

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматики та управління в технічних системах**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані системи
управління»
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
на тему: «Автоматизована система годування домашніх тварин»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ІА-61
Бевз Катерина Олександрівна _____

Керівник:

асистент кафедри АУТС
Самсоненко Денис Віталійович _____

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедри безпеки
інформаційних технологій
Національного авіаційного університету
Гізун Андрій Іванович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студентка _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматики та управління в технічних системах

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані системи управління»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр РОЛІК

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Бевз Катерині Олександрівні

1. Тема проєкту «Автоматизована система годування домашніх тварин», керівник проєкту Самсоненко Денис Віталійович, асистент, затверджені наказом по університету від «07» травня 2020 р. №1081-с
2. Термін подання студентом проєкту 11.06.2020р.
3. Вихідні дані до проєкту – створити систему, яка здатна автономно годувати кішку середнього розміру (приблизно 3 кг) сухим кормом та поїти водою протягом, принаймні, 3 днів. Тобто вміщати щонайменше 450 г корму та 1 л води.
4. Зміст пояснювальної записки: призначення та область застосування; аналіз та огляд існуючих рішень; постановка задач та вимоги до проєкту; розробка систем та вибір компонентів; розробка програмне забезпечення, діаграм, прототипу інтерфейсу та бази даних
5. Перелік графічного матеріалу: схема структурна; схема функціональна; схема електрична принципова; діаграма прецедентів; презентація; відеоматеріал.
6. Дата видачі завдання 03.03.2020р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
	З'ясування призначення та області застосування розроблюваної систмки	05.04 – 10.04.2020	
	Аналіз існуючих рішень для автоматизованого годування домашніх тварин. Постановка задач та вимог до системи.	12.04 – 17.04.2020	
	Розробка структурної та функціональної схеми автоматизованої системи годування домашніх тварин	19.04 – 24.04.2020	
	Вибір компонентів та розробка схеми електричної принципової	26.04 – 01.05.2020	
	Розробка алгоритму роботи пристрою, програми мікроконтролера, діаграм послідовності, діяльності прецедентів	03.05 – 08.05.2020	
	Розробка прототипу інтерфейсу застосунка, розробка математичної моделі дієти для застосунка	09.05 – 14.05.2020	
	Розробка прототипу бази даних системи	16.05 – 21.05.2020	
	Створення макету системи з мінімально можливою кількістю модулів	23.05 – 28.05.2020	
	Робота над оформленням пояснювальної записки	01.06 – 05.06.2020	

Студент

Катерина БЕВЗ

Керівник

Денис САМСОНЕНКО

АНОТАЦІЯ

Бевз Катерина Олександрівна. Автоматизована система годування домашніх тварин. КПІ ім. І. Сікорського, Київ, 2020.

Ключові слова: автоматизована, годівниця, система годування, застосунок, мікроконтролер, домашні тварини.

Об'єктом дослідження є побутова взаємодія людини з домашніми тваринами, а предметом – автоматизація годування домашніх тварин. Метою розробки є дослідження та створення модульної автоматизованої системи годування домашніх тварин.

У ході роботи над дипломним проєктом була розроблена система, яка спроможна забезпечити догляд за тваринами, а саме годувати, поїти та аналізувати їх здоров'я. Ця система допомагає людям економити час та кошти, а також уникати проблеми про догляді за домашніми тваринами.

Практичним значенням проєкту є те, що його можна використовувати будь-кому для домашніх тварин, таких як кіт та собака, та є можливість вбудувати цю систему в систему «розумного будинку».

Проєкт містить 80 с. тексту, 53 рисунки, 11 таблиць, посилання на 31 літературне джерело, 1 додаток та 4 графічних документи.

SUMMARY

Bevz Kateryna. Automated pet feeding system. I. Sikorsky's KPI, Kyiv, 2020.

Keywords: automated, feeder, feeding system, mobile application, microcontroller, pets.

The object of research is the domestic interaction of humans with pets, and the subject – the automation of pet feeding. The purpose of development is research and creation of the modular automated system of pets feeding .

In the graduation project, was developed a system that can provide care for animals, namely to feed, to water, and analyze their health. This system helps people save time and money, as well as avoid the problem of caring for pets.

The practical significance of the project is that it can be used by anyone for pets, such as a cat and a dog, and there is an opportunity to introduce this system into a «smart home» system.

The project contains 80 pages. text, 53 figures, 11 tables, references to 31 literary sources, 1 annex and 4 graphic documents.

Номер рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. арк.	Номер екзем.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2						
3			Заново розроблена			
4						
5	A4	IA61.320БАК.005 ПЗ	Пояснювальна записка	80		
6	A3	IA61.320БАК.005 Э1	Автоматизована система	1		
7			годування домашніх тварин.			
8			Схема структурна			
9	A3	IA61.320БАК.005 Э2	Автоматизована система	1		
10			годування домашніх тварин.			
11			Схема функціональна			
12	A3	IA61.320БАК.005 Э3	Автоматизована система	1		
13			годування домашніх тварин.			
14			Схема електрична			
15			принципова			
16	A4	IA61.320БАК.005 ПЭЗ	Автоматизована система	1		
17			годування домашніх тварин.			
18			Перелік елементів			
19	A3	IA61.320БАК.005 Д1	Автоматизована система	1		
20			годування домашніх тварин.			
21			Діаграма прецедентів			
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

					IA61.320БАК.005 ТП		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бевз К.О.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Самсоненко Д.В.			Т	1	1
Реценз.					КПІ ім. І. Сікорського ФІОТ Група ІА-61		
Н. Контр.							
Затв.							
					Автоматизована система годування домашніх тварин Відомість технічного проєкту		

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Автоматизована система годування
домашніх тварин»**

Київ – 2020 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ	7
1.1 Призначення автоматизованої системи годування домашніх тварин.....	7
1.2 Область застосування	8
Висновки до розділу 1.....	8
2 АНАЛІЗ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ.....	9
2.1 Аналіз типів систем автоматичного годування домашніх тварин.....	9
2.2 Аналіз годівниці з подачею корму з резервуару.....	13
2.3 Огляд сучасних комерційних проєктів автоматичних годівниць	16
2.3.1 Годівниця Smart HD Pet Feeder PF02	16
2.3.2 Годівниця EasyFeed	18
2.3.3 Годівниця Furrytail Pet Smart	19
2.3.4 Порівняння сучасних комерційних проєктів автоматичних годівниць.....	22
Висновок до розділу 2.....	23
3 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ.....	24
3.1 Ціль та задачі розробки	24
3.2 Складові компоненти системи.....	24
3.3 Вимоги до системи.....	25
Висновок до розділу 3.....	26
4 РОЗРОБКА СИСТЕМ ТА ВИБІР КОМПОНЕНТІВ	27
4.1 Розробка схеми структурної	27
4.2 Розробка схеми функціональної.....	30
4.3 Вибір компонентів	31
4.3.1 Мікроконтролер	31
4.3.2 Виконавчий механізм подачі корму	42

IA61.320BAK.005 ПЗ				
	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розробила	Бевз К.О.			
Перевірив	Самсоненко Д.В.			
Реценз.				
Н. Контр.				
Затв.				
Автоматизована система годування домашніх тварин Пояснювальна записка			Літ.	Аркуш
			Т	2
			86	Аркушів
КПІ ім. І. Сікорського ФІОТ Група ІА-61				

4.3.3	Виконавчий механізм подачі води.....	44
4.3.4	Драйвер двигуна.....	45
4.3.5	Датчики рівня рідини	46
4.3.6	Датчики рівня сипучих матеріалів.....	48
4.3.7	Датчик заїдання.....	49
4.3.8	Блок живлення.....	49
4.4	Розробка схеми електричної принципової	50
	Висновок до розділу 4.....	51
5	РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	52
5.1	Алгоритм роботи пристрою.....	52
5.2	Розробка програми мікроконтролера.....	56
5.3	Розробка діаграми діяльності	59
5.4	Розробка діаграми послідовності	60
5.5	Розробка діаграми прецедентів	62
5.6	Розроблення прототипу інтерфейсу застосунка	64
5.7	Розробка математичної моделі дієти для застосунку.....	68
5.8	Розробка прототипу бази даних	71
5.9	Розробка макету системи	72
	Висновки до розділу 5.....	75
	ВИСНОВКИ.....	76
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	78
	ДОДАТОК А Лістинг коду	81

ВСТУП

Значна частина населення планети має улюбленців, тому існують потреби тварин в отриманні догляду, а також людей – в часі для задоволення вимог перших. Як відомо, час для сучасної людини – це найцінніший ресурс, та інколи його не вистачає для того, щоб приділяти увагу домашнім тваринам. Тому єдиним шляхом вирішення проблем з задоволення потреб усіх сторін є впровадження третьої – автоматизованої системи.

Проект є значущим, тому що може вирішити проблеми людей і тварин завдяки розробленій системі, яка більш функціональна та дешевша існуючих, тому вона буде ширше застосовуватися. Сутність дипломного проекту – це розроблення вдосконаленої та універсальної системи, спрямованої на полегшення процесу догляду за домашніми тваринами шляхом автоматизованого годування та поїння, яке може відбуватися дистанційно завдяки керуванню через мобільний застосунок.

Підставою вибору даної теми стали домашні улюбленці, які дуже часто страждають через відсутність часу господарів на якісний догляд. А також недосконалі існуючі системи, які потребують доповнення, а саме: збільшення функціональності пристрою та застосунку, та зниження вартості. Майже щодня мільйони жителів міст, і не тільки, поспішають на роботу та залишають своїх улюбленців без догляду на тривалий час. Наприклад, для працюючої дорослої людини, яка проводить на роботі в середньому 40 годин на тиждень та має 28 днів відпустки в рік, відрядження – відсутня можливість слідкувати за своєю домашньою твариною в період, коли вона по тим чи іншим причинам знаходиться за межами будинку. Але незважаючи на ритм життя господаря потреби домашніх тварин нікуди не зникають. Їм необхідна регулярність в харчуванні, прийому води, вітамінів та ін.. Хто це усвідомлює, той найчастіше відмовляється від ідеї заводити улюбленця, щоб не завдавати йому шкоди, тому що не можна просто насипати корм вранці і піти по справам, так як нереально

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

пояснити тварині, що вона не має все з'їсти одразу, бо через декілька годин буде голодною, а харчів більше не залишиться. Тому вихідні дані проекту – це система, яка спроможна вирішити проблеми тварин, шляхом догляду за ними; людей – мінімізацією витрат часу на турботу за улюбленцями та забезпечення їх кількістю можливостей та функцій системи, а також ціною [1, 2].

У сучасному світі на просторах інтернету можна знайти та замовити різні пристрої для свого улюбленця, наприклад, ошейник з GPS маячком, самоочисний лоток, рибку-робота, що плаває та наповнює акваріум і безліч іншого. Автоматизували навіть «миску» для тварин. Щоправда це не настільки популярне та розповсюджене явище, але воно вже присутнє в масах та поступово поширюється. Декілька брендів малої побутової техніки пропонують придбати для своєї тварини годівницю, яка сама насипає їсти. Це невеликий робот, який порційно заповнює миску кормом з основного резервуару. Щоправда цього замало, сучасна годівниця повинна мати зворотній зв'язок з користувачем, додаткові функції керування та отримання даних. Вона має бути інтуїтивно зрозумілою, естетично привабливою, містити в собі деякі функції, які на ринку представлені як окремі прилади, бо розвиток технологій і широке коло пропозицій робить користувачів більш прискіпливими та вибагливими, тому стан розробленості подібних рішень можна назвати середнім, це пояснюється тим, що системи не досконалі та дорогі, через що вони недостатньо популярні. Також існує необхідність додаткових дослідів та розроблень. Створення такої системи є актуальним на даний час, оскільки існуючі системи не спроможні вирішити всі питання взаємодії тварин і людей.

Об'єктом дослідження є побутова взаємодія людини з домашніми тваринами, а предметом – автоматизація годування домашніх тварин.

Основна мета дипломного проекту – закріплення теоретичних знань шляхом дослідження та створення автоматизованої системи годування домашніх тварин, яка робить життя людини та тварини комфортнішим.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання проєкту полягає в розробленні модульної системи, яка поєднує у собі робота-годівницю, яким можна керувати завдяки мобільному застосунку: насипати корм, наливати воду, слідкувати за рівнем корму та води, спостерігати за твариною через вбудовану камеру, контролювати стан годівниці та здоров'я тварини, та сам застосунок, який керує усім функціоналом годівниці.

Практичне значення проєкту – це можливість будь-кому застосовувати його для догляду за домашніми тваринами, такими як кіт та собака; також існує можливість вбудувати цю розробку в систему «розумного будинку».

Дипломний проєкт має наступну структуру:

- призначення та область застосування;
- аналіз та огляд існуючих рішень;
- постановка задач та вимоги до проєкту;
- розробка системи та обрані компоненти;
- програмне забезпечення;
- лістинг коду.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Призначення автоматизованої системи годування домашніх тварин

Необхідність годування дрібних домашніх тварин під час відсутності вдома господарів у робочі й вихідні дні, відпустку, чи в інших випадках, особливо коли котів чи собак потрібно залишати на самоті навіть на більше днів, добре відома. Також не дуже простою задачею є пошук людей, які зможуть доглянути за твариною в цей період. Тому дуже часто власникам доводиться лишати своїх улюбленців без нагляду. Але це не вихід, адже такі ситуації можуть спричинити матеріальні збитки у вигляді ремонту, походів до ветеринара. Не секрет, що тварини потребують регулярного та збалансованого харчування. Адже воно впливає на здоров'я зубів, травлення, поведінку та самопочуття вихованців. Також, як і людям, їм важливо підтримувати нормальну вагу.

Така система підходить дбайливим господарям, які з певних обставин не мають змоги якісно слідкувати за улюбленцями. Вона повинна використовуватися в домашніх умовах для котів та малих або середніх собак. Особливо, якщо фізичний стан тварини потребує правильного режиму харчування. Для тварин вона може:

- вчасно насипати їжу та наливати воду;
- контролювати кількість з'їденого;
- робити висновки про стан здоров'я улюбленця, шляхом аналізу апетиту;
- розробляти програму харчування на основі характеристик тварини та цілей щодо ваги.

А для господарів годівниця здатна:

- повідомляти про відсутність корму в резервуарі чи мисці;
- повідомляти про стан здоров'я тварини;
- пропонувати правильну дієту для тварини;

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- дати можливість спостерігати за улюбленцем.

Призначення проєкту полягає в тому, щоб розробити модифіковану систему на базі існуючих, для того, щоб вони могли більш якісно виконувати функції взаємодії людини та тварини.

1.2 Область застосування

Розробка може бути застосована будь-якою компанією, яка за нестачі бюджету не має змоги розробити власну систему годування тварин. Вони отримають змогу використати вже існуюче рішення проблеми. Таким чином розроблена система може застосовуватися як окрема автоматизована годівниця, при цьому бути більш функціональною та дешевшою в порівнянні з аналогічними рішеннями. Крім того розробку можна використати як модуль системи «розумного будинку». Наприклад, запропонувати таке рішення MIUI Global. Це департамент компанії Xiaomi, який протягом останніх 8-ми років допомагає розвитку більш ніж 200 компаній-стартапів [3]. Таким чином завдяки розробленій системі проєкт «розумного будинку» буде більш функціональним та прибутковим.

Висновки до розділу 1

В першому розділі було з'ясовано, що система призначається зайнятим людям, які потребують допомоги з доглядом за домашніми улюбленцями, а також самим тваринам, яким необхідне регулярне харчування. Надалі розробка може бути використана невеликими компаніями для реалізації продукту, або поглинута та влаштована в систему «розумного будинку».

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

2.1 Аналіз типів систем автоматичного годування домашніх тварин

Перш ніж з'ясувати якою має бути система необхідно дослідити яких типів бувають аналогічні рішення. Де, як не в інтернет-магазинах можна побачити та замовити найрізноманітніші автоматичні годівниці для тварин. Тому огляд почався саме з них. Як не дивно, пошукова система вважає, що «автоматична годівниця для домашніх тварин» – це в першу чергу відома вже десятки років механічна годівниця, зображена на рисунку 1 [4]. Мабуть всі не один раз бачили миску з приєднаним до неї резервуаром, з якого сиплеться корм до заповнення миски, тобто якщо тварина щось з'їдає, то корм одразу пересипається в миску. Таких годівниць і поїлок дуже багато, їх єдина перевага – ціна, але вони зовсім не задовольняють потреб сучасної людини, бо вона дає стільки ж користі, як і просто велика миска чи відкритий мішок з кормом. Тому такі годівниці не варті уваги, треба знайти щось дійсно автоматизоване.



Рисунок 1 – Механічна годівниця [4]

Наступний сегмент ринку, який також важко назвати автоматичним – це годівниці-іграшки, приклад на рисунку 2 [5]. Вцілому, це годівниці, з яких, наприклад, котик має лапками дістати зі стаканчиків, чи дірочок собі корм. Такі

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

годівниці коштують значно дорожче своїх попередників, що нічим не обґрунтовано. Зазначені пристрої необхідно в першу чергу розглядати в якості іграшки з заохоченням, а не як систему для годування. Навіть, якщо аналізувати таку годівницю в контексті іграшки вона повинна бути більш цікавою та функціональною, особливо коли вибагливий сучасний користувач купує дану річ за 13-23\$.



Рисунок 2 – Розвиваюча годівниця [5]

Як продовження цього сегмента, але більш автоматизовані, існують також дозатори для корму (рисунок 3), які мають влаштовану камеру та мікрофон і керуються з мобільного застосунку [6]. Господар може розмовляти з твариною, спостерігати, давати команди, гратися, дати йому завдання і якщо улюбленець його виконає, то завдяки такому пристрою можна кинути шматочок корму. Це гарний прилад, але в контексті іграшки.



Рисунок 3 – Дозатор корму [6]

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

Більш цікавими є годівниці з таймером зображені на рисунку 4. Їх можна вважати еволюційним продовженням механічних, вони більш сучасні та здатні доглянути за домашнім улюбленцем, коли господар на роботі. Найпопулярніші моделі належать фірмі Trixie, яка пропонує обрати пристрій, який ідеально підходить під конкретний стиль життя [7]. Годівниці з таймером можна поділити на два види. Перший – ємкість з кришкою, існують моделі з однією мискою, або двома, залежно від того, як часто потрібно годувати домашнього улюбленця в період відсутності господаря. Принцип роботи такий: необхідно всипати корм, та навести таймер на час, коли необхідно годувати. Працює від батарейок типу АА. Другий – багатосекційна система. Зовні така годівниця схожа на робот-пилосос, пульт управління якого сховано під кришкою, а чотири чи шість секцій з кормом обертаються. Принцип роботи наступний: необхідно насипати корм та навести таймер частоти обертання. Вид живлення таких годівниць – батарейки типу С. Зазначені годівниці дійсно можуть бути корисними в побуті, якщо людина не планує відлучатися більше ніж на добу.



Рисунок 4 – Годівниця з таймером [7]

Ще один цікавий та незвичайний тип – годівниця з розпізнаванням мікрочіпу, зображено на рисунку 5 [8]. Зовні – це миска, вкрита прозорою кришкою, яка піднімається, коли улюбленець, на якому ошийник з мікрочіпом, наближається дуже близько. Вона ідеально підходить, якщо вдома є декілька

улюбленців, адже забезпечує потрапляння корма тому, кому треба. Проте велика проблема такої годівниці – відсутність можливості дотримуватись режиму харчування та обмеження в один прийом їжі.



Рисунок 5 – Годівниця з мікро чіпом [8]

Та, нарешті, «найрозумніший» сегмент ринку – програмовані годівниці (рисунок 6), які керуються через мережу Інтернету. Такі системи найбажаніші, найцікавіші та найдорожчі, вони мають багато корисних функцій і вписуються в картину сучасного життя, здатні спростити побут людей. Вони мають можливість керуватися та налаштовуватися за допомогою спеціальних мобільних застосунків, живляться від розетки та батарейок, деякі мають камеру спостереження та можливість звукозапису [9].



Рисунок 6 – Автоматизована годівниця [9]

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

Годівниця розділяє корм на порції завдяки шнеку і з його допомогою насипає. Більшість таких пристроїв мають вмонтовані датчики, наприклад, датчик наповнення резервуару, захисту від застрягання їжі, від потрапляння лапок тварини в пристрій. Найбільша відмінність від попередників – це великий резервуар з кормом, що дозволяє не насипати харчі щоденно, тим самим – можливість залишати улюбленця на тривалий час. Тому даний тип годівниць найбільш придатний для подальшого дослідження.

2.2 Аналіз годівниці з подачею корму з резервуару

Як виявив огляд типів годівниць, найбільш вдала конструкція пристрою з великим резервуаром, тому про подібні системи необхідно дізнатися якомога більше. Цікавим є те, що така годівниця була запропонована ще в 1988 р. Джеймсом О. Ессекс. Такий винахід мав забезпечити тварину заздалегідь визначеною порцією їжі в певний проміжок часу. А також в подальшому було можливе розроблення подачі води та засобів для перемішування харчових матеріалів. Пристрій має подати їжу тільки тоді, коли це дозволить механізм хронометражу і тільки у тому випадку, якщо миска практично порожня.

На позначеннях рисунку 7, видно, що подавальний пристрій 10 включає корпус 12, який має цільно-формований водопровід 14. Вхід 13 розміщений у бічній стінці корпусу 12. Корпус 12 ступінчастої форми, а водопровід 14 розміщений уздовж горизонтальної поверхні, яка прилягає до стоячої частини, що використовується для вміщення резервуарів для води та бункера для їжі або приймального засобу 20. Бункер для їжі 20 розташований під кришкою 22, а його відкритий кінець з'єднаний з ліктем 26, через яку простягається шнек 28.

Резервуар 30 для зберігання рідини знаходиться в комунікаційній пустоті з Y-подібною муфтою для рідини 32, розділовий елемент 34 є нижньою межею резервуару 30, а поплавковий клапан 35 регулює потік води до цього резервуару. Жолоб 36, який має інший кінець, розміщений над харчовим

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

посудом 38 – дискретним елементом, який проходить через круговий отвір 40, який є розміром, щоб забезпечити вільний вертикальний рух страви 38.

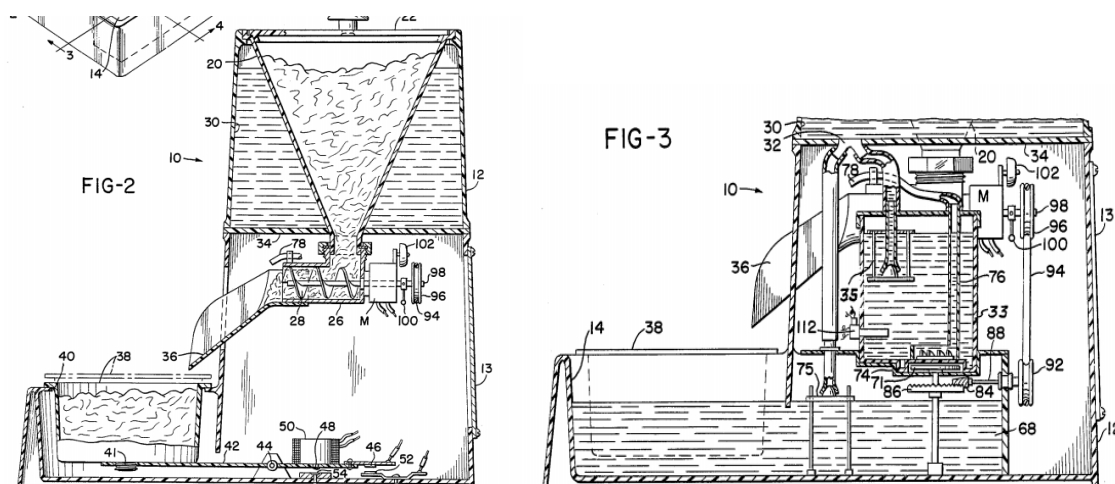


Рисунок 7 – Годівниця в розрізі [10]

Важіль 42 підтримується поворотом 44, розташованим біля середини важеля 42. На іншому осьовому кінці важеля 42 немає, розташований перший контакт 46 і упорний елемент або сердечник 48. Співпраця з упорним елементом або сердечником 48 являє собою електромагніт і ваговий вузол 50. Перший контакт 46 і упорний елемент або сердечник 48 розташовані відповідно для зачеплення з другим контактом 52 та стоп-контакт 54 [10].

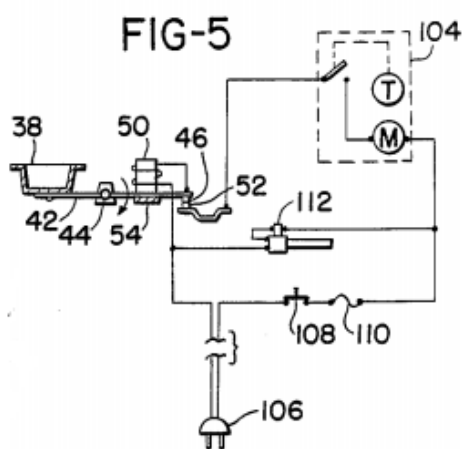


Рисунок 8 – Механізм годівниці [10]

На рисунку 8 можна побачити механізми цієї годівниці. Механізм таймера 104 включає двигун, який приводить в дію механізм комутації, ідентифікований літерою Т, що дозволяє користувачеві відрегулювати час, протягом якого інтегральний комутатор закриється, і, переважно, також дозволить регулювати тривалість, протягом якої інтегральний комутатор зачинено. Схема також включає штепсельну вилку 106 для підключення до звичайного джерела живлення. Головний вимикач живлення 108 з'єднаний послідовно з запобіжником 110. Тепловий елемент 112, нагріває воду в резервуарі 33 теплої води до заданих параметрів. Важіль 42 буде обертатися навколо повороту 44, викликаючи перший контакт 46, а другий контакт 52, щоб закрити і завершити контур для приводу двигуна М запустить шнек 28 протягом другого заздалегідь визначеного періоду. Таймер Т забезпечується потужністю, коли перемикач 108 закритий. Як найкраще видно на рисунку 7, механізм 104 таймера може містити ударник 100, встановлений на валу 98, який взаємодіє зі дзвоном 102. Дзвін 102 має функцію передачі сигналу тварині, що подається їжа. У випадку, якщо харчовий посуд 38 заповнений, перший контакт 46 і другий контакт 52 будуть відокремлені, і, отже, потужність ніколи не буде подаватися на двигун М, який приводить в рух шнек 28. Електромагніт і ваговий вузол 50 мають функцію утримування зупиняючих елементів 48 і 54 разом, а отже, контакти 46 і 52 разом, поки контакти в механізмі 104 таймера закриті.

Дослідивши принцип роботи такої годівниці можна зрозуміти, що наразі технологія подачі корму є застарілою, на відміну від конструкції винаходу. Рішення зі шнеком може ідеально підійти для створюваної системи, бо цей механізм простий та дешевий у виконанні, а також завдяки цьому можна легко та максимально точно контролювати порції їжі. Не слід лишати без уваги стінки резервуарів, виконані під нахилом, це дозволяє не залишатися зайвому корму в кутках та на дні.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

2.3 Огляд сучасних комерційних проєктів автоматичних годівниць

2.3.1 Годівниця Smart HD Pet Feeder PF02

Розумна годівниця для тварин Smart HD Pet Feeder PF02 зображена на рисунку 9 – це апарат на ринку смарт-пристроїв, який додатково розвиває концепцію «розумного будинку». Вона допомагає більше не турбуватися господарю за домашнього улюбленця, коли його немає вдома або він затримується. Пристрій здатний автоматично надавати певні порції їжі по заданому таймером або простою командою на смартфоні зі спеціального застосунку, а завдяки вбудованому мікрофону і камері, можна не тільки бачити і чути вихованця, а й є можливість покликати його до годівниці та вчити командам. Характеристики годівниці можна переглянути в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика Smart HD Pet Feeder PF02

Дизайн	Годівниця має форму паралелепіпеда. Виконана в білих та чорних глянцевиx тонах.
Розмір (ДхВхШ), см	21,2 x 37,8 x 39,4
Вага, кг	2,3
Живлення	від мережі або батарейок
Бездротове з'єднання	WI-FI
Об'єм резервуара для їжі	6 л
Об'єм лотка для їжі	100мл
Веб камера	1280x960 p, лінза – 2.1 мм, кут – 100°
Керування	Смартфон з операційними системами iOS / Android



Рисунок 9 – Smart HD Pet Feeder PF02 [11]

Завдяки мобільному застосунку (рисунок 10) можна керувати годівницею, спостерігати за здоров'ям тварини, налаштовувати прийоми їжі, але не більше 12 разів на день. Наявні такі режими роботи: автоматичний, ручний, дистанційний. Завдяки камері та динаміку можливий двосторонній голосовий зв'язок і відеоспостереження. Інформація зберігається на microSD до 64 Гб.

Подача корму здійснюється з резервуару, який має кубічну форму з заокругленими кутами. Таке конструкційне рішення є не зовсім вдалим, через те, що корм буде застрягати в кутках. Знизу резервуара прикріплений циліндр, який поділений на секції. Коли приходить час насипати їжу, то наповнена секція повертається і пересипає свій вміст в миску [11].

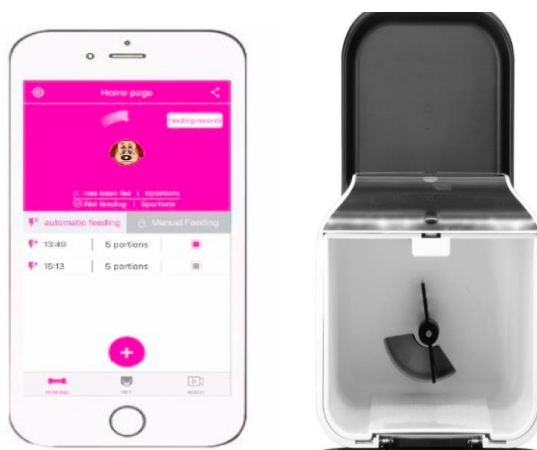


Рисунок 10 – Мобільний застосунок та внутрішній механізм Smart HD Pet Feeder PF02 [11]

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.3.2 Годівниця EasyFeed

Компанією Gosh в Лос-Анджелес була представлена автоматична годівниця для годування домашніх тварин – easyFeed (рисунок 11). Дана модель має резервуар, що розділена на дві частини: для їжі і води. Через застосунок (рисунок 12) господар спроможний спостерігати, дресувати свого вихованця, даючи йому заохочуючий корм. Також наявний аналіз здоров'я, споживаної їжі з підрахунком калорій, поступове введення в раціон вихованця нової їжі, складання графіка годування з установкою обсягу порції, аналіз наповненості резервуарів, дозатор для перекусів, двосторонній голосовий та відео зв'язок, автоматичне замовлення їжі. Характеристики в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика EasyFeed

Дизайн	Годівниця має форму ящика з заокругленими краями.
Розмір (ДхВхШ), см	40 x 47 x 44
Вага, кг	6,6
Живлення	від мережі
Бездротове з'єднання	WI-FI
Об'єм резервуара для їжі	20 чашок
Об'єм резервуара для води	6 л
Об'єм лотка для їжі	4 чашки
Об'єм лотка для води	0,8 л
Веб камера	720p
Керування	Смартфон з операційними системами iOS / Android



Рисунок 11 – Годівниця EasyFeed [12]

Корм засипається з резервуару, який виконаний у формі перевернутої зрізаної піраміди. Така конструкція допомагає запобігати застряганню їжі в кутках. Зачіпляючи корм, зубчасті лопаті перекидають його в миску. Вода наливається в спеціальний висувний контейнер, клапан якого допомагає уникнути виливанню води при його установці (рисунок 12). Можливість діставати резервуари та миски мінімально забезпечує гігієнічність прийомів їжі [12].

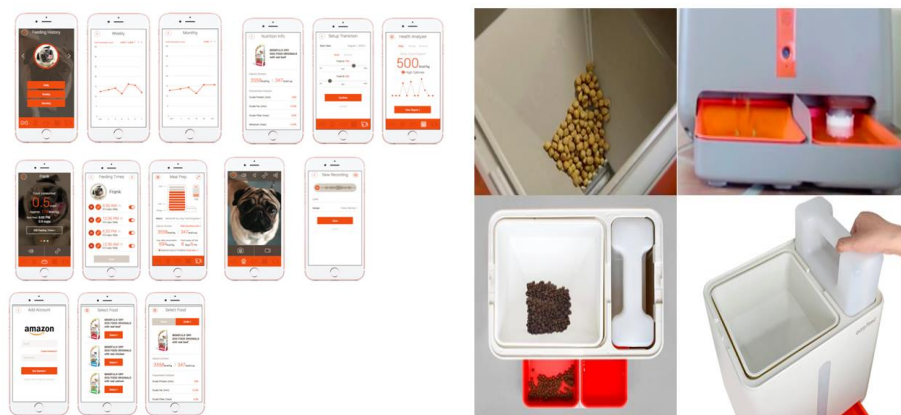


Рисунок 12 – Застосунок та внутрішній механізм EasyFeed [12]

2.3.3 Годівниця Furrytail Pet Smart

Розумна годівниця від компанії Xiaomi – Furrytail Pet Smart (рисунок 13) призначена для котів та малих собак. Крім загальновідомих функцій «розумної» годівниці виробник обіцяє якнайдовше зберігати корм смачним та

					IA61.320BAK.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

свіжим використовуючи кільце ущільнювач на верхній кришці, вбудованого осушувача і ущільнювача на люці видачі корму. Вони забезпечують багатоступеневий захист їжі від окислення і зовнішнього повітря. Характеристика годівниці наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика Furrytail Pet Smart

Дизайн	Годівниця має форму циліндра. Кольорова гамма даної моделі представлена тільки в поєднанні білого і чорного кольорів, та металевієї миски
Розмір (ДхВхШ), см	33,4 x 19,6 x 35,2
Вага, кг	2,2
Живлення	від мережі, резервне живлення – акумулятори
Бездротове з'єднання	WI-FI
Об'єм резервуара для їжі	4 л
Об'єм лотка для їжі	30 мл
Керування	Смартфон з операційними системами iOS / Android



Рисунок 13 – Годівниця Furrytail Pet Smart [13]

У застосунку можна створити план харчування за вагою тварини та аналізувати споживання їжі, скласти графік годування з установкою обсягу порції. Особливостями конструкції є шестисекційна перегородка і щітка з м'якого пластику, яка перед видачею чітко розділяє сухий корм на порції по 6 грам, при цьому запобігаючи утворенню засмічень в механізмі. Канал для подачі корму забезпечує вільний рух частинок діаметром до 13 мм, дозволяючи заправити годівницю майже будь-яким кормом для кішок або навіть для собак малих і середніх розмірів. Подає корм під мінливим кутом – з 62,3 ° до 42 ° і забезпечує вільний рух гранул корму без затримок (рисунок 14).



Рисунок 14 – Система насипання корму, ущільнювач, осушувач [13]

Інфрачервоний датчик (рисунок 15) постійно стежить за кількістю наявного корму, і як тільки буде виявлена його нестача, на годівниці загоряється червоний індикатор, а в застосунок прийде повідомлення з нагадуванням додати корму. Під мискою встановлений модуль визначення ваги, що дозволяє дізнатися скільки всього було з'їдено. Завдяки датчику припиняє роботу і кришка подачі корму (рисунок 15), якщо виявляє на своєму шляху сторонні предмети.

Крім того, виробник говорить про безпечність використаних матеріалів, захист від ураження струмом і запобігання небажаного відчинення отворів чи перегризання шнурів [13].

					IA61.320BAK.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

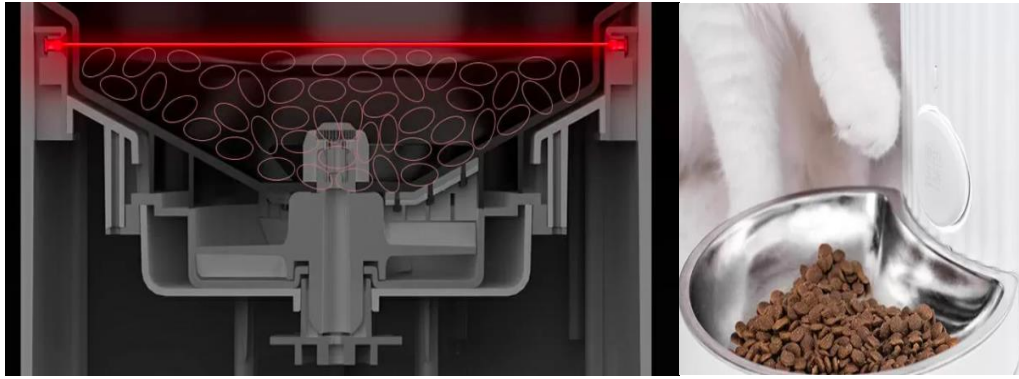


Рисунок 15 – Датчики годівниці [13]

2.3.4 Порівняння сучасних комерційних проєктів автоматичних годівниць

Популярні по запитам в інтернет-магазинах та найчастіше оглядаються в блогах та відеоблогах такі годівниці: Smart HD Pet Feeder PF02, easyFeed, Furrytail Pet Smart. Порівняння популярних комерційних автоматизованих пристроїв допоможе зрозуміти, які мінімальні вимоги мають бути в ідеальній системі, для того щоб вона могла бути корисною й успішною. Таблиця 2.4 допоможе наочно виявити основні критерії для розробки автоматизованої годівниці, а також переваги та недоліки існуючих.

Таблиця 2.4 – Порівняння комерційних годівниць

Характеристика	Smart HD Pet	easyFeed	Furrytail Pet Smart
підключення до мережі WI-FI	+	+	+
резервне живлення	+	-	+
Керування з мобільного застосунку	+	+	+
відсутній ліміт кількості прийомів їжі	-	+	-
кнопка ручного управління	+	-	+

індикатор	+	-	+
датчик наповнення резервуару	+	+	+
датчик наповнення миски	-	-	+
відеозйомка	+	+	-
голосовий зв'язок	+	+	-
захист від засорів	-	+	+
захист від небажаного зовнішнього втручання	-	-	+
захист від швидкого псування корму	-	-	+
можливість помити резервуар	+	+	+
оснащення поїлкою	-	+	-
можливість розрахунку норми корму	-	+	+
аналіз здоров'я тварини	+	+	+
дозатор для їжі в процесі гри	-	+	-

Висновок до розділу 2

У розділі 2 виконано огляд та аналіз типів годівниць. Годівниці бувають: механічні; інтерактивні; дозатори для; з чіпом, які добре підходять, коли вдома багато тварин, бо вони розблоковуються лише тоді, коли підходить «власник» миски; на таймері – мають секції, що відкриваються по завчасно встановленій хронології; програмовані з резервуаром – це багатофункціональні годівниці, які керуються завдяки мобільному застосунку. Була досліджена структура годівниці з резервуаром. Зроблено огляд популярних комерційних рішень, та виконано порівняння їх конструкцій, функцій пристрою та застосунку.

3 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ

3.1 Ціль та задачі розробки

Основною метою є створення удосконаленої системи автоматизованого годування домашніх тварин, яка представляє собою багатофункціональну модульну годівницю з резервуарами для корму та води, що керується через мобільний застосунок.

Ціль: створення універсального модульного продукту, який здатний задовольнити потреби користувача та підтримувати здоров'я домашнього улюбленця.

Задачі, які необхідно виконати:

- розробити систему;
- обрати компоненти;
- розробити програму мікроконтролера;
- розробити прототип інтерфейс застосунку.

3.2 Складові компоненти системи

Враховуючи інформацію одержану з огляду комерційних рішень, можна виділити три основні складові для універсальної системи: пристрій, сервер, мобільний застосунок.

Пристрій – це універсальна годівниця, яка створена на основі найкращих існуючих конструкційних рішень. Він повинен мати:

- з'ємний резервуар для корму;
- з'ємний резервуар для води;
- датчик наповнення резервуарів;
- з'ємні миски;
- датчик наповнення мисок;
- датчик заїдання;

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- таймер;
- кишенька для мішка поглинання вологи;
- живлення від мережі;
- режим енергозбереження;
- резервне живлення;
- кнопку й індикатор ручного керування;
- відеоспостереження.

Сервер – обслуговуючий пристрій, який створений з метою зберігання інформації з годівниці та надання її користувачеві на застосунок за запитом, або шляхом генерації попереджувальних сповіщень.

Застосунок – програмне забезпечення, розроблене на основі функціоналу застосунків існуючих рішень для задоволення таких можливостей:

- підрахунок калорій та створення дієти тварини;
- встановлення розміру порцій, їх кількість;
- повідомлення про годування та стан системи;
- обробка інформації та визначення стану здоров'я тварини;
- спостереження по веб камері;
- замовлення корму в інтернет-магазині.

3.3 Вимоги до системи

Годівниця для роботи повинна бути підключеною до живлення та мережі Інтернету. Але слід убезпечити користувача та його тварину від можливих збоїв з електроенергією та відсутністю мережі. Система має безперебійно працювати. Отже, необхідно відокремити такі режими роботи, як з наявним та відсутнім зв'язком. Для коректної роботи потрібно, щоб після авторизації користувача частина даних (інформація про графік харчування та порції) передавалася й зберігалася на пристрій, і за відсутності Інтернету вмикався таймер. Режим роботи з відсутністю та наявністю живлення. При нестачі

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

основного виду живлення необхідно забезпечити безпомилковий перехід годівниці на резервне живлення від батарейок.

Сервер має надати користувачеві можливість взаємодіяти з годівницею через застосунок. Він повинен забезпечити зберігання даних про тварину, графік годування, журнал прийому їжі. Та передати інформацію за вимогою господаря. Крім того зберегти дані про графік годування на мікроконтролер.

Також слід передбачити вимоги та бажання користувача до застосунку. Основною вимогою до інтерфейсу і авторизації має бути миттєве потрапляння в меню графіку прийомів їжі, і тільки з нього перехід до реєстрації і створення тварини, якщо людина бажає розрахувати все в застосунку, а саме: параметри прийомів їжі, налагодження графіка харчування. Застосунок не повинен в обов'язковому порядку змушувати користувача підв'язувати обліковий запис чи реєструватися, а інтерфейс має бути оснащеним інтуїтивно зрозумілим розташуванням кнопок, умовними позначеннями, підказками. Це допоможе уникнути таких проблем як у годівниці Хіаомі, яка лише на китайській мові та вимагає реєструватися за китайськими номерами. Також користувачу мають бути запропоновані різні види годування улюбленця. Перше – тільки ручне управління, годування через застосунок (частково ручне) та повністю автоматичне, яке дає можливість господарю згадувати про годування тільки, коли треба засипати корм.

Висновок до розділу 3

У третьому розділі була поставлена ціль створити універсальну модульну систему, яка допоможе налагодити процес догляду за тваринами та визначені задачі для досягнення цілі. Сформовані вимоги до системи, а саме до: пристрою, серверу та застосунку.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

4 РОЗРОБКА СИСТЕМ ТА ВИБІР КОМПОНЕНТІВ

4.1 Розробка схеми структурної

Функції ядра системи може виконувати, як мікроконтролер так і мікропроцесор. Годівниця, у своїй основі, не складний пристрій. Для її реалізації необхідно знайти баланс між продуктивністю компонентів та їх розміром, який вони будуть займати в корпусі, тим самим зменшуючи доступне місце під резервуар з водою та кормом, впливаючи на їх розташування. Мікропроцесор – це керуючий блок мікрокомп'ютера, виготовлений на невеликій мікросхемі, здатний виконувати арифметичні та логічні операції, спілкуватися з іншими підключеними до нього приладами. Він виконує арифметичні та логічні операції над даними, отриманими з пам'яті або пристрою введення. Реєстраційний масив складається з регістрів та акумулятора. Спочатку вказівки зберігаються в пам'яті у послідовному порядку. Мікропроцесор отримує команди з пам'яті, потім розшифровує їх і виконує інструкції, поки не буде досягнута інструкція зупинки. Пізніше надсилає результат у двійковій формі на вихідний порт. Між цими процесами реєстр зберігає тимчасово дані, і арифметично логічна одиниця виконує обчислювальні функції.

Особливостями будь-якого мікропроцесора є:

- економічність, мікропроцесорні мікросхеми доступні за низькими цінами, що призводить до низької вартості;
- розмір, він має мікросхему невеликого розміру, отже, портативний;
- низьке споживання електроенергії, мікропроцесори виготовляються за допомогою напівпровідникової технології металооксиду, яка має низьке енергоспоживання;
- універсальність, ми можемо використовувати одну і ту ж мікросхему в ряді програм, налаштовуючи програмне забезпечення;

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

– надійність, коефіцієнт виходу з ладу в мікропроцесорах дуже низький.

Мікроконтролер є невеликим і недорогим мікрокомп'ютером, який призначений для виконання конкретних завдань вбудованих систем відображення інформації, таких як у мікрохвильовій печі, при отриманні віддалених сигналів і т.д. Він складається з процесора, пам'яті, послідовних портів, периферійних пристроїв (таймери, лічильники) тощо.

Різницю між мікропроцесором і мікроконтролером можна побачити в таблиці 4.1 [14].

Таблиця 4.1 – Порівняння мікроконтролера та мікропроцесора

	Мікроконтролер	Мікропроцесор
Ціль використання	для виконання одного завдання в застосунку	для великих застосувань
Вартість його проектування та обладнання	низька	висока
Заміна	легко	не просто
Енергоспоживання	побудований за технологією CMOS, яка вимагає меншої енергії для роботи	високе, оскільки він має контролювати всю систему
Складові системи	процесорів, оперативної пам'яті, постійно запам'ятовуючий пристрій, портів вводу / виводу.	не складається з, постійно запам'ятовуючий пристрою, портів вводу / виводу, а використовує свої штифти для взаємодії з периферійними пристроями

Мікропроцесор поступається функціоналом мікроконтролеру, але виграє у тому, що під нього можна підібрати різноманітну периферію, що буде ефективною саме для розробки. Проблемою у даному випадку буде те, що мікропроцесор зі своєю периферією будуть займати достатньо велику частину об'єму годівниці, та їх сумарна вартість значно перевищить ціну

мікроконтролера. Стане присутня надлишкова продуктивність та необхідність в вищій кваліфікації, виконанні більшого об'єму праці при роботі на програмному рівні, що ускладнює процес розробки. Виходячи з перерахованих за і проти було обрано компактний мікроконтролер.

Наступним вагомим елементом є блок виконавчих механізмів. До нього входять механічні елементи, керування яких відбувається за допомогою мікроконтролера. Проте існують деякі нюанси. Наприклад, якщо вільних ніжок мікроконтролера менше ніж кількість елементів, які підключаються, або мікроконтролер не може напряму взаємодіяти з компонентом, то необхідно додати блок, який буде виконувати функції по вирішенню наведених вище ситуацій. Наприклад, блок перетворювачів сигналу, блок драйверів і т.п.. Також необхідно додати блок механічних елементів з яким система взаємодіє на основі наявних виконавчих компонентів.

Наступними елементами є датчики. Вони дають можливість відстежувати та контролювати стан системи годівниці. Дані елементи взаємодіють як з виконавчими механізмами, так і з іншими компонентами годівниці та ядром системи. Тому було введено блок датчиків.

Далі в залежності від типу датчиків (аналогові чи цифрові), від того чи АЦП міститься в датчику або в мікроконтролеру, чи необхідна додаткова периферія – потрібно додати блок АЦП, або вказати що він включений відповідно або до блоку датчиків, або до мікроконтролера.

На цьому розробку схеми системи можна завершити. Але потрібно врахувати, що сама по собі годівниця не зможе нормально працювати, так як вона не має ніякого завдання на виконання, що надходило б на мікроконтролер. Тому необхідно додати керуючий елемент, а саме блок мобільного застосунку, який пов'язував би розроблювану годівницю з користувачем і дозволяв як виводити інформацію про стан системи на застосунок, так і керувати нею. Зі структурною схемою можна ознайомитись в кресленні ІА61.320БАК.005 Э1.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розробка схеми функціональної

На основі структурної схеми було розроблено функціональну схему. Слід розпочати з мікроконтролера. В нього необхідно зашити певну логіку керування системою. Виходячи з вимог до годівниці, він має включати в себе: АЦП та опитувач датчиків, для взаємодії з ними; камеру, для спостереження за домашнім улюбленцем; модуль Wi-Fi, для керування за допомогою мобільного застосунку; карту пам'яті, для можливості зберігати дані про графік роботи годівниці; таймер, для автономної роботи. Для забезпечення взаємодії між мікроконтролером та виконавчими елементами потрібен драйвер.

До виконавчих елементів у даному випадку належать помпа та двигун, що взаємодіють з відповідними механічними елементами. Помпа перекачує воду з резервуара до миски для води. Двигун в свою чергу керує шнеком за допомогою якого корм з відповідного резервуару потрапляє до миски для корму.

Для того щоб робота механічних елементів мала сенс необхідно контролювати різні параметри системи, такі як:

- рівень води у резервуарі;
- рівень корму у резервуарі;
- рівень води в мисці;
- рівень корму в мисці;
- стан шнеку на можливість заїдання корму.

Для моніторингу кожного з наведених параметрів необхідно підключати відповідний датчик. Дані з них обробляються на елементах мікроконтролера та передаються на мобільний застосунок і доносяться до користувача, або як у випадку з заїданням корму, автоматично подається завдання на двигун. Після чого за допомогою мобільного застосунку і на основі даних з датчиків можна виконувати керування системою годівниці.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку коли доступ до Wi-Fi неможливий, передбачена система як ручного так і повністю автономного функціонування, графік якого зберігається на карті пам'яті. Функціональну схему можна побачити в кресленні схеми ІА61.320БАК.005 Э2.

4.3 Вибір компонентів

4.3.1 Мікроконтролер

Мікроконтролер або однокристальний мікрокомп'ютер представляє собою мікросхему, яка містить мікропроцесор, оперативну та постійну пам'ять, порти вводу та виводу та блоки із спеціальними функціями. При проєктуванні мікроконтролерів доводиться дотримувати баланс між розмірами і вартістю з одного боку і гнучкістю і продуктивністю з іншого. Для різних застосувань оптимальне співвідношення цих і інших параметрів може розрізнятися дуже сильно. Тому мікроконтролери поділяються на різні категорії на основі пам'яті, архітектури, бітів та наборів інструкцій. На основі бітової конфігурації мікроконтролер далі поділяється на три категорії: 8-бітний, 16-бітний, 32-розрядний. Виходячи з конфігурації пам'яті, він поділяється на 2 типи: зовнішньої та вбудованої. За набором інструкцій, мікроконтролер діляться на CISC розшифровується як комплексний комп'ютер із набором інструкцій та RISC – зменшеними інструкціями.

Для вибору мікроконтролера необхідно обрати сімейство, порівнявши їх характеристики, які наведені в таблиці 4.2 [15].

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Порівняння сімейств мікроконтролерів

	8051	PIC	AVR	ESP32	ARM
Розрядність	8 біт	8/16/32 біт	8/32 біт	32 біт	32 біт,64 біт
Інтерфейси	UART, USART, SPI, I2C	PIC,UART, USART, LIN,CAN, Ethernet, SPI, I2S	UART, USART, SPI, I2C, інколи CAN, USB, Ethernet	SAR ADC, DAC, GPIO,SPI, I2S, I2C , UART,SD, SDIO, CEATA, MMC,SDI O, SPI, Ethernet MAC,CAN , PWM,LED PWM	UART, USART, LIN, I2C, SPI,CAN, USB, Ethernet, I2S, DSP, SAI, IrDA
Швидкість	12 тактів	4 такта	1 такт	1 такт	1 такт
Пам'ять	ROM, SRAM, FLASH	SRAM, FLASH	Flash, SRAM, EEPROM	SRAM	Flash, SDRAM, EEPROM
Енерговикористання	Середнє	Низьке	Низьке	Низьке	Низьке
Ціна	Низька	Середня	Середня	Низька	Низька

Мікроконтролери 8051 були розроблені Intel в 1981 році. Це 8-бітні мікроконтролери. Вони побудовані з 40-контактним DIP-пакетом (подвійний вбудований пакет), мають 4 Кб пам'яті ROM та 128 байт оперативної пам'яті, 2 16-бітових таймера. Вони складається з чотирьох паралельних 8-бітових портів, які можна програмувати, а також адресувати відповідно до вимоги. Мікроконтролер має кристалічну частоту 12 МГц та інтегрований кристалічний генератор на мікросхемі.

На рисунку 16 зображена системна шина, що підключає всі підтримуючі пристрої до процесора(CPU). Системна шина складається з 8-бітної шини даних, 16-бітної адресної шини та сигналів управління шиною (bus control). Всі інші пристрої, такі як пам'ять для зберігання програми (ROM), порти (Input/Output port), оперативна пам'ять даних (RAM), послідовний інтерфейс(Serial interface), контроль переривання (Interrupt control), таймери, центральний процесор(CPU) та пакетний протокол для комутації мультимедійних пристроїв (Open Sound Control) з'єднані між собою через системну шину.

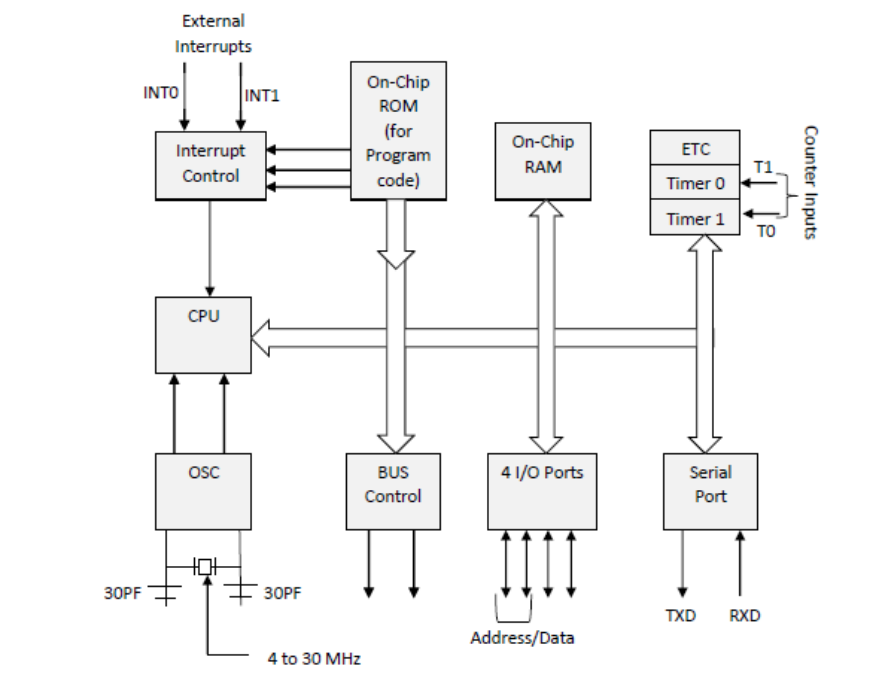


Рисунок 16 – Мікроконтролер сімейства 8051 [16]

На основі мікроконтролерів 8051 побудована велика кількість пристроїв, в основному через те, що їх легко інтегрувати. Вони використовуються для систем контролю електроенергії, такі системи є найбільш оптимальними для даних мікроконтролерів. Також застосовуються для екранів стільникових телефонів, медіаплеєрів, ігрових пристроїв, тому постачальники завчасно включають сенсорні функції. Вони широко використовуються в гібридних транспортних засобах для обробки даних з двигунів і управління ними. Медичні пристрої, такі як вимірювачі артеріального тиску та монітори глюкози, застосовують мікроконтролери для відображення даних, що забезпечує більш високу надійність при наданні медичних результатів [16].

PIC розшифровується, як периферійний контролер інтерфейсу. Мікроконтролер PIC був розроблений технологією Microchip в 1993 році. Він був створений для підтримки PDP-комп'ютерів для управління його периферійними пристроями і тому отримав назву Peripheral Interface Controller. Мікроконтролери PIC мають низьку вартість, дуже швидкі та прості для програмування та виконання програм. Їх взаємодія з іншими периферійними пристроями також дуже проста.

Архітектура мікроконтролерів PIC (рисунок 17) заснована на гарвардській та підтримує архітектуру RISC (комп'ютера зі зменшеними інструкціями). Архітектура мікроконтролерів PIC складається з організації пам'яті (RAM, ROM, стек), процесора, таймерів, лічильника, АЦП, ЦАП, послідовного зв'язку, модуля CCP та портів вводу/виводу. Мікроконтролер PIC також підтримує такі протоколи, як CAN, SPI, UART для взаємодії з іншими периферійними пристроями. CPU мікроконтролера складається з арифметично логічної одиниці (ALU) блока пам'яті (MU), блока управління (CU). Реєстри загального призначення (GPR) не мають жодної особливої функції, реєстри спеціальних функцій (SFR) використовуються для спеціальних цілей, і їх не можна використовувати як звичайні регістри, функція встановлюється на момент виготовлення. Дані EEPROM дозволяють зберігати змінні в результаті

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

запису написаної програми. Ця пам'ять не відображається безпосередньо у файлі реєстру, а опосередковано розглядається через SFR. Існує шість SFR, які використовуються для читання і запису в цю пам'ять (EECON1, EECON2, EEDATA, EEDATH, EEADR, EEADRH). Передача одного біта даних одночасно послідовно по каналу зв'язку називається Serial Communication. Існує три протоколи послідовного зв'язку: USART, SPI, I2C.

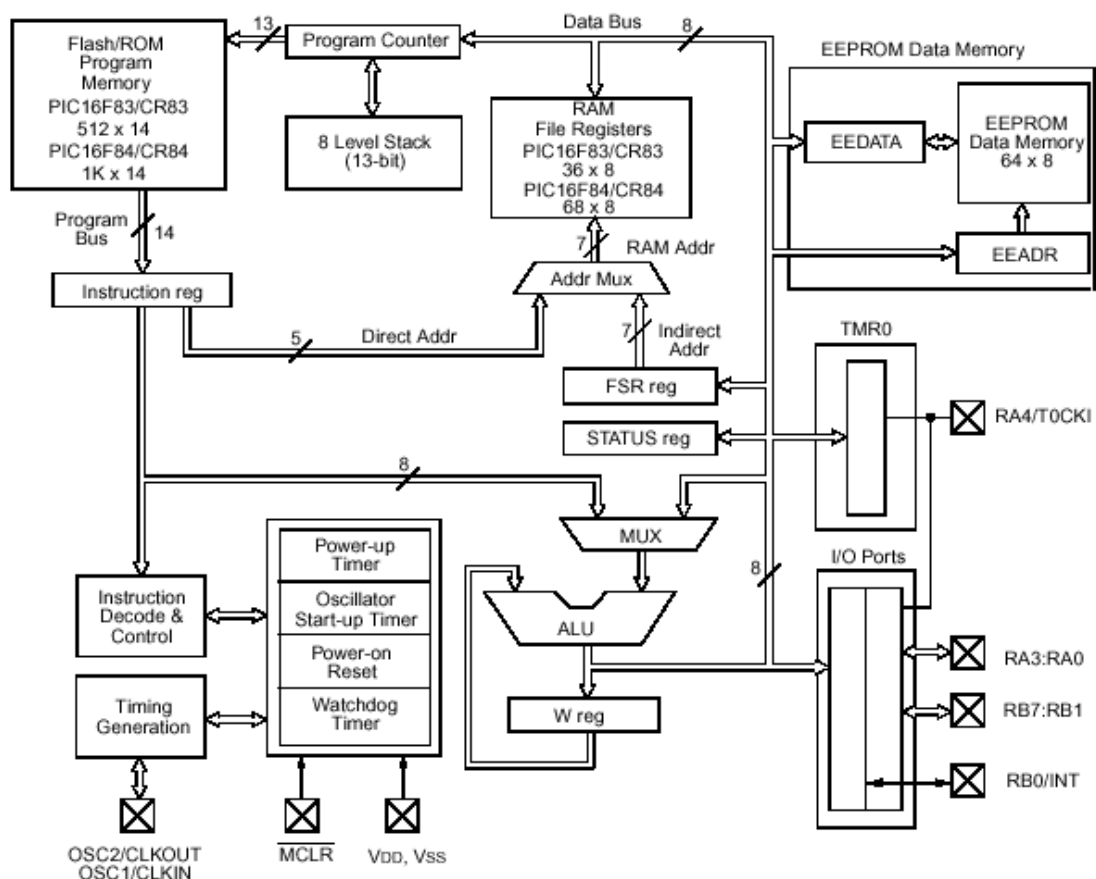


Рисунок 17 – Мікроконтролер сімейства PIC [17]

На основі PIC виготовляються прилади для вимірювання параметрів напівпровідникових приладів, автомобільні спідометри, звичайні та графічні термометри, таймери, кодові замки, застосовується для роботи датчиків. Простота програмування і взаємодії з іншими периферійними пристроями робить PIC більш успішним мікроконтролером [17].

Ідея розробки нового RISC-ядра належить двом студентам Альфу Богеному і Вегарду Воллену. У 1995 році вони вирішили її запропонувати американській корпорації Atmel, яка була відома своїми чіпами з Flash-пам'яттю, випускати новий 8-бітний RISC-мікроконтролер і забезпечити його Flash-пам'яттю для програм на одному кристалі з обчислювальним ядром. Ідея була схвалена Atmel і в другій половині 1997 року корпорація Atmel приступила до серійного виробництва нового сімейства мікроконтролерів.

Архітектура AVR (рисунок 18) використовує чотири різних типи пам'яті: Flash, SRAM, EEPROM, та на додаток AVR мають кілька байтів (зазвичай 3) пам'яті запобіжників. У системах, які мають 3 байти, такі як ATmega644, їх називають «низькими», «високими» та «розширеними» (або «l», «h» і «e»), і кожен з них зберігає окремі біти або бітові значення параметрів конфігурації.

Сучасні ПК базуються на архітектурі фон Неймана, яка використовує процесор і єдину пам'ять (як правило, DRAM), приєднану єдиною шиною, яка використовується для пам'яті програми та пам'яті даних. На противагу цьому, Гарвардська архітектура, яку використовує AVR, має окремі шини та пам'ять для програм і даних. Це дозволяє підвищити продуктивність, а також дозволити різну ширину програми та шини даних. В архітектурі AVR є кілька різних тактових джерел, які можна самостійно зупинити: CPU, I/O, більшість периферійних пристроїв, наприклад таймери, SPI та USART, FLASH, ASY який можна встановити так, щоб синхронізувати таймер/лічильник у режимі реального часу незалежно від усіх інших джерел тактових годин, ADC, щоб дозволити зупинити інші годинники під час перетворень для усунення шуму.

Мікроконтролери AVR доступні в трьох основних підродинах. Tiny AVR має менше пам'яті, невеликий розмір, підходить тільки для більш простих додатків. Mega AVR – це популярні мікроконтролери, в основному мають відносно велику кількість пам'яті (до 256 КБ), більшу кількість вбудованих периферійних пристроїв і підходять для досить складних додатків. XmegaAVR

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються в комерційних застосунках для вирішення складних завдань, яким потрібна велика пам'ять програм і висока швидкість [17].

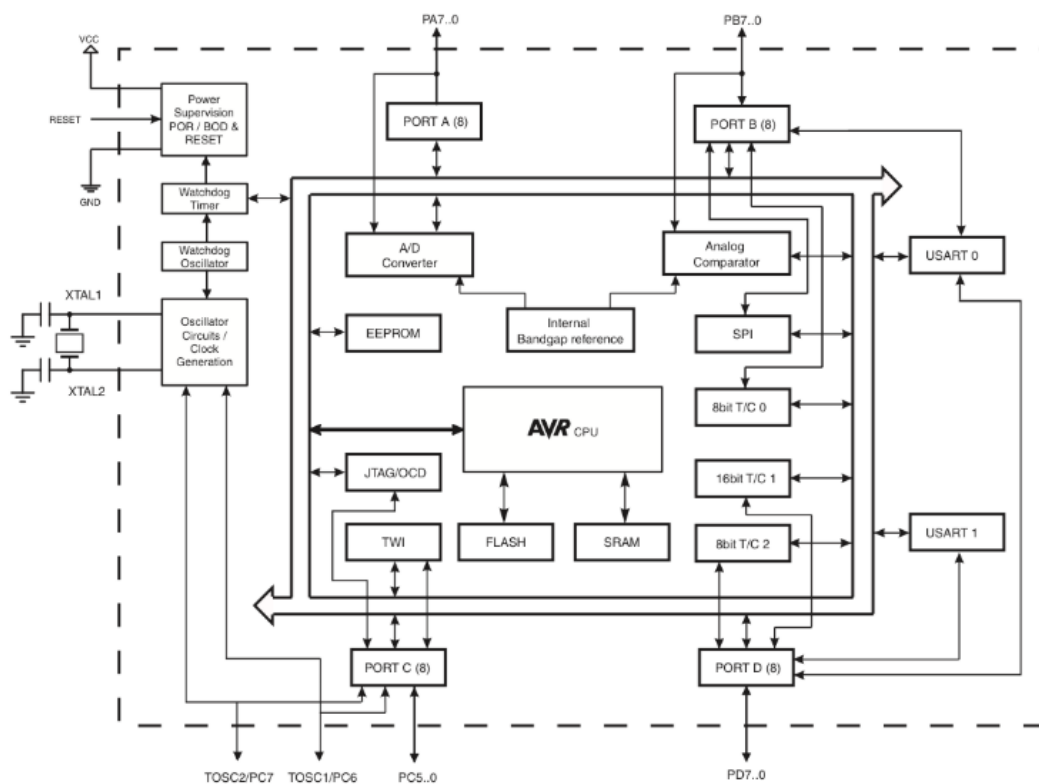


Рисунок 18 – Мікроконтролер сімейства AVR [18]

Ще більш цікавий ESP32 – SoC система, що підтримує Wi-Fi. Дана функціональність забезпечена за допомогою інтерфейсів SPI / SDIO або I²C / UART і двоядерного процесора. Мікроконтролер ESP32 може виконувати роль як центрального процесора, так і веденого пристрою, керованого мікроконтролером. ESP32 дозволяє створювати контролери для збору даних і формування команд управління, розподіляючи навантаження між ядрами процесора.

Завдяки його апаратним інтерфейсам (рисунок 19) можна реалізувати функції, які раніше реалізовувалися тільки з використанням зовнішніх спеціалізованих мікросхем. Все це істотно знижує вартість рішення і значно прискорює розробку складних модульних конструкцій контролерів (оскільки уніфікована архітектура дозволяє оперативнo збільшувати кількість каналів

обробки даних). Більшість застосунків використовують окремий мікроконтролер для обробки даних, взаємодії датчиків та цифрового вхідного виводу. Це, в основному, означає, що процесор PRO_CPU обробляє WiFi, Bluetooth та інші внутрішні периферійні пристрої, такі як SPI, I2C, ADC, тощо. APP_CPU залишається поза кодом програми. Більшість модулів, таких як ESP32 Wroom, використовують зовнішній Flash та SRAM ESP32 отримуючи доступ до зовнішньої Flash QSPI та SRAM через високошвидкісні кеші.

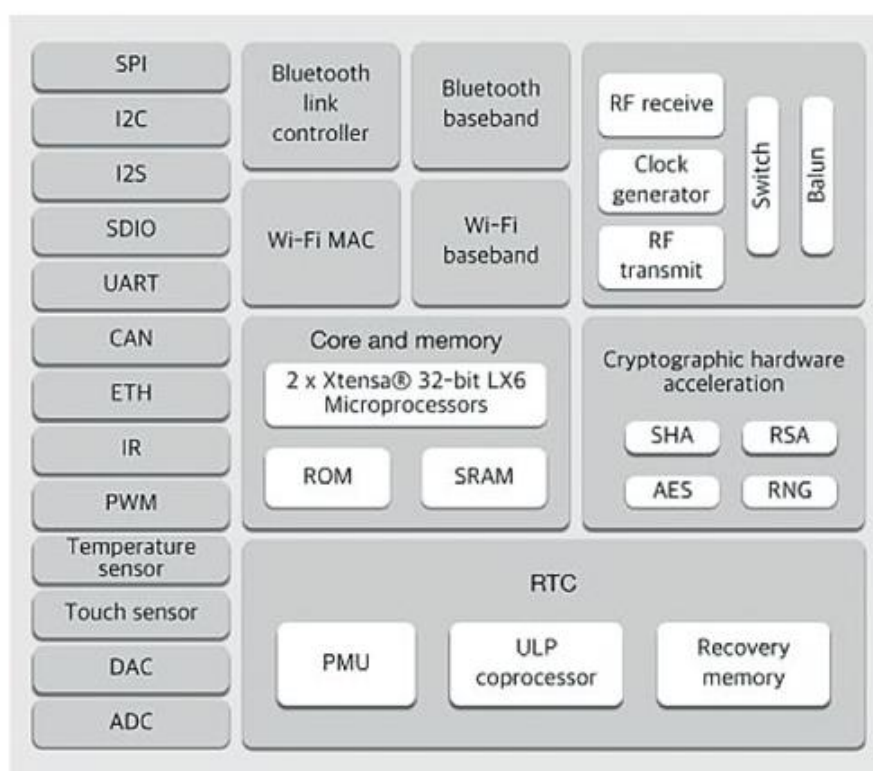


Рисунок 19 – Мікроконтролер сімейства ESP [18]

ESP32 використовується в комерційних приладах, таких як світлодіодні браслети, біометрична система відстеження відвідуваності, серія дистанційно керованих світлодіодних ламп. Використовується в промислових приладах для автоматизації та моніторингу, що підтримують цифрові входи-виходи, аналогові входи та різні інтерфейси комп'ютерних мереж [18].

Перший процесор ARM був розроблений у 1978 році кембриджським університетом, а перший процесор ARM RISC був вироблений компанією

Acorn Group of Computers в 1985 році. Сімейство ARM – це найдосконаліше сімейство мікроконтролерів. На сьогоднішній день розроблено так багато пристроїв на основі цих контролерів та процесорів. ARM розшифровується як машина з попереднім ризиком.

ARM (рисунок 20) виробляє власну суміш периферійних пристроїв та додає функціональність до мікросхеми. Багато мікросхем з сімейством ARM включають перетворювачі, лічильники/таймери, ємнісний сенсорний контролер, USB, базовий діапазон Wi-Fi, тощо. Це економить вартість, час та фізичний простір на платі. Процесор ARM сумісно має інші компоненти, такі як реєстр статусу програми, який містить прапорці процесора. Біти режимів сумісно існують в реєстрі постійної програми. Деякі регістри використовуються як інструкція, регістри зчитування та запису даних пам'яті та реєстр адрес пам'яті. ALU має два 32-бітні входи. Основна частина походить з файлу реєстру, тоді як інша – з перемикача. Статус реєструє прапори, змінені виходами ALU. Коефіцієнт множника має 3 32-бітні входи, а виходи повертаються з файлу регістра. Для будь-якого мікропроцесора блок управління є основою всього процесу і він відповідає за роботу системи, тому конструкція блоку управління є найважливішою частиною всієї конструкції. Тут блок управління реалізований просто. Графік процесора додатково включається в блок управління. Сигнали від блоку управління підключаються до кожного компонента в процесорі для контролю за його роботою.

Через скорочення набору команд їм потрібно менше транзисторів, що дозволяє зменшити розмір матриці інтегральної схеми. ARM з меншими розмірами зменшують складність проектування і скорочують енергоспоживання, що робить їх придатними для більш мініатюрних пристроїв. Мікроконтролери ARM широко використовуються в споживчих електронних пристроях, таких як смартфони, планшети, комп'ютери програвачі та інші мобільні пристрої [19].

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

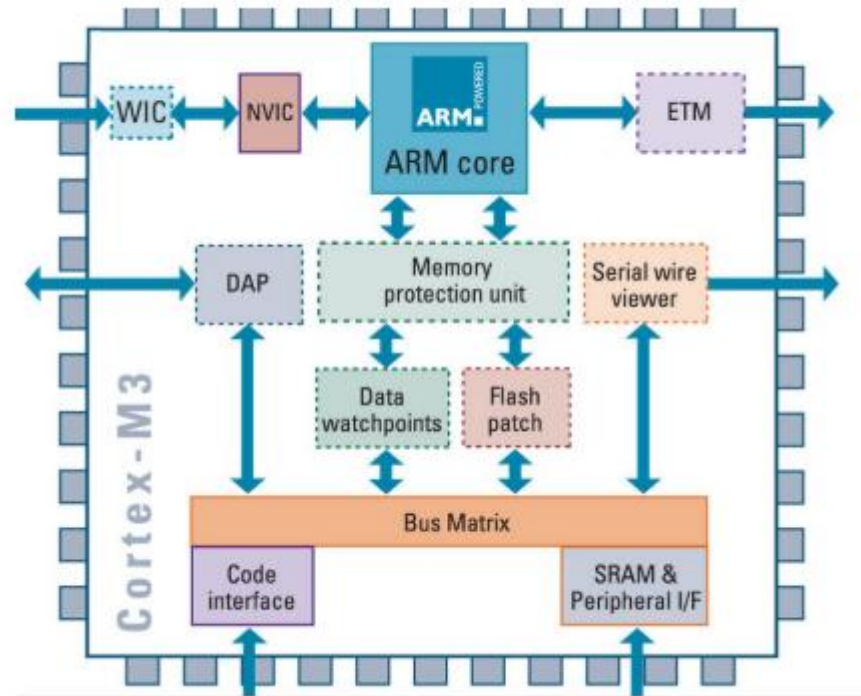


Рисунок 20 – Мікроконтролер сімейства ARM [19]

Усі ці мікропроцесори можна використовувати для виконання проєкту. По цій цінній характеристиці можуть задовольнити 8051, ESP32, ARM. Серед них 8051 – більш енергозатратний, та менш швидкодіючий. В родині ARM значна кількість моделей, але найбільш відомий та доступний STM32, який вирізняється гарним співвідношенням ціни-якості. Порівнюючи STM32 і ESP32 останній показує кращу швидкодію та стабільність у роботі і також очевидною перевагою є два ядра.

Враховуючи завдання проєкту та розроблену функціональну схему було обрано плату з Wi-Fi модулем на основі ESP32 з камерою 2MP OV2640 (рисунок 21), роз'ємом під мікро-SD карту пам'яті і додатковою оперативною пам'яттю 4 МБайт. Розташування та призначення виходів позначено на рисунку 22, а характеристика вказана в таблиці 4.3 [20].

ESP32 CAM працює з бібліотекою ESP-WHO – це програма розпізнавання, налаштовує код для системного чіпа ESPRESSIF і кодується та оптимізується. OV2640 – популярні мікросхеми камери та перші 1/4 дюймові,

2-мегапіксельні датчики камери, це повністю інтегровані мікросхеми камери, побудовані на 2,2-мікронній архітектурі OmniPixel2 Omni Visions. Ця мікросхема камери інтегрована з двигуном стиснення, який підходить для малих або великих проєктів, таких як вбудовані системи, виявлення об'єктів, іграшки, розпізнавання обличчя, тощо. Комбінований модуль Bluetooth ESP32S Wifi – це висока продуктивність, що забезпечує енергоспоживання Wi-Fi та бездротовій платформі Bluetooth. Комбінований модуль ESP-32S Wifi Bluetooth забезпечує вбудовану програму SDK для швидкого програмування, це онлайн-ланцюжки з відкритим кодом на основі GCC для підтримки розробки. Він розроблений та оптимізований для найкращої потужності, найкращої радіочастотної характеристики, надійності, універсальності.

Таблиця 4.3 – Характеристики ESP32 CAM

Контролер	ESP32, 2 ядра, 32 – біт
Пам'ять	вбудована, 520 КБ
Робоча частота процесора	240 МГц / 600 DMIPS
Підтримувані інтерфейси	UART / SPI / I2C / PWM / ADC / DAC
Вбудований	Lwip і FreeRTOS
Напруга живлення	5В



Рисунок 21 – ESP32 CAM [20]

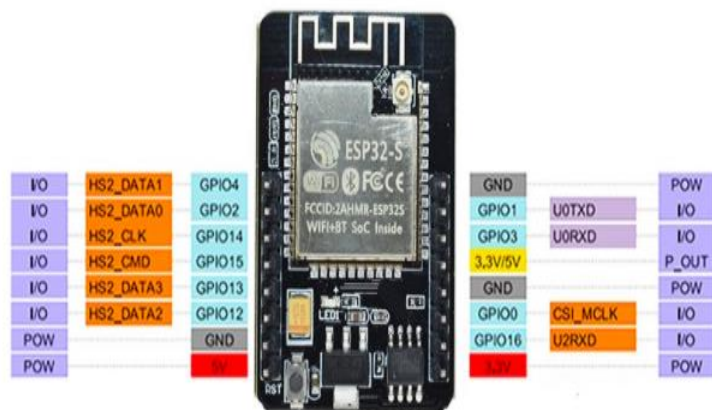


Рисунок 22 – Розташування та призначення виходів [20]

4.3.2 Виконавчий механізм подачі корму

Процес насипання корму в миску можна було реалізувати різними способами. Завдяки використанню сервоприводу, крокового двигуна або мотору з редуктором. Але по наступним причинам вибір зупинився на моторі з редуктором.

Розглянемо сервопривід (рисунок 23) – пристрій, який здійснює механічне переміщення регулюючого органу відповідно до отриманих від системи керування сигналів [21]. Таким чином насипання корму можна було б реалізувати за допомогою люка, який піднімається або зсувається. Але якщо використовувати не дуже дорогий варіант такого пристрою, то при великій кількості корму, який буде на нього тиснути, потужності може не вистачити.



Рисунок 23 – Сервопривід [21]

Кроковий двигун (рисунок 24) – електричний двигун, у якому імпульсне живлення електричним струмом призводить до того, що його ротор не обертається неперервно, а виконує щоразу обертальний рух на заданий кут [22]. Великий недолік такого двигуна – це неможливість забезпечити роботу без періодичних прослизань ротора.

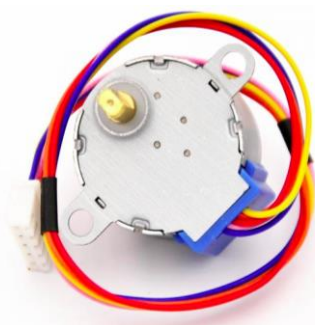


Рисунок 24 – Кроковий двигун [22]

Мотор з редуктором (рисунок 25) – суміщені в одному механізмі електродвигун і редуктор, що дозволяє добитися більшої точності взаємного розташування валів редуктора і електродвигуна та зменшення кількості деталей [23]. Такий мотор підходить для насипання корму завдяки шнеку. Оскільки ця технологія доцільна для системи, то слід визначитися серед існуючих моделей мотора з редуктором. Вони бувають металеві та пластикові, відрізняються в основному моментом обертання та потужністю. Найдешевші мотори – з пластику, вони можуть виконати поставленої задачі, тому був обраний саме такий [24].



Рисунок 25 – Мотор з редуктором [23]

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 4.4 – Характеристики мотора з редуктором

Кількість осей	2
Номінальний струм	250 мА
Напруга живлення	3 – 8 В
Швидкість обертання без навантаження	170 об / хв (при напрузі 3,6В)
Передавальне число редуктора	1: 48
Момент обертання	800 г / см (при напрузі 6В)

4.3.3 Виконавчий механізм подачі води

При виборі механізму подачі води питання виникає між електромагнітним клапаном та звичайною погрузною помпою.

Електромагнітний клапан (рисунок 26) призначений для регулювання потоку рідини чи газу. Він складається з корпусу, соленоїда, на якому встановлено диск або поршень, який регулює потік [25].



Рисунок 26 – Електромагнітний клапан [25]

Помпа (рисунок 27) – пристрій, з електронним або механічним приводом, для забезпечення циркуляції рідини [26]. Принцип дії та приєднання помпи до годівниці є набагато простішими та дешевшими, а оскільки вона може виконати

всі поставлені завдання, то немає сенсу ускладнювати систему, тому було обрано звичайну водопогружну помпу [27].

Таблиця 4.5 – Характеристики помпи

Швидкість перекачування рідини	2 л / хв
Потужність	0,4 – 1,5 Вт
Напруга живлення	2,5 – 6 В
Максимальна висота водяного стовпа	0.4 – 1.1 м



Рисунок 27 – Помпа [27]

4.3.4 Драйвер двигуна

Оскільки система годування тварин включає в себе не тільки резервуар для корму з двигуном, а й для води з помпою, то більш раціональним рішенням є використання драйвера з двома каналами, до якого можна одразу підключити і двигун і помпу. Тому обраний модуль драйвера управління двома колекторними двигунами на мікросхемі L298N (рисунок 28). Логіка роботи драйвера вимагає мінімальної напруги + 5 В постійного струму, хоча плата підтримує до 25В і 2А. У разі підключення контролера до розетки більше 12 В, перемичку з позначкою «12В перемички» необхідно зняти, це дасть змогу використовувати струм живлення більше 12 В, а також дозволить вхідне підключення 5 В для логічної роботи драйвера. Характеристика драйвера у таблиці 4.5 [28].

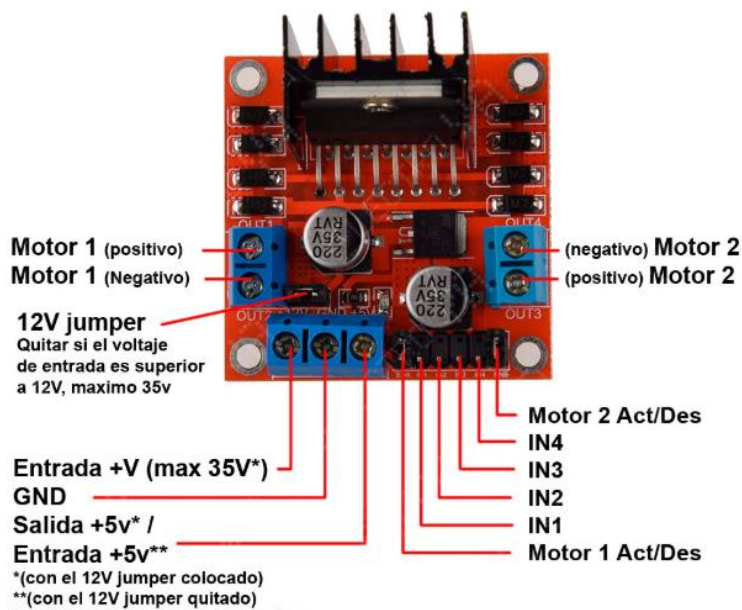


Рисунок 28 – Драйвер L298N [28]

Таблиця 4.6 – Характеристики L298N

Напруга живлення	5 – 25 В
Режим роботи	драйвер Н мосту, подвійний
Максимальний струм двигунів	2 А
Потужність	25 Вт

4.3.5 Датчики рівня рідини

Рівнеміри – це датчики, призначені для безперервного вимірювання рівня рідин. Їх робота базується на певних фізичних принципах, завдяки яким електронний блок рівнеміра перетворює значення рівня рідини в пропорційний аналоговий сигнал або в цифровий код.

Сигналізатори – це датчики, призначені для визначення заданого положення рівня (заповнення / спустошення) рідини в ємкості або трубі. Такі датчики мають дискретний (релейний або транзисторний) вихідний сигнал. Як правило, спрацювання сигналізатора відбувається при блокуванні або звільненні чутливого елемента рідиною.

Контактний тип датчиків як правило застосовується в процесах, які мають фактори, що ускладнюють роботу обладнання. До таких факторів можна віднести високу температуру та високий тиск. У тому числі переважно контактні датчики використовують для вимірювання рівня пінних рідин (молоко, пиво, соки, газ, вода та ін.). З огляду на розсіювання сигналу і отримання некоректних результатів при вимірюванні безконтактним методом, рівень рідини в високих вузьких резервуарах рекомендовано контролювати за допомогою контактних приладів. Безконтактні датчики рівня рідини застосовуються там, де необхідно уникнути згубного впливу фізико-хімічних властивостей вимірюваної рідини.

У роботі доцільно використовувати рівнеміри. Вони прості у використанні, дешеві та негроміздкі. Добре підходять для роботи у темноті, та дозволяють завжди бути в курсі рівня води у резервуарі.

Непоганий їх аналог сигналізатори, це – рівнеміри, проте їх недоліком є те що у даному випадку необхідно не просто знати про наявність води а й розуміти її рівень. Так як середовище – вода, датчик може бути як контактним так і безконтактним [29]. Проте враховуючи розміри баку вирішено використовувати контактні рівнеміри. Гарним варіантом буде Waveshare Liquid Level датчик (рисунок 29) рівня води який поєднує простоту, компактність, надійність та низьку ціну.

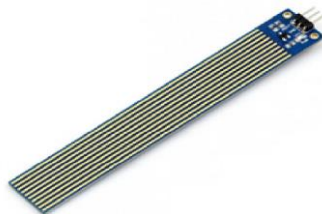


Рисунок 29 – Waveshare Liquid Level датчик рівня води [29]

Для вимірювання рівня води у місці був обраний аналогічний датчик менших габаритів RobotDyn Water Level, що необхідно поставити у

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

спеціалізоване відділення миски, щоб він знаходився у недосяжності для домашнього улюбленця і зміг вчасно повідомити про те, що рівень води у мисці нижче необхідного.

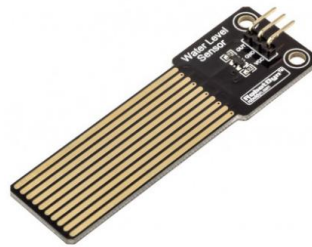


Рисунок 30 – Безконтактний оптичний датчик рівня [29]

4.3.6 Датчики рівня сипучих матеріалів

Існує велика кількість різноманітних датчиків рівня сипучих матеріалів такі як роторні рівнеміри, блоки контролю опору, граничні датчики та мембранні датчики. З усіх вище перерахованих був обраний саме мембранний датчик. Причина в їх невеликих габаритах та низькій ціні, яка і близько не стоїть з іншими типами датчиків, які в основному використовуються на великих підприємствах.

Мембранні сигналізатори (рисунок 31) рівня ґрунтуються на простому і одночасно геніальному принципі вимірювання. Вони застосовуються для вимірювання рівня різних сипучих матеріалів. Це ідеальне рішення для багатьох застосувань, так як сам датчик знаходиться зовні силосу або ємкості. Завдяки різним виконанням датчиків можна підібрати сигналізатор для найскладніших умов експлуатації. У той же час це буде досить економічне рішення. Одним з головних переваг мембранного сигналізатора рівня є висока енергоефективність. Для роботи датчиків не потрібна допоміжна енергія. Необхідна енергія виробляється за рахунок гравітації. Тому відпадає необхідність в прокладанні кабелів живлення. Крім того мембранні сигналізатори рівня дуже просто встановити і ввести в експлуатацію [29].

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 31 – Мембранний датчик [29]

4.3.7 Датчик заїдання

Для вирішення проблеми з заїданням корму під час насипання шнеком доцільно встановити на ротор датчик положення обертового об'єкта, який називається енкодером. Енкодер складається власне з світлового датчика та обертаючогося оптичного диску, які зображені на рисунку 32 [29].



Рисунок 32 – Енкодер [29]

4.3.8 Блок живлення

Для проєкту був обраний блок живлення 12 В 2А, вихід – microUSB. Для його підключення в схему також необхідно подбати про гніздо-перехідник. Враховуючи завдання проєкту про те, що система має бути стійкою при втраті живлення необхідно обрати батарейковий модуль живлення. Було обрано

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

звичайний модуль з підвищуючим конвектором на 12В. Всього від чотирьох елементів AA стабільно в систему надходить 12В з максимальним струмом 2А. Усі описані елементи зображені на рисунку 33 [30].



Рисунок 33 – Блок живлення; перехідник; батарейковий модуль [30]

4.4 Розробка схеми електричної принципової

Для кращого розуміння роботи системи та її зв'язків на фізичному рівні а також кращої візуалізації було розроблено електронну принципову схему. Схема складається з таких елементів як: Модуль ESP32 cam (A7), що є модулем мікроконтролера з камерою, Драйвер двигуна I298N (A3), що призначений для керування одразу 2-ома двигунами, відповідно перший двигун представлений у вигляді модуля двигуна (A1) і відповідає за роботу шнеку та другий двигун представлений модулем помпи (A2) і відповідає за переливання води з баку в миску, кнопка (A11) призначена для ручного насипання порції корму, оптичний датчик перешкод (A10) керує роботою шнеку та модуля двигуна, також відповідаючи за процес заїдання, I²C датчики рівня (A4, A5, A8, A9) допомагають контролювати стан годівниці і відповідають за рівень корму в баку, рівень корму в мисці, рівень води в баку, та рівень води в мисці відповідно, блок живлення на 12V і 2A. (A6).

Зв'язки між компонентами на схемі прості та зрозумілі, але для вищої детальності було описано деякі з них. З'єднання (0) відповідає за «землю», «мінус» системи, випадку корпус, з'єднання (1) відповідає за VCC 12V і відповідає за живлення драйвера та двигунів, з'єднання (2) відповідає за VCC

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5V, тобто живлення мікроконтролера та датчиків, з'єднання (8 – 13) відповідають за зв'язок між модулем ESP32 cam та драйвером двигуна L298N, а з'єднання (7) відповідає за зв'язки між модулем ESP32 cam та усіма I²C датчиками. З'єднання (3-6) відповідає за зв'язок між двигунами та драйвером. Схема знаходиться в кресленні схеми IA61.320БАК.005 ЭЗ.

Висновок до розділу 4

У розділі була розроблена структурна схема, на основі якої створена більш детальна – функціональна. Після чого з'явилась можливість обрати усі необхідні компоненти для реалізації системи. Враховуючи характеристики деталей, була розроблена схема електрична принципова системи годування домашніх тварин.

					IA61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

5.1 Алгоритм роботи пристрою

На даному кроці було розроблено алгоритм роботи годівниці. Він описує типову поведінку системи при повністю автоматичному режимі роботи, що задається через інтерфейс користувачем. Від самого початку на SD карті буде записано оптимальну середньостатистичну дієту, так як годівниця призначена для котів та собак малого та середнього розмірів, для яких дієта за своїми показниками співрозмірна про, що буде описано у розділі «Розробка математичної моделі дієти для застосунку».

Після подачі живлення система підгрузить початкові налаштування. Потім вона перевірить стан годівниці і виконає необхідні команди. Після чого – буде моніторити стан системи та графік роботи відволікаючись на команди із зовні, рисунок 34.



Рисунок 34 – Алгоритм роботи годівниці частина 1

Поки система має живлення, не важливо від блоку живлення чи від батарейкового акумулятора, вона буде знаходитися у стані очікування нових

команд та перевірки графіку роботи. Спочатку було розглянуто випадок коли нові команди не надходять до системи. Тоді основними задачами буде насипання корму та наливання води.

Структурний блок «Перевірити стан системи» працює наступним чином. В першу чергу система перевіряє наявність нових команд із зовні. Якщо такі є, то вони виконуються, інакше вона звертається до датчика, що відповідає за рівень корму у баку. Якщо рівень перетнув заздалегідь визначений граничний стан, то користувач отримує сповіщення, про те що запаси корму скоро вичерпаються. Також передбачено додаткове критичне сповіщення для користувача на той випадок, якщо їжа закінчиться повністю. Після цього система звертається до датчика, що відповідає за рівень води у баку. Якщо рівень рідини перетнув заздалегідь визначений граничний стан, то власник отримує сповіщення, про те, що запаси води скоро вичерпаються. Також передбачено додаткове критичне сповіщення для користувача на той випадок, якщо запас води вичерпається повністю. Після цього система повернеться до режиму очікування нових команд та перевірки графіка роботи, рисунок 35. Далі годівниця переходить до блоку «Робота».

Структурний блок «Робота» працює наступним чином. Починає з перевірки графіка харчування. Якщо корм у баку не закінчився то тоді система звертається до датчика, що відповідає за рівень харчів у мисці. На основі отриманих даних система проводить розрахунки тієї кількості корму, яку необхідно досипати. Потім подається команда, що на відповідний час запустить роботу двигуна і потрібна порція їжі буде пересипана до миски. У випадку, якщо шнек заклинє, інформація про дану подію буде отримана з оптичного датчика, що відповідає за роботу двигуна. Система внесе термінову команду звільнення від заїдань, після чого годівниця продовжить свою роботу з моменту зчитування показників з рівнеміра корма в мисці. Вся отримана інформація буде записана на SD карту і передана до бази даних. Після цього система перевіряє чи настав час налити воду.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

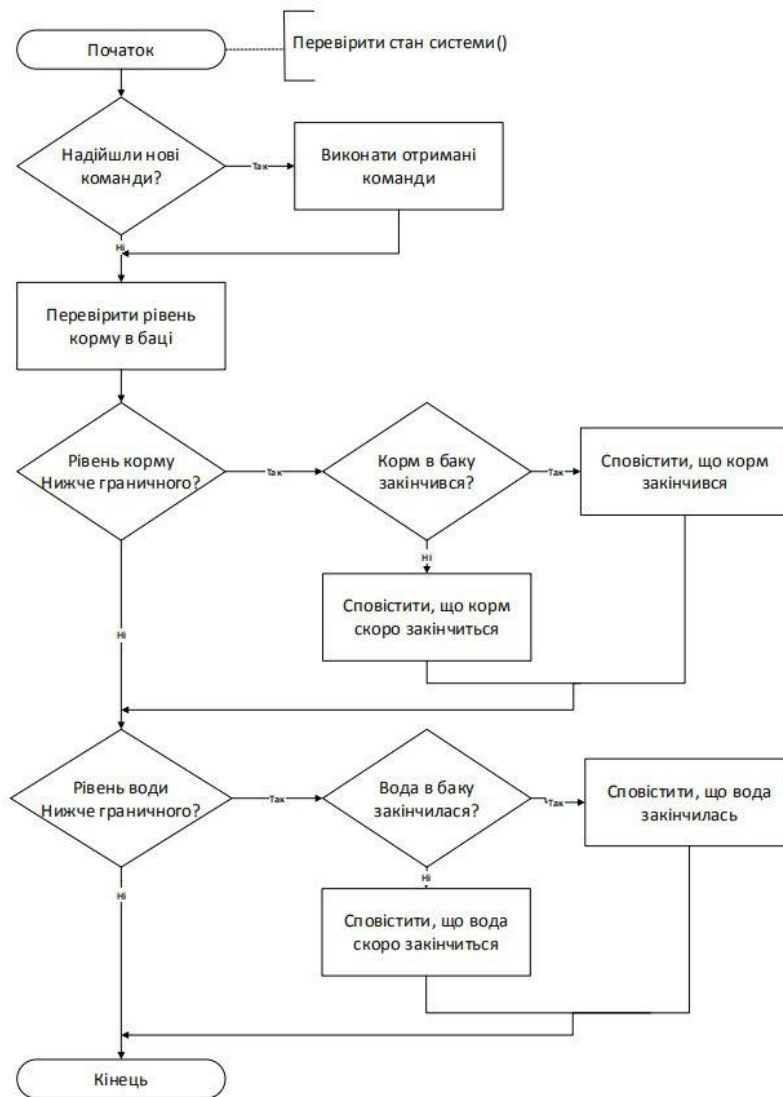


Рисунок 35 – Алгоритм роботи годівниці частина 2

Якщо по графіку час погодувати улюбленця ще не настав, то виконається перевірка чи не настав час для того, щоб налити в миску воду. Якщо він настав, то в першу чергу система звертається до датчика, що відповідає за рівень води у мисці. На основі даних з нього система проводить розрахунки, використовуючи формули, тієї кількості рідини, яку необхідно долити. Потім подається команда, що на відповідний час запустить роботу двигуна, який представлений у вигляді помпи, і потрібна кількість води буде перелита до миски, рисунок 36. Усі дані з датчиків будуть записані на SD карті і передані до бази даних. Далі система повернеться до режиму очікування нових команд та перевірки стану годівниці.

Після того як було описано алгоритм виконання основних функцій системи, були описані й інші можливих команди, що можуть надходити до системи.

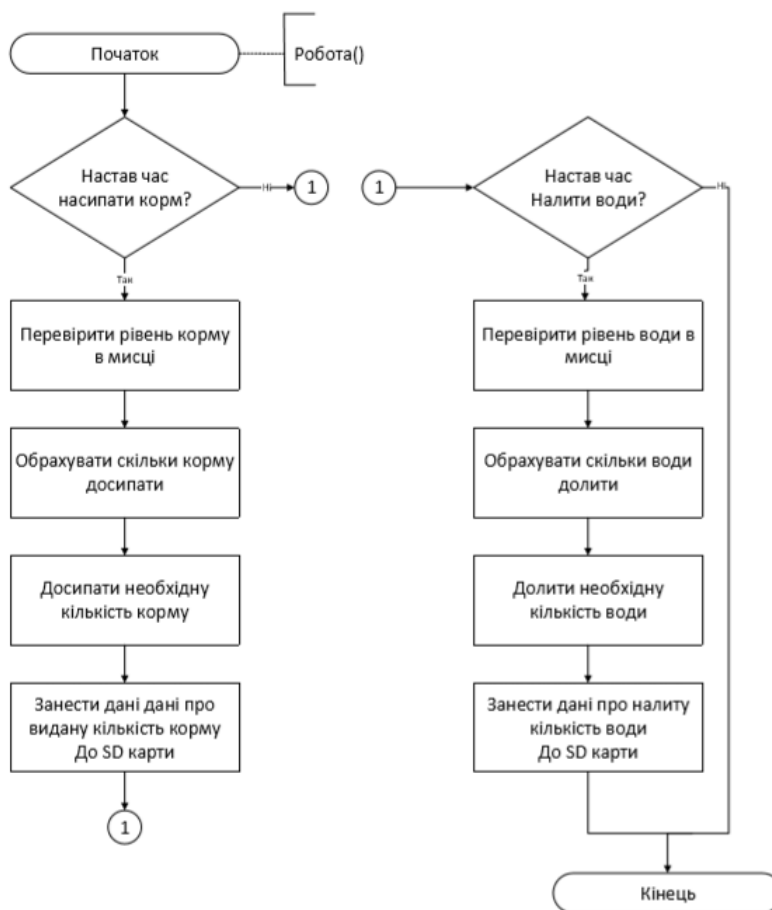


Рисунок 36 – Алгоритм роботи годівниці частина 3

Команда перевірити показники датчика зчитує дані і передає відповідну інформацію на карту пам'яті, а з неї через Wi-Fi вони потрапляють до бази даних та інтерфейсу користувача. Команда увімкнути камеру – активує її, що дозволяє спостерігати за приміщенням у полі зору камери. Команда вимкнути – відповідно вимикає. Для камери будуть присутні налаштування якості зображення, що вплине на обмін даними між годівницею та сервером. Може прийти команда на зміну графіка роботи після чого зміни будуть перезаписані у налаштування за замовчуванням системи на SD карту. Зміни графіку роботи можуть вплинути на розмір порцій чи їх кількість, на періодичність роботи. Не

варто забувати, що годівниця може працювати в режимі ручного керування по натисканню на відповідну кнопку, котра запустить спочатку процедуру досипання корму, а слідом і процедуру доливання води, котрі були описані вище.

5.2 Розробка програми мікроконтролера

При розробці програми мікроконтролера було враховано схему електричну принципову. В першу чергу, розроблено режим ручного керування, який працює і у випадку коли годівниця не підключена до Wi-Fi. Для того, щоб зекономити місце на корпусі та ніжки на модулі можна обійтися всього лише 1-ією кнопкою. Слід описати логіку її роботи. Якщо натиснути кнопку то через секунду запускається мотор і він буде працювати поки кнопку не відпустити. Тому існує можливість вручну проконтролювати кількість корму яку господар хоче насипати. Після того як кнопка була відпущена мотор виключається і тепер кнопка контролює помпу.

Якщо натиснути знову кнопку то через 1 секунду помпа почне качати воду. Після того як її відпустити, вона знову буде контролювати мотор. Якщо необхідно долити води, але не потрібно досипати корм, то в такому випадку треба натиснути на кнопку два рази підряд (обов'язково повністю натиснути і відпустити кнопку при першому кліку) і через 1 секунду помпа почне переливати воду.

Треба розглянути ситуацію, коли господар використовував ручне управління і відійшов по своїм справам. Потім він повертається і не пам'ятає чим саме тепер керує кнопка. Щоб уникнути таких випадків передбачена система її скидання через 20 секунд простою.

Тепер можна перейти до ручного управління годівницею, але уже через веб сервер. Для цього слід підключитися до пристрою за його адресою. Як приклад відкривається сторінка у браузері зображена на рисунку 37. Можна

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

побачити дві кнопки, вони використовуються для того, щоб керувати мотором та помпою. Якщо кнопка натиснута, то шкала стану отримує статус «on», а відповідна кнопка отримує характерний сірий колір та напис «off» — тобто «виключити». Аналогічно, якщо мотор або помпа виключені, то шкала стану отримує статус «off», а відповідна кнопка отримує характерний зелений колір та напис «on» — тобто «включити».

ESP32 Web Server



Рисунок 37 – Веб-сервер годівниці ручне керування

Тепер треба описати логіку роботи детальніше. Якщо натиснути першу кнопку «on», то в кінці адресної строки можна побачити закінчення «/Motor/on» і включиться мотор. Якщо натиснути на кнопку «off» то в кінці адресної строки буде видно закінчення «/Motor/off» відповідно, та буде дана команда на зупинку мотора. Аналогічно для помпи будуть відповідні закінчення адресної строки «/Pump/on» та «/Pump/off», які в свою чергу запускають та припиняють роботу помпи. Якщо натиснути «CAMERA», то включиться камера на пристрої і буде можливість спостерігати за усім, що відбувається у полі зору.

Також можливий режим часткового ручного управління з сповіщеннями-нагадуваннями. Він схожий з попереднім режим роботи, за тим винятком, що мотор чи помпа автоматично виключаються після того як насипали/налили необхідну кількість корму/води.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

Система оснащена певною кількістю датчиків, таких як: датчик заїдання шнека, рівня корму в баку, рівня води в баку, рівня корму в мисці, рівня води в мисці. Принцип їх роботи наступний. Датчик заїдання шнеку, включений у систему для того, щоб надати можливість точного керування мотором та виправляти можливі заїдання такого механічного елемента як шнек. Алгоритм роботи такий. Датчик контролює напрям обертання шнеку. Також в системі задана швидкість обертання шнеку яка може змінюватися в залежності від потреб користувача. Тобто є показник швидкості заданий та показник швидкості виміряний датчиком. Коли вони відрізняються, то необхідно збільшити задану швидкість поки дані показники не вирівнюються або вона не досягне максимального значення визначеного програмно. Якщо ж швидкість задана знаходиться на максимальному рівні а виміряна 0, то це означає, що шнек не рухається. Відповідно треба заглушити мотор і дати «задній» хід. Після цього знову продовжити роботу в штатному режимі.

При ручному керуванні годівницею, цікавлять лише дані з датчиків рівня корму та рівня води у баках. Як тільки рівень буде опускатися нижче заданого одразу відбудеться спроба відправити сповіщення користувачу. Вона буде успішна при умові, що пристрій підключився до мережі Wi-Fi. При частковому ручному керуванні системою, буде використано додаткові сповіщення, які відповідальні за рівень корму та води в мисках.

Також сповіщення-нагадування виду «Необхідно погодувати/напоїти улюбленця» будуть використовуватися, якщо задано графік годування. Тоді повідомлення про рівень корму/води в мисці відключаться. Також при частковому ручному керуванні або автоматичній роботі, насипання корму та наливання води здійснюється відповідно до показників з датчиків рівня корму/води в мисках.

При автоматичному режимі роботи системи будуть приходити сповіщення лише від датчиків, що відповідають за рівень корму/води у баках. Годування/поїння буде відбуватися поки система не насипе/налляє необхідну

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

порцію або поки не буде досягнуто граничного рівня (за замовчуванням 90% від максимально можливого об'єму миски). Годування/поїння відбувається по графіку або по показникам датчиків рівня в мисках. Код програми можна переглянути в додатку А.

5.3 Розробка діаграми діяльності

На діаграмі діяльності було описано одне з можливих завдань, котрі доступні для вибору користувачу, а саме процес перевірки використання корму та води. Спочатку власник обирає відповідну функцію. Далі застосунок формує список необхідних даних для виконання задачі. У цьому випадку необхідна інформація з датчиків рівня корму та води в баках. Після чого формується та відправляється відповідний запит до бази даних. Після отримання інформації з бази даних, застосунок її оброблює. На основі даних формує графіки та відображає їх у інтерфейсі в зрозумілому для користувача форматі, рисунок 40.

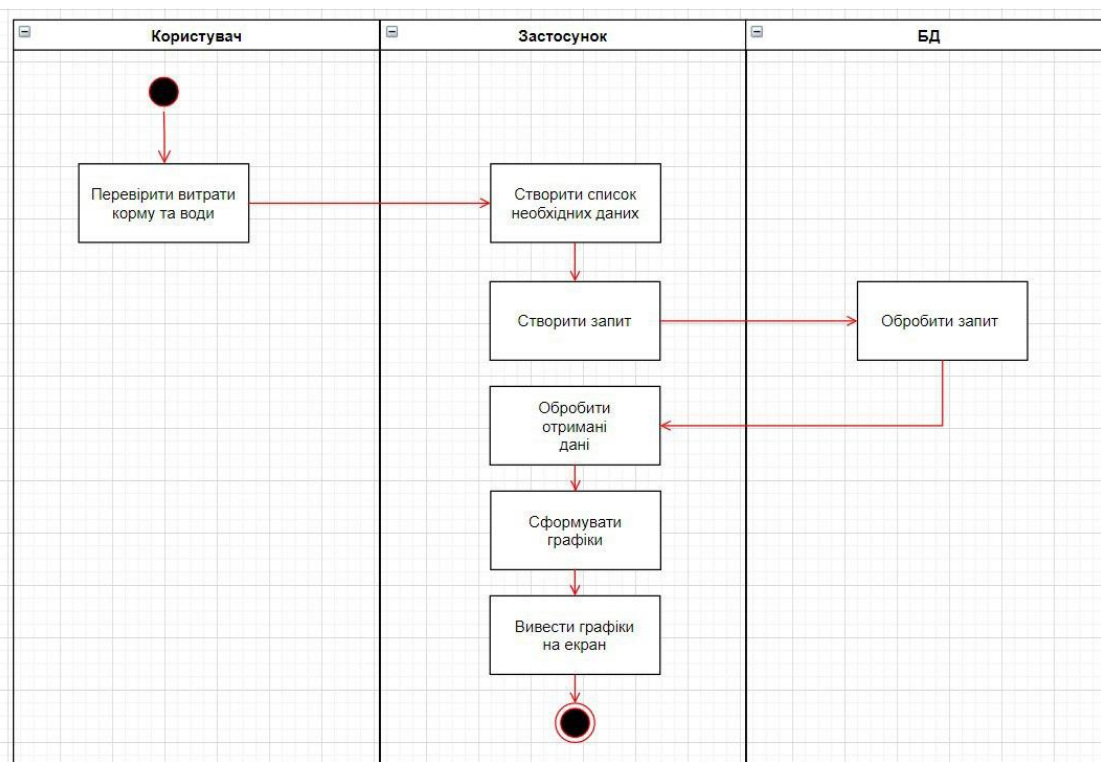


Рисунок 40 – Діаграма діяльності

5.4 Розробка діаграми послідовності

На діаграмі послідовності показано загальний процес виконання завдання поставленого користувачем. Діаграма представлена наступними об'єктами: користувач, застосунок, база даних, годівниця.

Спочатку користувач обирає задачу та ініціює її виконання за допомогою інтерфейсу застосунку. Команда надходить до застосунку і по визначеному, відповідно до команди, шаблону останній робить запит до бази даних, для отримання необхідної інформації. Після чого база даних виконує запит та повертає дані до застосунку. Він оброблює отриману інформацію та передає на її основі команди до годівниці. Система виконує поставлену задачу та повертає результат виконання до застосунку. Він надсилає отримані дані до бази даних. Остання записує нову інформацію. Крім того застосунок надсилає результат виконання завдання до інтерфейсу, через який з ним ознайомлюється користувач, рисунок 38.

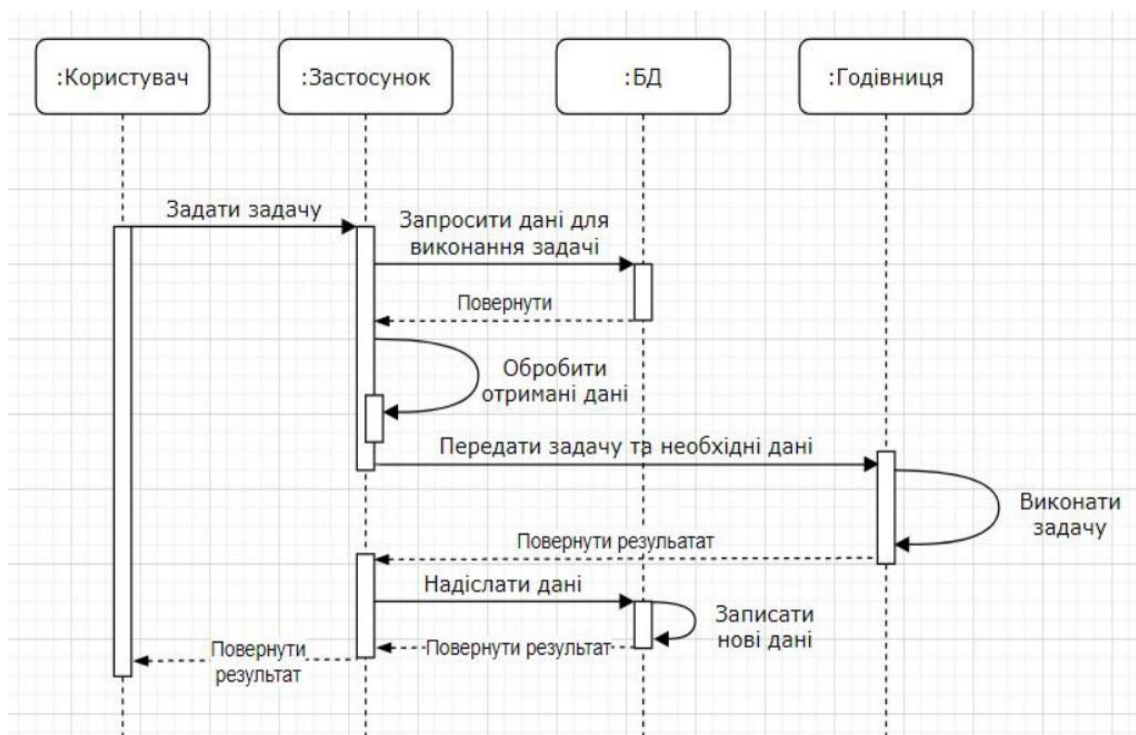


Рисунок 38 – Діаграма послідовності виконання задачі користувача

На наступній діаграмі послідовностей, рисунок 39, відображено автоматичний режим роботи годівниці. Система постійно перевіряє графік годування та її стан. Коли при черговій перевірці годівниця розуміє що настав час насипати корм/налити води, то система опитує датчики рівня кому/води в мисці. На основі отриманої інформації обраховується кількість корму/води, яку необхідно досипати/долляти. Після обчислень подається команда на відповідний виконавчий механізм, двигун/помпу, і необхідна кількість корму/води потрапляє до миски. Після цього система повертається до режиму моніторингу графіку та стану годівниці.

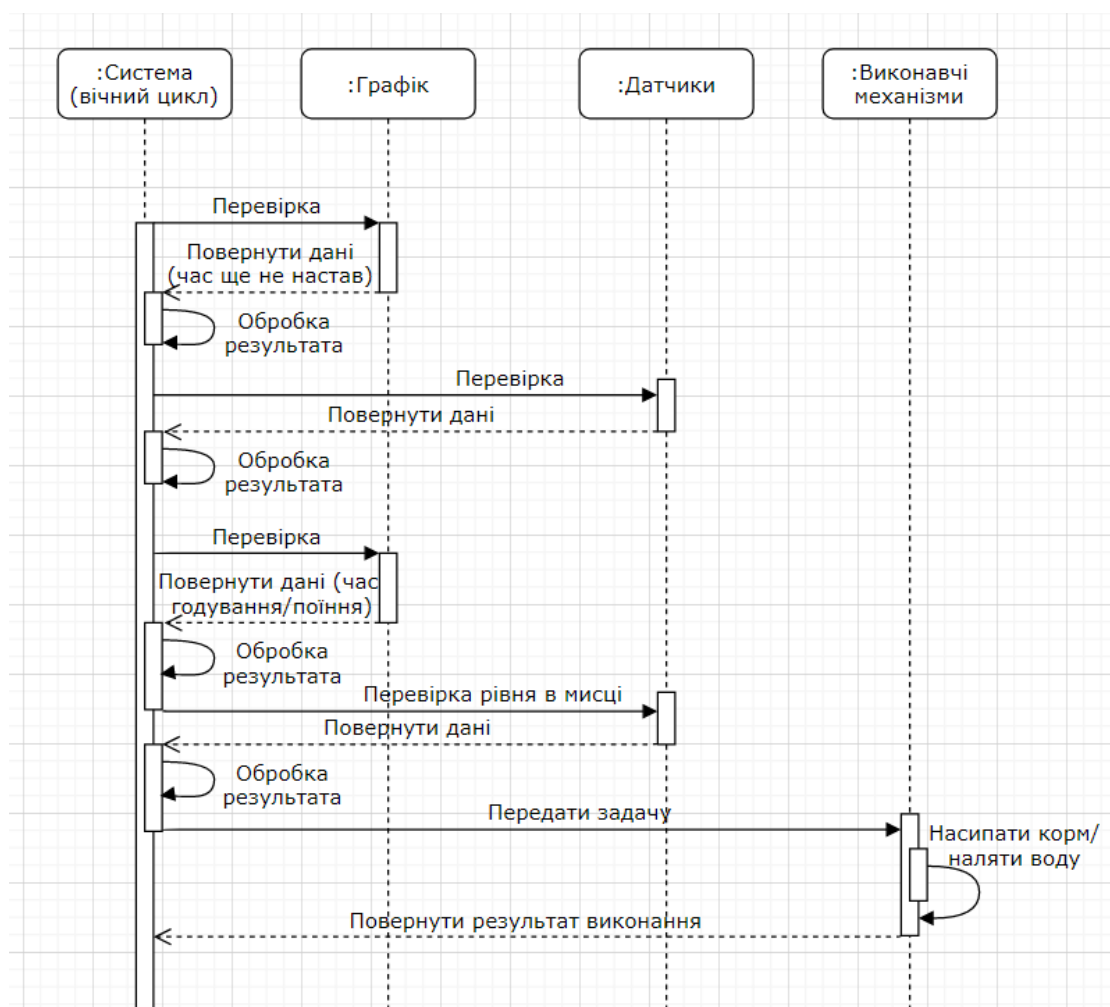


Рисунок 39 – Діаграма послідовності автоматичної роботи годівниці

5.5 Розробка діаграми прецедентів

На даному етапі було розроблено діаграму прецедентів для того, щоб показати які можливості буде мати користувач при повній комплектації розроблюваної годівниці. Система керується безпосередньо власником. Користувач може взаємодіяти з годівницею як напряму так і через застосунок. Необхідно розглянути можливі варіанти взаємодії з годівницею. По перше – це вмикання та вимикання пристрою, при цьому данні процеси застосовуються як до блока живлення так і до батарейкового акумулятора. Оскільки був згаданий батарейковий акумулятор, то не зайвим буде згадати про можливість заміни його робочих батарейок. Також користувачеві необхідно буде власноруч поповнювати запаси корму та води у баках. Забігаючи уперед, система може мати декілька режимів роботи і при ручному керуванні необхідно буде натискати кнопку, котра на основі показників датчиків рівня з мисок буде досипати корм та доливати воду у необхідних кількостях.

Тепер можна перейти до розробки взаємодії між користувачем та застосунком. Перш за все необхідно визначитися з графіком роботи системи та/або її режимами. Як було згадано раніше може існувати декілька режимів роботи. Їх можна поділити на повністю автоматичний, ручний та частково ручний режим з додатковими сповіщеннями. Графік можна напряму задати самому вказавши кількість та розмір порцій, що насипаються за один прийом їжі/води, кількість прийомів харчування, та години відпочинку системи. Також графік роботи можна розрахувати але при умові, що користувач завів усі необхідні дані при реєстрації свого улюбленця та заніс до системи відомості про калорійність корму. Тоді на основі створеного математичного алгоритму буде відбуватися розрахунок оптимального графіку, який в свою чергу можна буде скорегувати вручну. Для того, щоб розрахувати дієту, як вже було сказано, необхідно внести дані свого улюбленця. Данна операція має назву «реєстрація улюбленця» і запитує у користувача тип тварини (собака чи кішка), вік, вагу,

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

тощо. Процедура введення даних улюбленця також є обов'язковою і користувач зможе відразу перейти до налаштувань годівниці але лише в ручному режимі. В корпус годівниці вбудовано камеру. Відповідно її можна включати та виключати по бажанню. Ця камера надає дві можливості. Перша можливість полягає у тому, що є змога спостерігати за тим, що відбувається у полі зору камери у «live» режимі (тобто режимі реального часу). Спостерігаючи таким чином за улюбленцем у користувача може виникнути бажання зберегти певний момент поведінки свого вихованця використавши другу можливість відеокамери, а саме зробити фото.

Розроблювана годівниця оснащена різними датчиками, які відповідають за працездатність двигунів, за рівень корму та води у баках та мисках домашнього улюбленця. Датчики є важливою складовою системи та безпосередньо впливають на її можливості та коректність роботи. В залежності від даних з датчиків існують основні, критичні сповіщення та сповіщення-нагадування. До основних належать повідомлення про те, що запаси води та/або корму у годівниці закінчуються або поповнилися. До критичних сповіщень належать повідомлення про те, що запаси води та/або корму повністю завершилися у годівниці, заїв шнек або не вдалося встановити зв'язок з системою. За останнє хвилюватися не потрібно, так як система має резервне живлення та записаний стандартний графік харчування. Сповіщення-нагадування використовуються при ручному або частковому ручному режимі роботи системи і слугують пам'ятками користувачеві про необхідність насипати корм або налити води домашньому улюбленцеві. Дані з датчиків записуються до бази даних і тому у будь-який момент можна переглянути статистику роботи системи та отримати по ній деяку автоматичну аналітику. Важливою дрібницею є можливість вибору та купівлі корму з інтерфейсу застосунку, що економить безцінний час користувача. Діаграма прецедентів зображена в кресленні схеми IA61.320BAK.005 Д1.

					IA61.320BAK.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

5.6 Розроблення прототипу інтерфейсу застосунка

Як показав огляд існуючих рішень, створено багато годівниць які мають застосунки, а також і безліч підходів для контролю поведінки та здоров'я тварин. Тим не менше, більшість з них не забезпечують користувачів усіма необхідними даними або обмежують їх можливості. Тому необхідно розробити такий інтерфейс застосунку, який дасть змогу отримувати рекомендації по харчуванню, здоров'ю та благополуччю тварин, а також дасть можливість легко керувати годівницею та слідкувати за її станом. Оскільки існує потреба в отриманні рекомендацій, це можуть бути: раціону харчування, фізичного навантаження, лікарських препаратів/добавок; крім того необхідний аналіз змін в харчовій поведінці тварини, для спостереження за її здоров'ям; те ж саме стосується й керування годівницею та спостереження за твариною. Тому слід розробити застосунок, який спроможній збирати та аналізувати усі отримані дані, а також керувати роботом-годовницею. Для цього було створено наступний прототип.

Основною особливістю розроблюваного інтерфейсу є те що, така система не змушує користувача реєструватися, перш ніж почати роботу з годівницею. Тобто людина може одразу потрапити в головне меню. Його вигляд представлений на рисунку 41, зліва. По центру розміщений циферблат, який вказує скільки часу залишилось до наступного годування, а під ним кнопка включення камери на годівниці. Знизу головного меню розміщена панель управління, з якої можна перейти в наступні розділи (зліва направо): головне меню, яке зараз і відкрите, меню звітів або по іншому графіків, меню ручного годування тварини, меню налагодження сповіщень, меню налаштувань (рисунок 41, справа). Меню налаштування дає можливість заповнити та налаштувати дані про користувача, тварину, налаштувати режими роботи годівниці та інтернет магазин.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

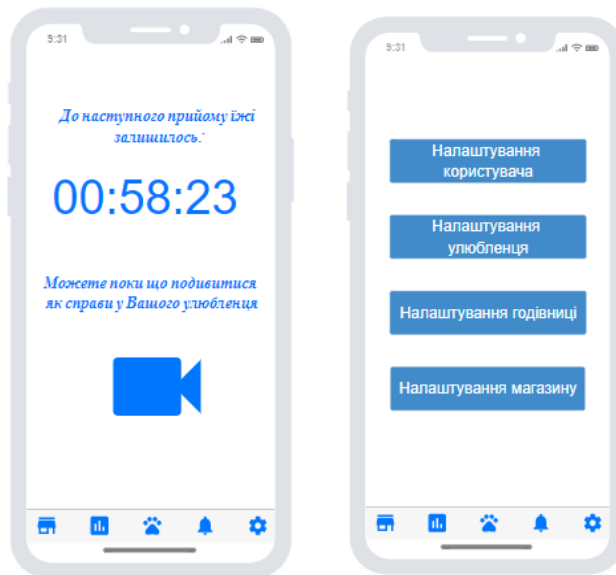


Рисунок 41 – Головне меню; меню налаштувань

Меню налаштування користувача (рисунок 42) дає можливість зайти в особистий кабінет, де будуть автоматично збережені усі налаштування, або зареєструватися. Для реєстрації необхідно вказати електронну пошту та вигадати пароль. Крім того зайти можна завдяки соціальним мережам. У власному кабінеті існує функція змінити логін чи пароль, а також поставити фото.

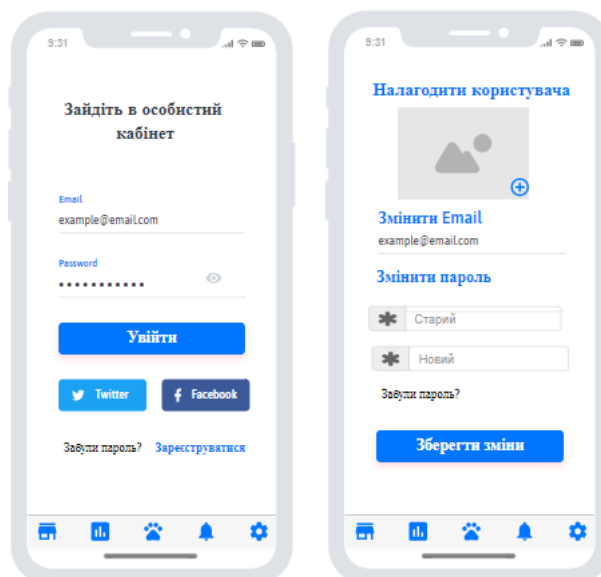


Рисунок 42 – Налаштування користувача

В меню налаштування улюбленця (рисунок 43) потрібно вписати ім'я тварини та при бажанні завантажити його фотографію. Далі обрати тип тварини, її породу та стать. Обов'язково треба обрати особливості тварини, це допоможе правильно підрахувати дієту для неї, особливостями у даному випадку вважається вагітність або кастрація.

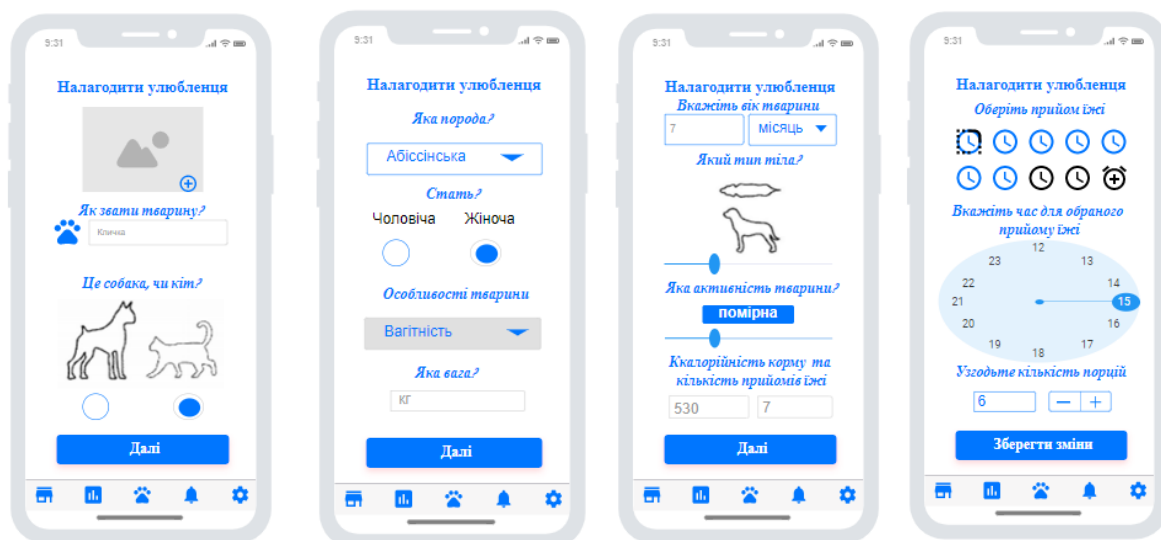


Рисунок 43 – Налаштування улюбленця

Також необхідно ввести вагу тварини в кг. Вказати вік улюбленця, візуально оцінити та обрати тип тіла та спосіб життя вихованця. Потім треба ввести кількість ккал на 100г корму, який вживає тварина а також кількість харчових прийомів для неї на добу. Останнім етапом є вибір часу для кожного прийому їжі та узгодження розміру порції, яку пропонує програма.

Меню налаштування годівниці (рисунок 44, зліва) дає можливість користувачеві ввімкнути або вимкнути сповіщення та попередження а також обрати спосіб годування. Налаштування магазину (рисунок 44, справа) надає змогу додати будь який сайт для замовлення корму та переходити на нього при необхідності.

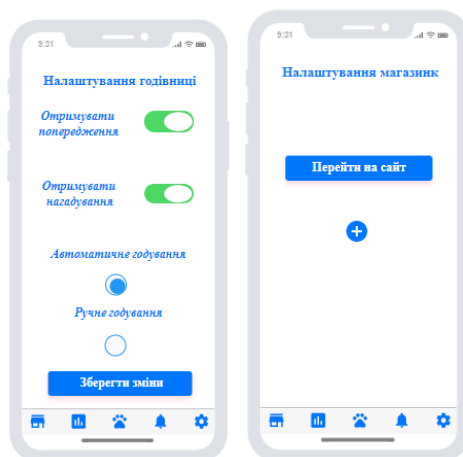


Рисунок 44 – Налаштування годівниці та магазину

На панелі управління, у меню сповіщення користувач може обрати усі типи повідомлень, які він бажає отримувати (рисунок 45, зліва). Меню годування тварини дає можливість погодувати або напоїти улюбленця у будь-який час. У меню звітів (рисунок 46) можна перейти до аналізу здоров'я або аналізу роботи системи. Аналіз здоров'я відбувається на основі показників про кількість вживаного корму та води. Наприклад, якщо тварина починає мало їсти або переїдати, то система сповістить про це господаря та порадить звернутися до ветеринара. Аналіз системи записує дані про наповненість та спорожніння ємностей, та повідомляє користувача про нестачу та надлишок корму.

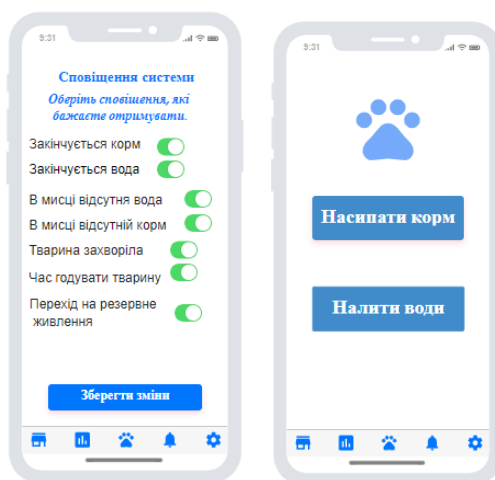


Рисунок 45 – Меню сповіщення на годування

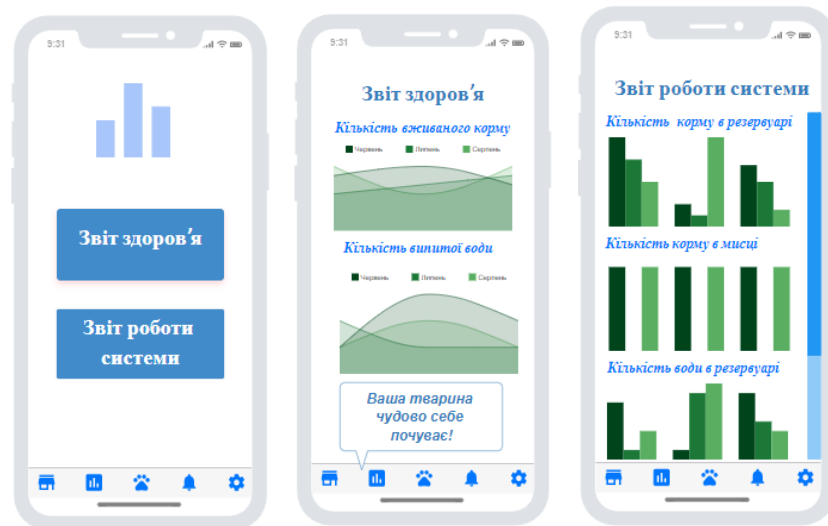


Рисунок 46 – Меню звітів

5.7 Розробка математичної моделі дієти для застосунку

Домашніх тварин найчастіше годують виключно їх власники. Вони, як правило, бажають забезпечити найкраще харчування для своїх вихованців, але найчастіше просто перегодовують улюбленців. В кінцевому рахунку це призводить до хворобливості і надлишкової маси. Багато власників не впевнені стосовно кількості корму, крім того, різні домашні тварини і домашні тварини різних типів можуть мати різні харчові потреби. Відповідно, існує постійна необхідність в способах, системах чи пристроях для контролю маси конкретної тварини. Тому слід розробити математичну модель для застосунку системи, яка зможе запропонувати дієту для конкретного вихованця.

Для цього необхідно опрацювати наступні аспекти:

- визначення потреби в енергії домашньої тварини на підставі докладної інформації про домашню тваринку;
- режим харчування;
- використання енергії твариною впродовж дня.

Оскільки система може використовуватися як для котів, так і для собак, то необхідно окремо розглянути ці два типи тварин. Тому перш за все потрібно при розробці інтерфейсу застосунку подбати про отримання інформації про тип

тварини, але крім того й її вагу, калорійність вживаного сухого корму, стан здоров'я та бажані зміни.

Перш за все необхідно дізнатися скільки енергії витрачає собака або кіт, знаходячись в стані спокою. Тому був введений коефіцієнт RER (Resting Energy Requirements). Він рахується так:

$$\text{RER}_{\text{собаки}} = 70 \times m;$$

$$\text{RER}_{\text{кота}} = 55 \times m,$$

де число – це середнє значення кількості кіло калорій на 1 кг ваги; m – вага тварини.

Тепер необхідно врахувати особливості життя та здоров'я тварин, для цього вводимо ще один коефіцієнт K .

Таблиця 5.1 – Визначення K по характеристикам

	Кастровані/ не вагітні		Вік (місяці)	
	Так	Ні	До 4	4 – 8
Низька активність	1,2	1,4		
Помірна активність	1,6	1,8		
Висока активність	2	2,2		
Зниження ваги	1	1,2		
Набір ваги	2,2	2,4		

Надлишок або нестача ваги легко визначається візуально, можна скористатися рисунком 47 [41].

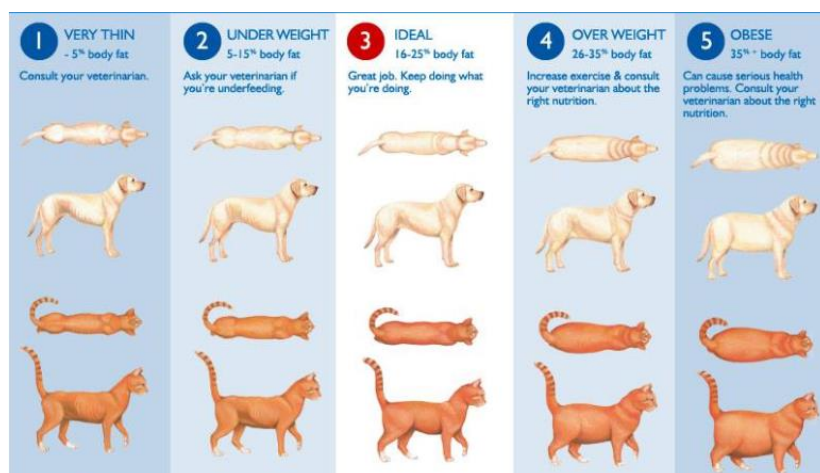


Рисунок 47 – Візуальний аналіз відсотку жиру [41]

Добова норма кілокалорій розраховується так:

$$DRK = RER \times K$$

Завдяки мобільному застосунку система отримує наступну важливу інформацію – калорійність корму, який вживає тварина. За допомогою цього показника, який позначений CCP можна дізнатися скільки грам корму, позначимо NG, яку повинна отримати тварина за добу.

$$NG = \frac{DRK}{CCP} \times 100 = \frac{RER \times K}{CCP} \times 100$$

Таким чином можна отримати загальну кількість корму на день, яку треба розділити на введену користувачем кількість прийомів їжі, позначено NS. Також слід врахувати те, що одна порція їжі годівниці, налагоджена програмою, становить 10 грам. Тому загальна порція для тварини складається з декількох, порцій годівниці.

$$S_{\text{загальна}} = \frac{NG}{NS}; S_{\text{годовниці}} = \frac{S_{\text{загальна}}}{10} = \frac{NG}{NS \times 10}$$

На основі наведених вище формул та даних програма застосунку розраховує оптимальну дієту для тварини з урахуванням усіх показань господаря.

5.8 Розробка прототипу бази даних

У даному пункті було розроблено прототип Бази даних, котра відповідає розробленій системі та задовольняє її вимогам. База даних складається з семи таблиць (рисунок 48): Feeder, FeederModes, Pet, Sensors, SensorSheet, Scheduler, Client.

Таблиця Feeder виконує роль центра системи і через неї можна добратися до даних решти таблиць. Вона буде містити записи що відповідають поточному режиму харчування, домашньому улюбленцю, діяльності сенсорів, режиму роботи.

Таблиця FeederModes відповідає за зберігання даних про режими роботи годівниці, таких як ручний, частковий ручний, автоматичний тощо.

Таблиця Pet буде зберігати інформацію про домашнього улюбленця, таку як: кличку, вік, вагу, тип тварини, стать, породу, активність, особливості.

Таблиця Sheduler відповідає за графік харчування. Дана таблиця містить записи які складаються з номеру запису (що відповідає черзі на виконання), дати та часу, коли буде необхідно погодувати улюбленця, тип або їжа або вода, та кількість порцій.

Таблиця Sensors містить дані про типи датчиків, які присутні в системі. І слугує для розшифрування даних про них.

Таблиця SensorSheet слугує своєрідним логом роботи системи. Усі дані з датчиків будуть записуватися у дану таблицю. Кожний запис буде містити відомості про датчик, час зняття показань з нього та відповідне значення.

Таблиця Client зберігає дані про користувача, його емейл-логін та пароль. Також ставить у відповідність годівницю користувачу.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		71

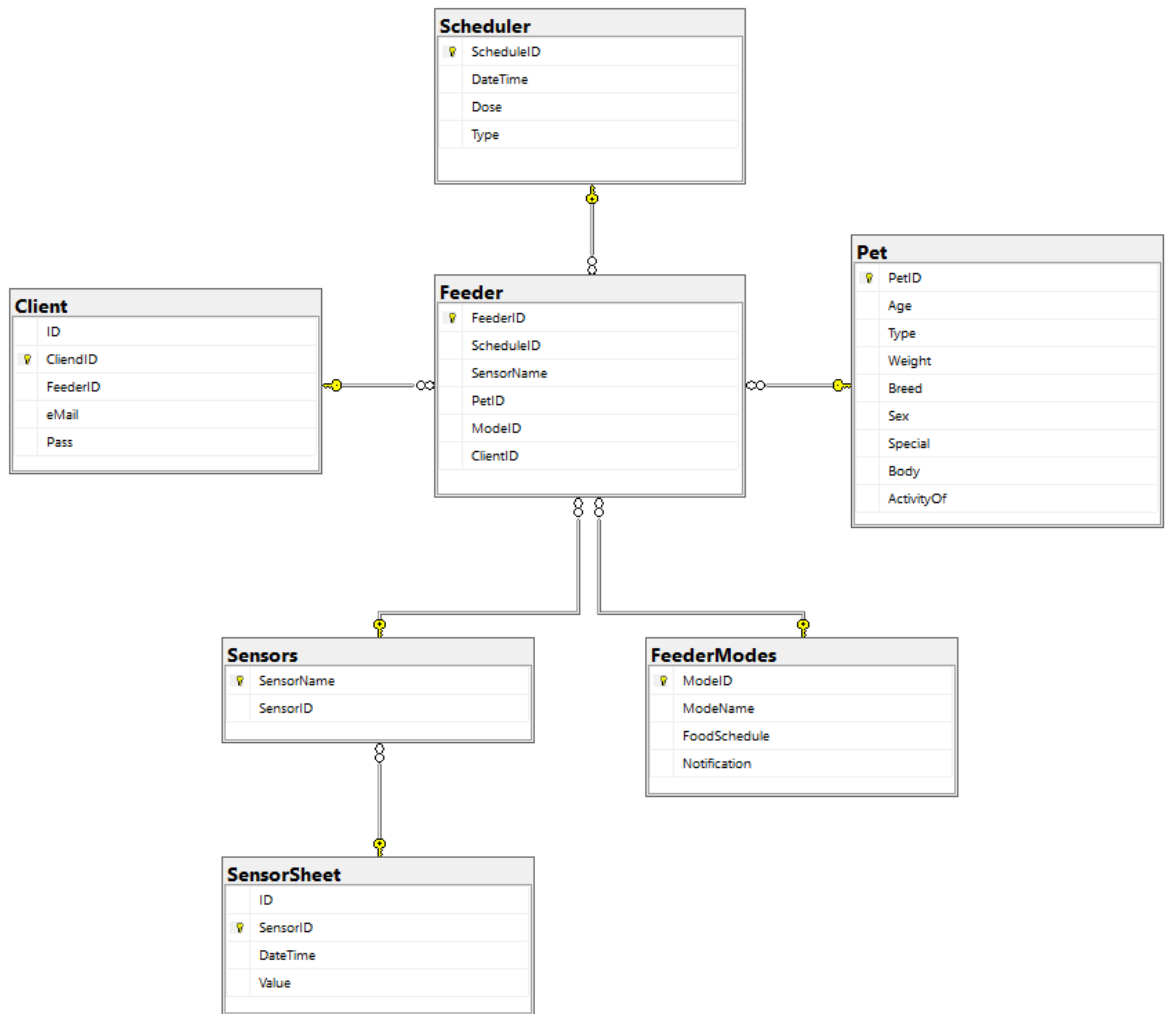


Рисунок 48 – Структура бази даних

5.9 Розробка макету системи

Під час виконання дипломного проєкту був створений макет системи з обмеженим функціоналом. На рисунку 49 зображений резервуар для корму, з похилими сторонами, що допомагає запобігти нераціональному використанню корму, через його засипання в кутки резервуару. Так само можна побачити шнек, який прикріплений до однієї з осей двигуна, а також, частина з якої всипається корм, захищена від його розсипання по всій годівниці.

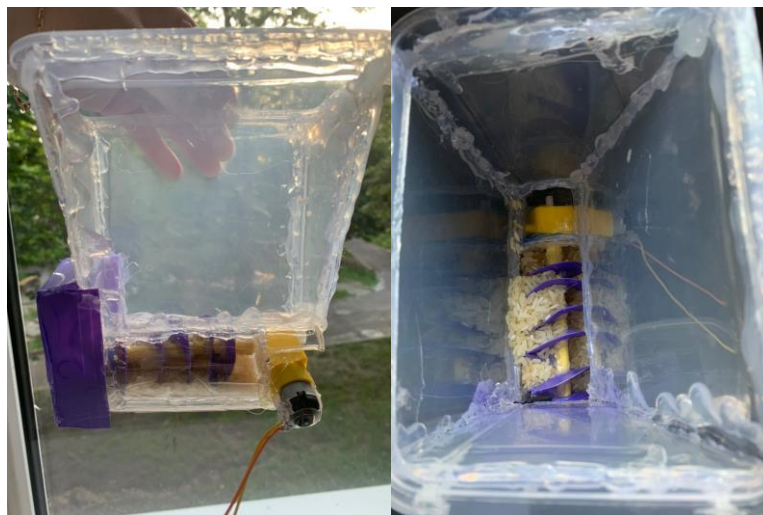


Рисунок 49 – Резервуар для корму з його виконавчим та механічним елементом

На рисунку 50 зображений резервуар для води з його виконавчим та механічним елементом. Знизу баку вмонтована помпа, трубка якої знаходиться зовні резервуару. Її кінець піднятий вгору. Тому для того, щоб захистити систему від потрапляння води на всі елементи, крім миски для води, був створений захисний бар'єр, який зсувається до низу. Усі елементи цієї частини пристрою добре гідроізолювані.



Рисунок 50 – Резервуар для води з його виконавчим та механічним елементом

На рисунку 51 зліва зображено розміщення та установка мікроконтролерної плати та драйверу з їх сполученнями, а справа – установка та підключення резервуарів з їх елементами.

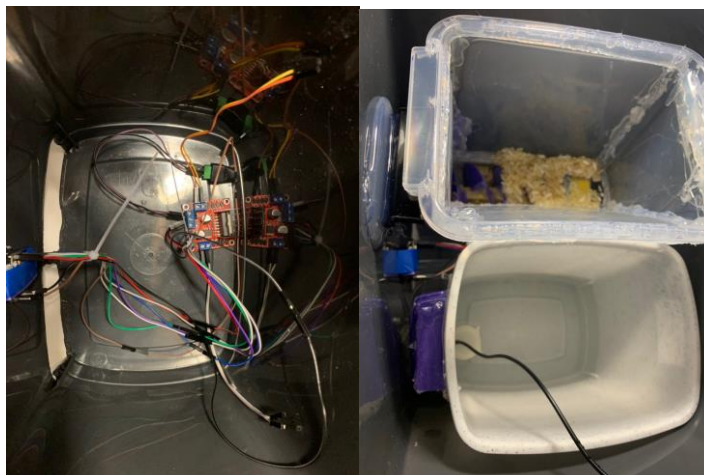


Рисунок 51 – Монтаж елементів годівниці

На рисунку 52 розбажені реалізовані можливості управління системою. Зліва показаний інтерфейс управління процесом насипання корму, налиття води, та відеоспостереження. А справа виведення відео з годівниці на екран смартфона.

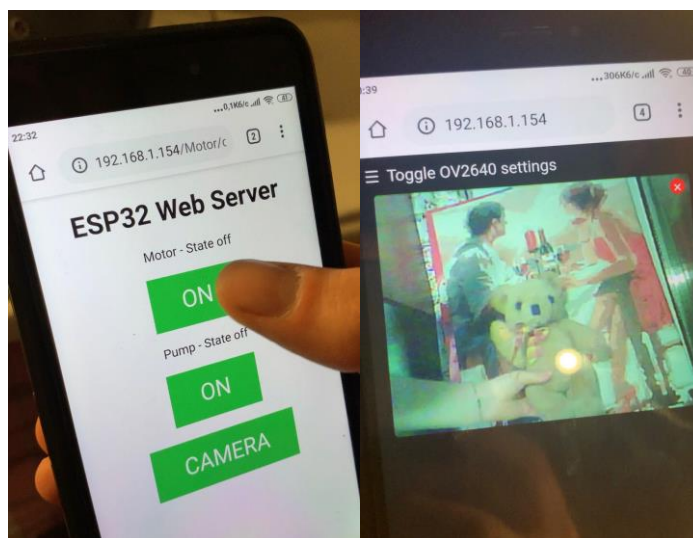


Рисунок 52 – Керування годівницею

На рисунку 53 можна побачити зовнішній вигляд макету. Має має захисні кришки для резервуарів, верхню кришку, миски та акумулятор для підключення системи в мережу живлення.



Рисунок 53 – Зовнішній вигляд макету

Висновки до розділу 5

У п'ятому розділі було розроблено алгоритм роботи пристрою, який описує типову поведінку системи в автоматичному режимі. Також запрограмовано мікроконтролер і описані режими роботи програми. Були розроблені діаграми діяльності процесу перевірки використання корму, послідовності виконання задач поставлених користувачем та роботи системи в автоматичному режимі, прецедентів, яка показує усі можливості роботи користувача з повністю реалізованою системою. За допомогою діаграми стала можливою розробка та опис прототипу інтерфейсу застосунку та математична модель для діти. Було створено прототип бази даних, а також макет годівниці з обмеженим функціоналом, а саме: насипання корму, наливання води та відеоспостереження тварини.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

ВИСНОВКИ

Під час роботи над дипломним проєктом була досягнена поставлена мета, а саме: досліджена та розроблена модульна автоматизована система годування домашніх тварин.

У першому розділі було визначено призначення автоматизованої системи годування домашніх тварин. Воно полягає в задоволенні потреб улюбленців і їх господарів шляхом створення системи, яка здатна майже самостійно дбати про тварин. Область застосування такої системи – це компанії малої побутовою техніки або гаджетів для тварин, а також великі компанії які займаються розробленням систем «розумного будинку», як наприклад MIUI.

У другому розділі були досліджені та проаналізовані існуючі типи автоматичних годівниць, серед яких: секційні годівниці з таймером, годівниці з NFC чіпом, дозатори корму для дистанційного дресирування, та годівниці з автоматичною подачею корму з резервуару. Детально досліджена конструкція та можливості годівниці з подачею корму завдяки шнеку на двигуні. Проаналізовані сучасні комерційні рішення для дистанційного годування тварин: Smart HD Pet Feeder PF02, EasyFeed, Furrytail Pet Smart; їх застосунки, конструкцію, функціонал. Створена порівняльна характеристика вищезгаданих годівниць та виявлені недоліки. На основі існуючих рішень сформульована задача та вимоги до системи.

У третьому розділі були поставлені цілі та задачі, які було заплановано реалізувати під час виконання проєкту. Крім того сформульовані вимоги до пристрою, серверу та застосунку.

У четвертому розділі в якості ядра системи був обраний мікроконтролер та на його основі розробили структурну схему. Потім розробили функціональну схему, у якій записали логіку мікроконтролера, помпу і двигун встановили виконавчими механізмами, а їх механічні – відповідно трубка та шнек, а для контролю параметрів приєднали датчики. Також було обране сімейство

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

мікроконтролерів та визначились з готовою платою з Wi-Fi модуль на основі ESP32 з камерою 2MP OV2640. Був обраний двигун з редуктором, помпа, драйвер двигуна L298N, датчик рівня води, безконтактний оптичний датчик рівня, мембранний датчик та енкодер. На основі характеристик обраних компонентів розроблено електронну принципову схему.

У п'ятому розділі описано поведінку системи годування домашніх тварин, яку наочно продемонстровано за допомогою алгоритму. Розроблено та описано програму роботи мікроконтролера. Створені діаграми діяльності процесу перевірки використання корму, послідовності виконання зовні поставлених задач та роботи системи в автоматичному режимі, прецедентів, яка показує усі можливості роботи системи з її повною реалізацією. Був розроблений прототип інтерфейсу мобільного застосунку та створена математична модель розрахування дієти тварини. Було розроблено прототип бази даних для повної системи, а також створений макет системи з її мінімальними модулями.

Розроблена система може бути розглянута в якості платформи для подальшої роботи – а саме, вдосконалення алгоритмів керування, спрощення конструкції та здешевлення компонентів. Після наступних доопрацювань можливим буде складання плану стартапу та його подальша реалізація.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Догляд за тваринами [Електронний ресурс] //Яндекс маркет – Режим доступу до ресурсу: <https://market.yandex.ru/journal/expertise/zachem-nuzhni-avtokormushki-dlja-zhivotnih-i-kak-vibrat-podhodjaschuju>.
2. New Smart Home [Електронний ресурс] // New Smart Home – Режим доступу до ресурсу: <https://newsmarthome.ru/umnye-gadzhety/avtomaticheskie-kormushki-dlya-koshek-i-sobak>.
3. Офіційний сайт MIUI [Електронний ресурс] // MIUI – Режим доступу до ресурсу: <https://en.miui.com/>.
4. Механічна годівниця [Електронний ресурс] // Bigl – Режим доступу до ресурсу: <https://bigl.ua/p922478585-mehanicheskaya-plastikovaya-kormushka>.
5. Інтерактивні годівниці [Електронний ресурс] // Prom – Режим доступу до ресурсу: <https://prom.ua/Interaktivnye-kormushki.html>.
6. Дозатор з камерою Furbo [Електронний ресурс] // Amazon – Режим доступу до ресурсу: <https://www.amazon.com/Furbo-Dog-Camera-Designed-Compatible/dp/B01FXC7JWQ>.
7. Годівниці з таймером фірми Trixie [Електронний ресурс] // Trixie – Режим доступу до ресурсу: <https://www.trixie.kiev.ua/cats/avtomaticheskie-kormushki/24383>.
8. Годівниці з розпізнаванням Surefeed [Електронний ресурс] // Serpetcare – Режим доступу до ресурсу: <https://www.surepetcare.com/en-us/pet-feeder/microchip-pet-feeder>.
9. Програмована годівниця Petwant PF-102 [Електронний ресурс] // Rozetka – Режим доступу до ресурсу: https://rozetka.com.ua/63502997/p63502997/?gclid=EAIaIQobChMIgoGlusTM6QIVwxUYCh1UYwqNEAkYFCABEgLWGVd_BwE.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		78

10. James O. Essex – Animal feeding apparatus [Електронний ресурс] / James O. Essex // номер патенту US4735171A – Режим доступу до ресурсу: <https://patents.google.com/patent/US4735171A/en>.

11. Годівниця Smart HD Pet Feeder PF02 [Електронний ресурс] // Proline – Режим доступу до ресурсу: <https://www.proline-rus.ru/catalog/aksessuary-5371/smart-hd-pet-feeder-pf02-60304/>.

12. Годівниця easyFeed [Електронний ресурс] // Amazon – Режим доступу до ресурсу: <https://www.amazon.co.uk/easyFeed-Automatic-Feeder-Food-Water/dp/B01N4RG3L3>.

13. Годівниця Furrytail Pet Smart [Електронний ресурс] // Xiaomi – Режим доступу до ресурсу: <https://www.xiaomi.ua/furrytail/>.

14. Порівняння мікроконтролера та мікропроцесора [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tutorialspoint.com/microprocessor/index.htm>.

15. Порівняння сімейств мікроконтролера [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/1253-mikrokontrollery-8051-pic-avr-i-arm-otlichiya-i-osobennosti.html.

16. 8051 [Електронний ресурс] // Intel – Режим доступу до ресурсу: <https://www.intel.com/content/www/us/en/design/resource-design-center.html>.

17. PIC AVR [Електронний ресурс] // Microchips – Режим доступу до ресурсу: <https://www.microchip.com/>.

18. ESP [Електронний ресурс] // Espressif Systems – Режим доступу до ресурсу: <https://www.espressif.com/en..>

19. ARM [Електронний ресурс] // ARM – Режим доступу до ресурсу: <https://www.arm.com/>.

20. ESP32 cam [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout/>.

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		79

21. Сервопривод [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: <https://techtrends.ru/resources/articles/servoprivod/>.
22. Кроковий електродвигун [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: <https://virom.com.ua/informatsiia/verstaty-chpu/krokovyi-dvyhun>.
23. Мотор з редуктором [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: <http://www.servomh.ru/stati/motor-reduktor>.
24. Мотор з редуктором [Електронний ресурс] // Arduino – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod662-motor-s-reduktorom-148-dvyh-osevoi>.
25. Електромагнітний клапан [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: <https://prock.com.ua/2solenoidvalve/>.
26. Помпа [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: <https://avtocity365.ru/ustrojstvo-i-ekspluatatsiya-avtomobilya/avtomobilnaya-rompa-i-printsip-eyo-raboty/>
27. Помпа [Електронний ресурс] // Arduino – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod3722-vodyanoi-pogryjnoi-nasos-rompa-3-6-v-120lch>.
28. Драйвер DRV8833 [Електронний ресурс] // Texas Instruments – Режим доступу до ресурсу: [http://www.ti.com/..](http://www.ti.com/)
29. Датчики [Електронний ресурс] // Сайт – Режим доступу до ресурсу: https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya
30. Живлення [Електронний ресурс] // Arduino – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/cat297-zaryadnie-ystroistva-zaryadnie-modyli..>
31. Харчування тварин // Сайт – Режим доступу до ресурсу: <https://cmtscience.ru/article/gajd-po-rationu-domashnix-pitomcev>.

ДОДАТОК А

Лістинг коду

					ІА61.320БАК.005 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81