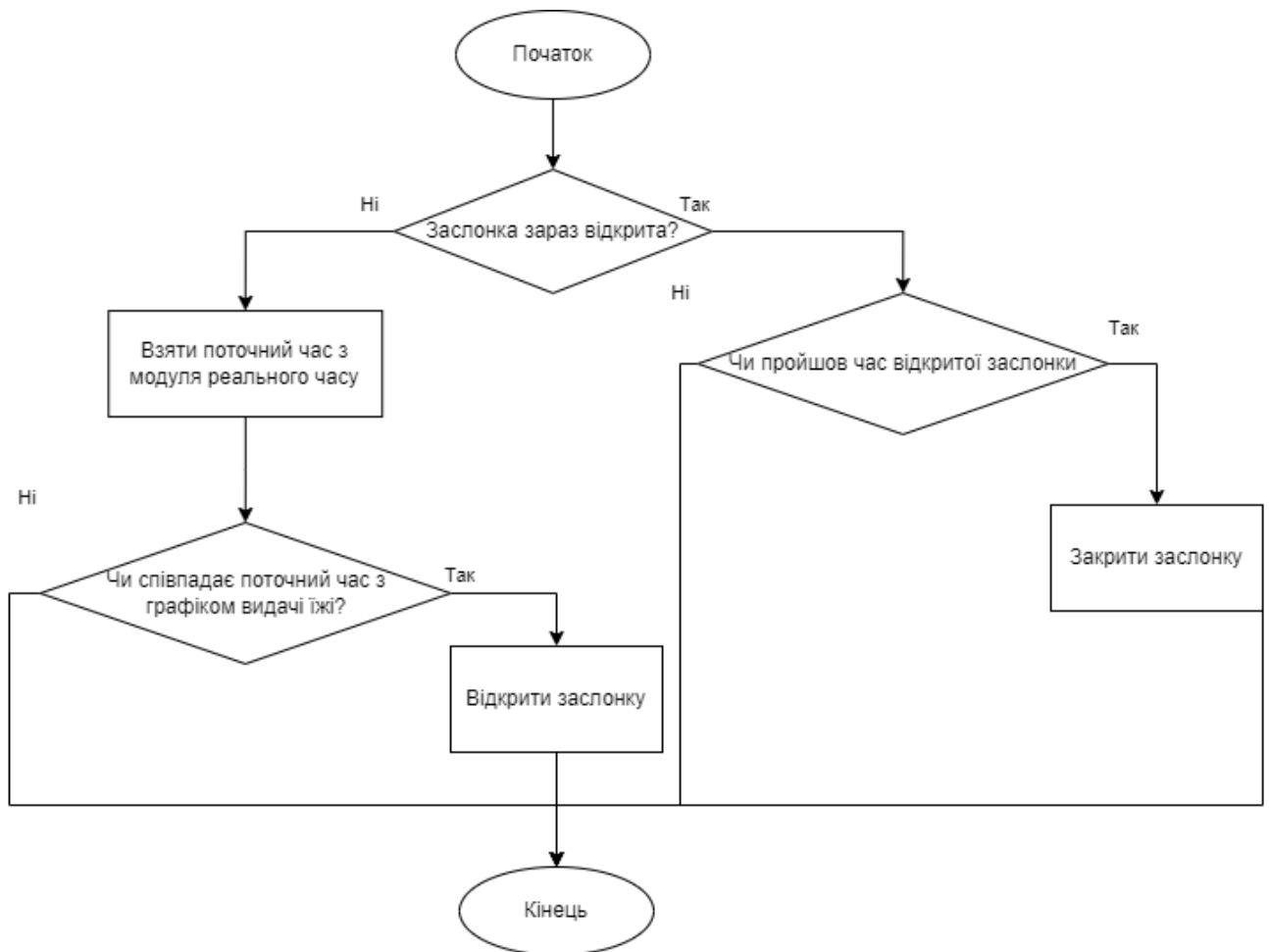


Рисунок 4.10 – Схема алгоритму роботи годівниці

Це всі головні модулі в програмній частині, які були розроблені для кваліфікаційної роботи. Всі ці частини коду були розроблені з дотриманням парадигм ООП.

#### 4.5 Охорона праці

Комп'ютерні технології стали невід'ємною частиною нашого життя, і правила роботи з ними вже міцно закріпилися в ІТ-компаніях. Хоча цей процес наближається до завершення, в Україні він все ще триває. На перший погляд, робота за комп'ютером здається безпечною, але саме це припущення може призвести до проблем зі здоров'ям.

Сидяча робота та одноманітне положення тіла, характерні для професій програмістів та інших ІТ-фахівців, пов'язані зі значним психічним навантаженням. Розробники - надзвичайно цілеспрямовані люди, які часто продовжують думати про роботу навіть поза офісом. Вони схильні замінювати відпочинок на професійний розвиток, наприклад, читання спеціалізованої літератури чи вивчення нових мов програмування.

Однак людський мозок не здатний безперервно сприймати інформацію без втрати ефективності. На відміну від комп'ютера, він потребує особливих умов для підтримки працездатності. Тому багато ІТ-компаній обладнують свої офіси зонами відпочинку, які забезпечують психофізіологічну підтримку працівникам.

Компанії змагаються за підвищення продуктивності праці, перетворюючи звичайний офіс на креативний простір, де народжуються нові ідеї без надмірних зусиль. Хоча сидіння за монітором цілий день може викликати відчуття фізичної втоми, це почуття оманливе. Спорт допомагає з ним боротися, активізуючи організм та додаючи енергії.

Умови праці програмістів характеризуються впливом різних небезпечних факторів, таких як шум, температурні коливання, різні види випромінювання, статична електрика та недостатнє освітлення. У цьому контексті зростає важливість охорони праці як комплексної системи заходів, спрямованих на захист здоров'я та продуктивності працівників.

Забезпечення безпеки при роботі з комп'ютером включає ряд запобіжних заходів. Це правильне розміщення обладнання та електропроводки, використання надійних матеріалів та регулярне технічне обслуговування. Важливо також дотримуватися правил пожежної безпеки та електробезпеки.

Правильне розташування монітора, використання захисних екранів та дотримання оптимальної відстані від очей до екрану є ключовими факторами для збереження зору. Важливо також створити комфортне робоче середовище, включаючи ергономічні меблі та правильне освітлення.

Регулярні перерви, фізичні вправи та зміна положення тіла допомагають зменшити негативний вплив тривалої роботи за комп'ютером. Рекомендується робити 15-хвилинні перерви кожну годину та виконувати легкі вправи на розслаблення.

При роботі в приміщенні з кількома комп'ютерами необхідно враховувати вплив випромінювання від сусідніх пристроїв. Важливо використовувати спеціальні фільтри та дотримуватися безпечної відстані між робочими місцями.

Для запобігання негативному впливу на здоров'я при роботі з комп'ютером необхідно знати та дотримуватися правил безпечної роботи, а також бути обізнаним щодо методів запобігання потенційним небезпекам.

.

## ВИСНОВКИ

При розробці автоматизованої системи подачі корму для домашніх тварин були досліджені новітні методи і технології подачі корму і води. Основною метою даної роботи був аналіз існуючих автоматизованих систем і створення унікальних рішень, що забезпечують надійність і зручність догляду за тваринами. В результаті було створено лабораторний макет автоматичного фонтану з автоматичною подачею, який використовує серводвигун для регулювання подачі, а також інфрачервоний датчик і водяний насос для контролю рівня води.

Розробка включала аналіз ринку та існуючих рішень, таких як Petoneer Nutri Mini Feeder та Catit Flower Fountain, що дозволило виявити плюси і мінуси існуючих моделей. Вибір обладнання був зроблений на основі вивчення характеристик і вимог до системи. В якості основного контролера був обраний Arduino UNO через його доступності, функціональності і простоти програмування. Важливим аспектом було забезпечення інтеграції всіх компонентів системи, включаючи датчики, виконавчі механізми та дисплеї для відображення інформації.

Створення автоматизованої системи подачі корму можливо завдяки використанню компонентів і сучасних технологій, що дозволяють точно контролювати процес дозування корму і води. Впроваджена система не тільки забезпечує своєчасну подачу корму і води, але і допомагає підвищити комфорт вихованця і його власника. Впровадження такої системи є перспективним напрямком в області автоматизації догляду за домашніми тваринами і відкриває нові можливості для подальших досліджень і розробок в цій області.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки та техніки. структура та правила оформлення. Введ. 2015-06-22. К. Держстандарт України, 2017. - 29 с.
2. Методичні вказівки з підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології освітньої програми «Системна інженерія» / Упоряд.: І.Ш. Невлюдов, О.М. Цимбал, О.В. Токарева, А.І. Бронніков. Харків: ХНУРЕ, 2022. - 66 с.
4. Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки. Про нас. Офіційний сайт кафедри КІТАМ ХНУРЕ . Режим доступу: <https://tapr.nure.ua/golovna/pro-nas>. Дата доступу: 7.05.2023.
5. Бевз К. О. Автоматизована система контролю здоров'я домашніх тварин. – 2021.
6. Бондаренко Ю. Г., Папач В. В., Тищук М. М. ЕПІДЕМІОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ЯКОСТІ ВОДИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЗА 2021 РІК //Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2022. – №. 2. – С. 20-24
7. Barrett S. F. Arduino I: getting started. – Morgan & Claypool Publishers, 2020.
8. Barrett S. F. Arduino microcontroller processing for everyone!. – Springer Nature, 2022.
9. Zhang X. et al. Design and implementation of intelligent light control system based on arduino //2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA). – IEEE, 2020. – С. 1369-1373.

10. Archana P. et al. Automatic Pet Feeder Using Arduino IoT //Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – C. 223-228.

11. Singh R. et al. IoT based Projects: Realization with Raspberry Pi, NodeMCU and Arduino. – BPB Publications, 2020.

12. [https://1duim.com.ua/ua/p2224538777-datchik-urovnya-vody.html?source=merchant\\_center&srsltid=AfmBOoqxZdTEKdkCcAu7aE\\_iMsMEfW-GSDme5ww6aRwIbPsxAiLImAFesLo](https://1duim.com.ua/ua/p2224538777-datchik-urovnya-vody.html?source=merchant_center&srsltid=AfmBOoqxZdTEKdkCcAu7aE_iMsMEfW-GSDme5ww6aRwIbPsxAiLImAFesLo)

13. [https://prom.ua/ua/p1437184821-datchik-urovnya-vodyzhidkosti.html?srsltid=AfmBOoqrVtoTbCoqyNt5XIhWwGlvMloATCSrFkwJ5qjG\\_U\\_ppRBsOtmvFy4](https://prom.ua/ua/p1437184821-datchik-urovnya-vodyzhidkosti.html?srsltid=AfmBOoqrVtoTbCoqyNt5XIhWwGlvMloATCSrFkwJ5qjG_U_ppRBsOtmvFy4)

14 <https://arduino.ua/prod3722-vodyanoi-pogryjnoi-nasos-pompa-3-6-v-120lch>