

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

ФПТ

(назва факультету)

приладів і контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Інформаційна система автономної моделі для слідкування
по маршруту та оминання перешкод**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи РІМ-61

спеціальності (напряму підготовки) 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Батюк В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

Скорочення	Пояснення скорочення
ШІ	Штучний інтелект
АР	Автономний робот
ДВ	Давач відстані
ІДВ	Інфрачервоний давач відстані
ЦП	Центральний процесор
ШІМ	Широтно-імпульсна модуляція
UART	Універсальний асинхронний інтерфейс
SPI	Послідовний переферійний інтерфейс
USB	Універсальна послідовна шина
CAN	Локальна мережа контролерів
АЦП	Аналогово-цифровий перетворювач
ЦАП	Цифро-аналоговий перетворювач

ВСТУП

З розвитком технічного прогресу суспільства, (АР) знаходять усе більш широке застосування для виконання різних задач в умовах, коли присутність людини в зоні їх роботи неможлива чи не бажана. Також вони набувають велику популярність в буденному житті людини. Для прикладу всім відомий робот пилосос, газонокосарка і тому подібне. Автономні мобільні роботи в буденному житті як, правило мають набір давачів для аналізу навколишнього середовища, акумулятором і станцією для його заряджання також уособлюють в собі простоту дизайну, будучи складним механізмом, який здатні самостійно приймати рішення у певних поставлених для них задач. Чимале розповсюдження здобули промислові роботи, які стали головною технологічною базою машинобудівної, приладобудівної та електронних галузей світової промисловості. Зараз існує велика кількість працюючих промислових роботів, які виробляють промислові роботи для маніпулювання, зварювання, фарбування, упакування, шліфування, полірування й т.д. з великим спектром застосування й по точності, і по характері виконуваних операцій.

Актуальність роботи

Актуальність (АР) полягає в тому, що вони все більше використовуються в різних технологічних процесах на виробництві у всьому світі, для звільнення людини від виконання нетворчої, механічної чи небезпечної роботи. Крім того, розробка (АР) є перспективним напрямом сучасних науково-технічних досліджень у машинобудуванні, транспорті, медицині, космічній техніці тощо.

Мета і завдання дослідження

У даній дипломній роботі ми розглянемо один із методів реалізації «Інформаційної системи автономної моделі для слідкування по маршруту і оминання перешкод» на її шляху. Так як, планування переміщення мобільного робота в просторі з перешкодами є однією із найважливіших проблем їх функціонування і однією з областей сучасного науково-практичного знання, що досліджується.

1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1 Літературний огляд відомих теоретичних і практичних рішень

1.1.1 Робототехніка

Робототехніка – це прикладна наука, яка опікується проектуванням, розробкою, будівництвом, експлуатацією та використанням роботів, а також систем для їх контролю.

Робототехніка базується на створенні роботів для автоматизації технічних операцій і процесів, для заміни людини під час виконання небезпечної, важкої і довго тривалої роботи.

Робототехніка поділяється на такі сфери використання, як будівельна, промислова, побутова, авіаційна, екстремальна (військова, космічна, підводна). За даними Національної асоціації учасників ринку робототехніки, у світі на 10 тисяч працівників, 2015 року доводилося у середньому 69 промислових роботів.

Розвиток робототехніки бере свій початок ще з давніх часів. Першими роботами можна вважати механізми які допомагали людині збільшувати силу й швидкість переміщення. такі механізми приводились в рух примітивно за допомогою: води, пари, зубчастих коліс. Одним з найвідоміших прикладів можна вважати Архімедів гвинт. Механізм створений давньогрецьким математиком, фізиком, інженером винахідником Архімедом в 250 році до н.е. Архімедів гвинт був одним із перших насосів і став прообразом для створення великої кількості винаходів в основі яких використовується «шнек».

В середні віки великою популярністю користувались пристрої, в основі яких використовували годинникові механізми. Велику кількість людиноподібних пристроїв було створено швейцарськими годинникарями Пьером-Жаком Дро (1721—1790) і його сином Анри Дро (1752 – 1791). Ці людиноподібні іграшки представляли собою багатопрограмні автомати з швидкозмінними програмами.

Після закінчення Другої світової війни, робототехніка почала набувати

швидкого прогресу. Термін робототехніка запровадив письменник-фантаст Айзек Азімов 1942 року. Слово робототехніка походить від слова робот, яке було представлено публіці чеським письменником Карелом Чапеком у його п'єсі R.U.R. (Россумські Універсальні Роботи) 1920 року. Саме Айзек Азімов вперше сформував три закони робототехніки в оповіданні «Я, робот»(1941р.).

1. Робот не може заподіяти шкоду людині, або своєю бездіяльністю дозволити, щоб людині була заподіяна шкода;
2. Робот повинен підкорятися наказам людини, за винятком тих, котрі суперечать першому пункту.
3. Робот повинен захищати самого себе, якщо тільки його дії не суперечать першому і другому пунктам.

Повністю автономна роботизована система появилась в середині 20-го століття. В 1959 році був створений перший робот – маніпулятор під назвою Unimate.

З початком 21-го століття почались активно розроблятися промислові і комерційні роботи, які виконували роботу людей краще, дешевше, швидше, надійніше і точніше. Можна вважати що з того моменту роботи почали активно використовувати в виробництві, дослідження космосу, озброєнні, транспортуванні. Недавно була створена перша жінка робот ім'я якої Софія. Вона гуманоїд, розроблена гонконгською компанією Hanson Robotics зовнішність якої була створена по образу актриси Одрі Гепберн. Софія володіє штучним інтелектом, може імітувати емоції, відповідає на питання і може підтримувати розмову на прості теми. Хоча західні експерти заперечують, що робот володіє (ШІ). За словами керівника лабораторії (ШІ) компанії «Facebook», робот Софія – це чат-бот, який за допомогою технології розпізнавання мови Google розпізнає питання за ключовими словами та підбирає найбільш слушну відповідь із визначеної бази[1].

1.1.2 Автономний робот

Автономний робот – це робот який здатний виконувати задачі з високим рівнем автономності без постійного чи часткового втручання людини. Такі роботи активно застосовують у сучасному світі в різних сферах, як наприклад в дослідження космосу, очищення забруднених територій від токсичних відходів або продуктів ядерних установок, сільськогосподарські роботи, очищення приміщення та догляд за людьми похилого віку, домашні роботи з повним використанням.

На даний момент немає універсального (АР), який зможе виконувати задачі в різних галузях, як людина. Наприклад, багато роботів призначено для праці з монтажу, і не можуть бути легко пристосовані для інших застосувань. Їх називають «складальними роботами». Більшість сучасних (АР) з самого початку проектуються, як вузько спеціалізовані і їх користь можна відчутти тільки в тих галузях для яких вони призначені. Наприклад роботи для зварювання шва, деякі виробники постачають повні зварювальні системи з роботом, тобто зварювальне устаткування поряд з іншими зручностями обробки матеріалів, таких як, поворотні столи та інше, як єдине ціле.

Деякі роботи, спеціально розробляються для маніпулювання важкими навантаженнями і позначені як «важкі роботи службових обов'язків».

Поточні і можливі області застосування роботів, передбачають і для військової роботи де спектр завдання є зовсім іншим.

Вчені активно застосовують (АР) для дослідження космосу. В кінці 2018 році три автономних марсохода завершили свої випробування в пустині Сахара. Ці роботи були збудовані інженерами зі німецького інноваційного центру DFKI Robotics, щоб показати що космічна робототехніка має право на існування для майбутніх космічних дослідницьких операцій.

Однією із важливих проблем робототехніки є створення (АР) який зможе справлятися із завданнями у будь-якому навколишньому середовищі: на землі, під

водою; у повітрі, під землею або в космосі.

Автономний робот повинен дотримуватись три закони робототехніки і повинні бути реалізовані такі процеси як:

- Отримувати і обробляти самостійно інформацію про довкілля;
- Працювати як найдовший проміжок часу без людського втручання;
- Переміщатися цілком чи якусь свою частину у просторі без людської допомоги.

В (АР) може також бути реалізовано (ШІ), який зможе навчатися чи здобувати нові вміння, наприклад, удосконалювати алгоритми для виконання своїх задач чи адаптація до змін у довкіллі. Також йому, усе ж, вимагають регулярного технічного обслуговування, як це роблять із іншими машинами.

В своєму розвитку пройшли шлях від простих механізмів, які виконують одну дію по шаблону, до сучасних роботів, які набагато складніші. Вони активно вдосконалюються, що зменшує потребу в постійному втручання людини при виконання більшості задач. Сучасна електроніка вже давно реагує на зміну умов швидше і точніше, ніж це би зробив оператор. Наприклад стан безпілота в польоті оцінюється сотні раз в секунду. Стабілізація здійснюється так швидко, що її роботу можна побачити тільки в результаті роботи. Сучасні безпілоти мають все кращу і швидшу стабілізацію, що допомагає роботу все краще літати в вітряну погоду і оминають перешкоди.

1.1.3 Архітектура роботів

Основи функціонування роботів складається з таких систем:

1. Сканування навколишнього середовища. Це датчики які виконують функції технічного зору: дотику, датчики відстаней, локатори та ін пристрої, які дозволяють отримати інформацію з навколишнього світу;
2. Система керування – це головна частина робота, яка приймає і обробляє інформацію від давачів і управляє виконавчими органами.

Ця частина робота зазвичай реалізується контролером. До системи керування повинні входити такі компоненти:

- Розпізнавання – розпізнавання зображень, розпізнавання мови тощо Завданням системи розпізнавання є ідентифікація, тобто розпізнавання предметів, що оточують робота.
- Планування дій – здійснює перетворення моделі світу з метою отримання якої-небудь дії. При цьому зазвичай перевіряється можливість виконання поставленої мети. Результатом роботи планування дій є побудовою виконання певних дій, які закладені в логіці робота.
- Виконання дій – намагається виконати заплановані дії, подаючи команди на виконавчі пристрої і контролюючи при цьому процес виконання.

3. Виконавчі органи — це ходова частина та інші пристрої, за допомогою яких робот може пересуватись в середовищі та пристрої за допомогою яких може впливати на предмети оточення. За аналогією з живими організмами — це руки і ноги робота.

Спосіб пересування можна поділити роботів на колісних, крокуючих плаваючих, літаючих, гусеничних чи гібридних. Найчастіше використовується колісні роботи. Це є універсальна система пересування і проста в експлуатації. Також є велика різноманітність пристроїв для приведення в рух робото технічних пристроїв.

- Двигуни постійного струму : електродвигуни, яких є декілька видів, є найбільш використовувані в більшості роботах.
- Крокові електродвигуни: крокові електродвигуни повертаються покроково на певний кут з використанням керування контролера. Це дозволяє обійтися без датчика положення, оскільки контролеру точно відомо, на який кут було зроблено поворот.

- П'єзодвигуни: Сучасною альтернативою двигунів постійного струму, є п'єзодвигуни, також відомі як ультразвукові двигуни. Принцип їх роботи абсолютно відрізняється: малі п'єзоелектричні ніжки, які вібрують з частотою більше 1000 разів на секунду, змушують мотор рухатися по колу або по прямій. Перевагами подібних двигунів є висока швидкість і потужність, непорівнянна з їх розмірами.
- Повітряні м'язи: Повітряні м'язи — простий, але потужний пристрій для забезпечення сили тяги. За накачування стисненим повітрям, м'язи здатні скорочуватися до 40 % від своєї довжини. Через те, що спосіб їх роботи схожий з біологічними м'язами, їх можна використовувати для виробництва роботів з м'язами і скелетом, аналогічними м'язам і скелету тварин чи людини.

1.1.4 Проблеми у галузі розвитку робототехніки і автономного робота

На шляху розвитку (АР) головною проблемою є створення штучного інтелекту, однак також є багато дрібних, але суттєвих проблем.

Штучний інтелект – це створення інтелектуальної програми для робота, яка зможе брати деякі функції інтелекту людини, наприклад обирати найбільш оптимальні рішення і прогнозувати перешкоди на своєму шляху. Проблема (ШІ) для (АР) полягає в тому, що постійно потрібно створювати новий алгоритм роботи і підстроювати його для роботи в різних середовищах. Робот не має свободи дій у вирішенні поставленого завдання, а лише перебирає вибирає варіанти вирішення завдання у межах свого програмного коду. Виходом є створення системи, яка сама зможе створювати для себе алгоритм роботи і підстроювати його під навколишнє середовище, навчатись і накопичувати досвід для майбутніх задач чи для вирішення проблем які виникають під час роботи. Така система розцінюється як (ШІ), має вільність дій і сама вибирає оптимальні

варіанти для вирішення завдання, а не керується в рамках. Однак часто для вирішення завдання потрібно не перебір варіантів, або варіантів дуже багато.

Однією з основних проблем при створенні повністю (АР) є проблема забезпечення їх живлення. Є велике різноманіття живлення (АР), які мають велику місткість. Найбільш поширені у використанні зараз є літій-іонні акумулятори. Їх вважають одними з найперспективніших джерел автономного живлення. Проте проблема всіх акумулятор полягає в: місткості, кількості циклів заряду, швидкість заряду, діапазон робочої температури. Не дивлячись це, розробники акумуляторів безперервно працюють над створенням більш сучасних елементів зберігання енергії, так як появляються більш нові технології.

1.2 Опис конструкції спроектованого пристрою

Об'єктом дослідження виступає спроектований (АР) в якому використовується для навігації система давачів і також для визначення шляху пересування і знаходження перешкод.

Виконуючи літературний огляд було вирішено спроектувати (АР), який складається з чотирьох колісної бази в якій два ведучих колеса (10) і два поворотних (9), електродвигун (8), редуктора (14), диференціала (12), датчик швидкості (13), шістьох (ДВ) (1-6), серводвигуна (11), контролера (7).

Все керування здійснює контролер (7), який за допомогою основної інформацію про навколишнє середовище, для оминання перешкод, прокладання маршруту він отримує від шістьох (ДВ) (1-6). Розміщення давачів вибрано так, щоб охоплювати велику площу для сканування навколишнього середовища.

По закінченню сканування маршруту давачами (1-6) контролер обробляє інформацію і прокладає найраціональніший маршрут. При знаходження перешкоди, яка виникає під час руху контролер (7) змінює маршрут, після чого вказує серводвигуну(11) повернути колеса (9) так, щоб (АР) безпечно об'їхав перешкоду, з найменшою втратою швидкості.

Швидкість пересування (AP) відіграє велику роль. Основною рушійною силою для руху робота здійснює електродвигун (8), який через редуктор(14) і диференціал (12) обертає ведучі колеса (10). В (AP) контроль швидкості реалізований за допомогою датчика швидкості.

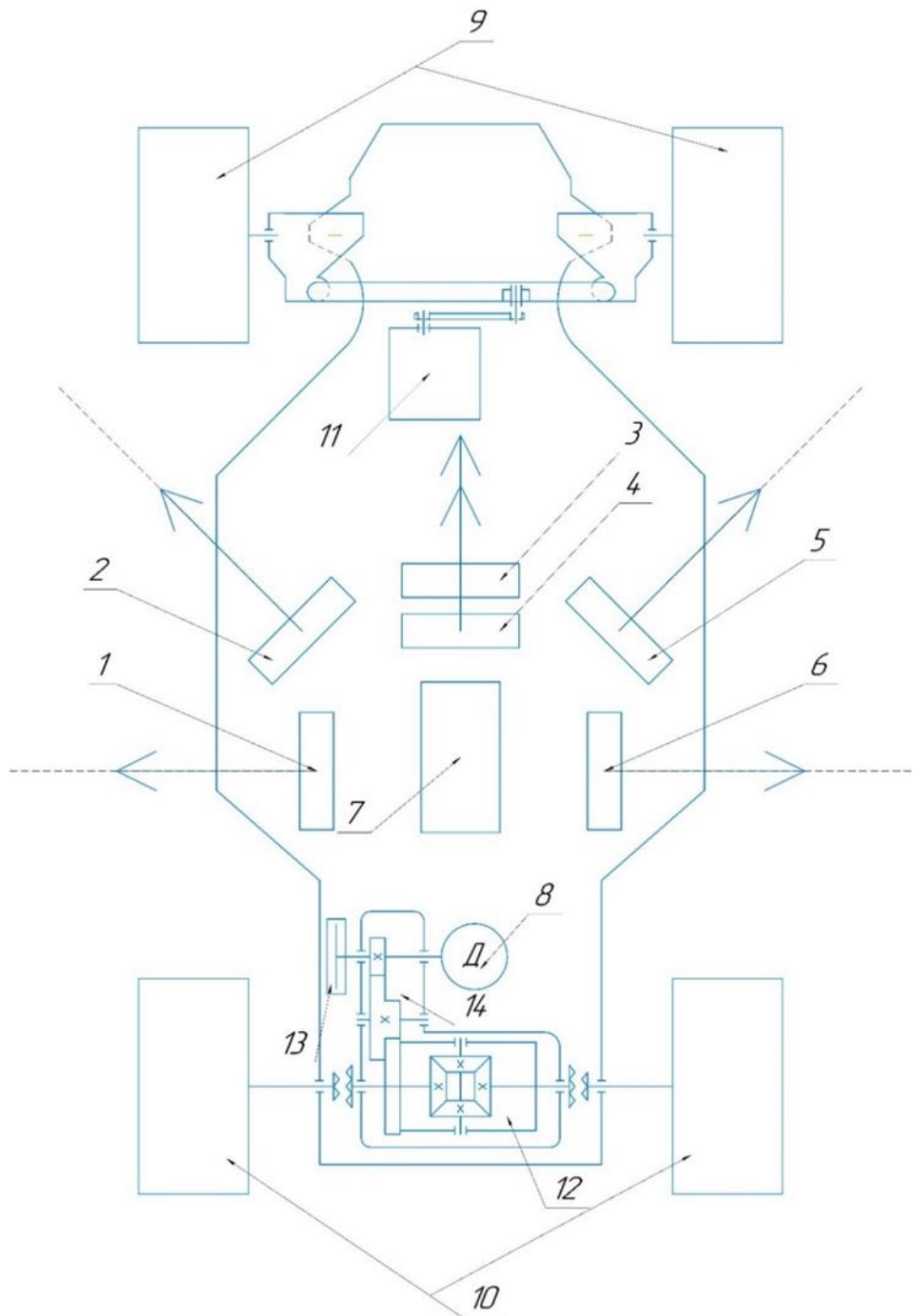


Рисунок 1.1 – Кінематична схема автономного робота

1.3 Основні кінематичні і силові розрахунки

1.3.1 Вибір двигуна

Принцип дії багатьох приладів і механізмів будується на перетворення електричної енергії в механічну. В електромеханічних приладах таким механізмом служить електричний двигун. В порівнянні з двигунами внутрішнього згорання і паровими, для своєї роботи вони не потребують палива (нафти, газу, води, вугілля), через що електродвигуни не забруднюють навколишнє середовище своїми шкідливими викидами.

В залежності від джерела живлення електродвигуни поділяють на двигуни постійного і змінного струму. В нашому пристрої ми використовуємо електродвигун постійного струму.

Двигуни постійного струму – це електрична машина постійного струму яка перетворює електричну енергію в механічну. Перші електричні двигуни були винайдені ще у першій половині 19-го століття, а з кінця того ж століття почали набувати все більшого поширення. Сучасні промисловість, транспорт, комунальне господарство, побут неможливо уявити без електричних двигунів. Найбільш популярним зараз можна вважати електродвигун постійного струму. Його можна вважати одним із простих і недорогих двигунів з хорошими характеристиками.

Колекторний електродвигун це електрична машина, в якій хоча б одна обмотка ротора з'єднана зі щітками і колектором. Як і будь-який електродвигун, колекторний перетворює електричну енергію в механічну. Він складається з нерухомої частини – статора і рухомої – ротора. У статорі розташовуються обмотки збудження, ротор відповідає за передачу механічної енергії. Одна зі складових частин ротора – вал. З одного боку, на валу розміщений колекторний вузол, за допомогою якого на обмотки ротора передається електрична енергія. Статор складається з корпусу, який захищає компоненти мотора від пошкоджень. Зверху і знизу корпусу кріпляться магнітні полюси.

Переваги

- Простота у використанні;
- Плавність зміни швидості;

- Можливість використання, як генератора;
- Висока швидкість обертів на хвилину;
- Хороший крутний момент на різних швидкостях;
- Можливість регулювання швидкості в широких межах;
- Невисока вартість.

Недоліки

- Високий рівень шуму при роботі на високих швидкостях;
- Іскріння і знос щіток;
- Необхідність в постійному обслуговуванні.

В даному (АР) я використовую колекторний електродвигун постійного струму RS-380SH-4535. Електродвигун в автономному роботі виконує здійснює подачу крутного моменту на ведучі колеса. Основні технічні характеристики електродвигуна RS-380SH-4535 представлені в таблиці 1.1



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд двигуна RS-380SH-4535

Таблиця 1.1 Технічні характеристики обраного двигуна

Діапазон напруг		3~9V
Номінальна напруга		6 V
Швидкість оберту вала без нагрзуки		
Вольтаж (V)	швидкість (об/хв)	Струм (A)
3	8090	0,3
6	16000	0,5
9	18000	0,8

1.3.2 Розрахунок редуктора

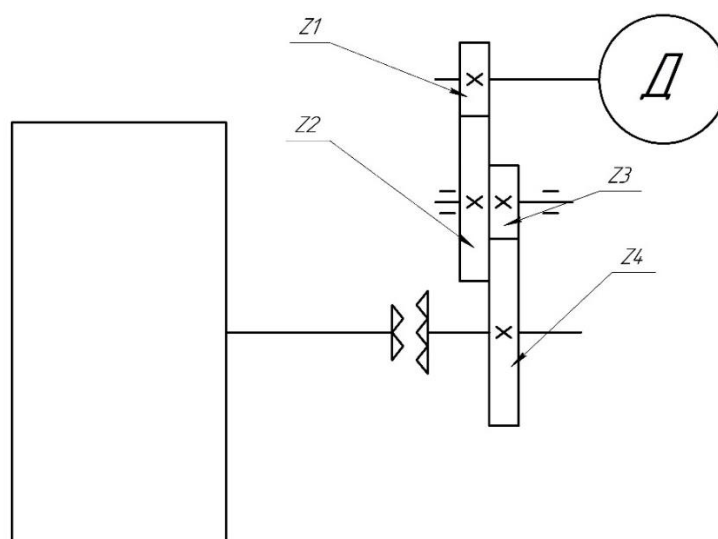


Рисунок 1.3 – Кінематична схема редуктора

Редуктор – це механізм, який складається з зубчастих коліс розміщених в закритому корпусі і призначений для зменшення чи збільшення швидкості обертів двигуна. Передавальне відношення є головною характеристикою редуктора і показує відношення чистоти обертання ведучого і веденого колеса. Передаточне число визначається відношенням числа зубців більшого колеса Z_2 до до числа зубців меншого колеса Z_1 [11].

$$U = \frac{z_2}{z_1} \quad 1.1$$

Передаточне число на відміну від передаточного відношення завжди додатне та не може бути менш за одиницю[11].

Передаточне відношення вираховується за формулою (1.2).

$$i_{\text{заг}} = U_1 \times U_2 \quad 1.2$$

Де U_1 і U_2 передаточне число першої і другої пари зубчастих коліс

$$U_1 = \frac{28}{9} = 3,1$$

$$U_2 = \frac{40}{16} = 2,5$$

Знаючи передаточне число першої і другої пари коліс можемо порахувати загальне передаточне відношення.

$$i_{\text{заг}} = 3,1 \times 2,5 = 7,75$$

Дані розрахунку наведені в таб. (1.2).

Таблиця 1.2 – загальне передавальне число і відношення

Шестерня	Кількість зубів	Передаточне число
Z_1	9	3,1
Z_2	28	
Z_3	16	2,5
Z_4	40	
Загальне передаточне відношення		7,75

1.3.3 Вибір Серводвигуна

Серводвигун (сервопривід) – це пристрій, який складається з механічної і електричної частини. Основна відмінність серводвигуна від звичайного електродвигуна в тому, що він може керуватись за швидкістю обертання, моментом і положенням.

Основні характеристика серводвигуна:

- Зусилля на валу: рахується одним із основних показників при виборі серводвигуна. Вимірюється в кг/см. Ця характеристика показує вагу навантаження, яку серводвигун здатен утримувати в стані спокою на задану довжину важеля.
- Швидкість повороту: також рахується основною характеристикою на, яку звертають при виборі сервопривода. Вимірюється в секундах на градус повороту важеля. Наприклад $0.13\text{сек}/60^\circ$ означає що сервопривода повертається на 60° за 0.13 секунди.
- Тип сервопривода: керування цифрове чи аналогове;
- Кут повороту: цей параметр вказує який максимальний кут повороту може здійснити серводвигун. Серводвигуни в основному мають максимальний кут повороту 180° чи 360° .

Серводвигун складається з потенціометра, редуктора, електродвигуна і електрона плата. Електрона плата є основним елементом, який обробляє інформацію з потенціометра і від результату який був отриманий вирішується запускати двигун чи зупиняти. Іншими словами ця електрона плата відповідає за зворотній зв'язок.

Принцип роботи серводвигуна будується від зміни імпульсів, які ми подаємо через контролер. Зміна положення кута сервопривода залежить від імпульсу, який подається керуючим органом. Чим довший імпульс, тим швидше двигун змінює кут повороту важеля. Якщо при зміні положення кута сервопривода на його важіль дати певне навантаження, то можна відчутти сильний спротив це і є максимальне зусилля, яку може витримати сервопривід.

Сервопривід не завжди може постійно підтримувати вказане положення для цього йому необхідні імпульси, на які він отримує від електронної плати і очікує 20 мс.

Сервоприводи розрізняються в залежності від джерела енергії на декілька видів:

- механічні;
- гідравлічні;
- електричні;

Часто в конструкції серводвигунів використовуються синхронні двигуни. На даний момент в серводвигунах добре реалізовано регулювання, контроль швидкості, зміна швидкості повороту. Також сучасні сервоприводи славляться високою швидкістю обертання, точністю настроювання позиції, невеликою масою і габаритами (див. таб. 1.3), а також непоганими даними ударостійкості. Завдяки цим показникам вони активно застосовуються в робототехніці так як вони дозволяють збільшити рухливість і плавність рухів.

Таблиця 1.3 Габаритні розміри сервоприводів

Вид сервопривода	Вага (г)	Лінійні розміри (мм)
Мікро	8-10	24x12x24
Міні	20-25	30x15x35
Стандартні	40-80	40x20x37
Великі	50-90	49x25x40

В даному пристрої сервопривід виконує основне завдання поворотного механізму. Сервопривід повинен здійснювати поворот коліс $\pm 30^\circ$ через рульову тягу. Даний кут поворот заданий конструкційними особливостями роботи.

Основною характеристикою для вибору сервопривода є максимальне зусилля, яке потрібно надати для здійснення повороту.

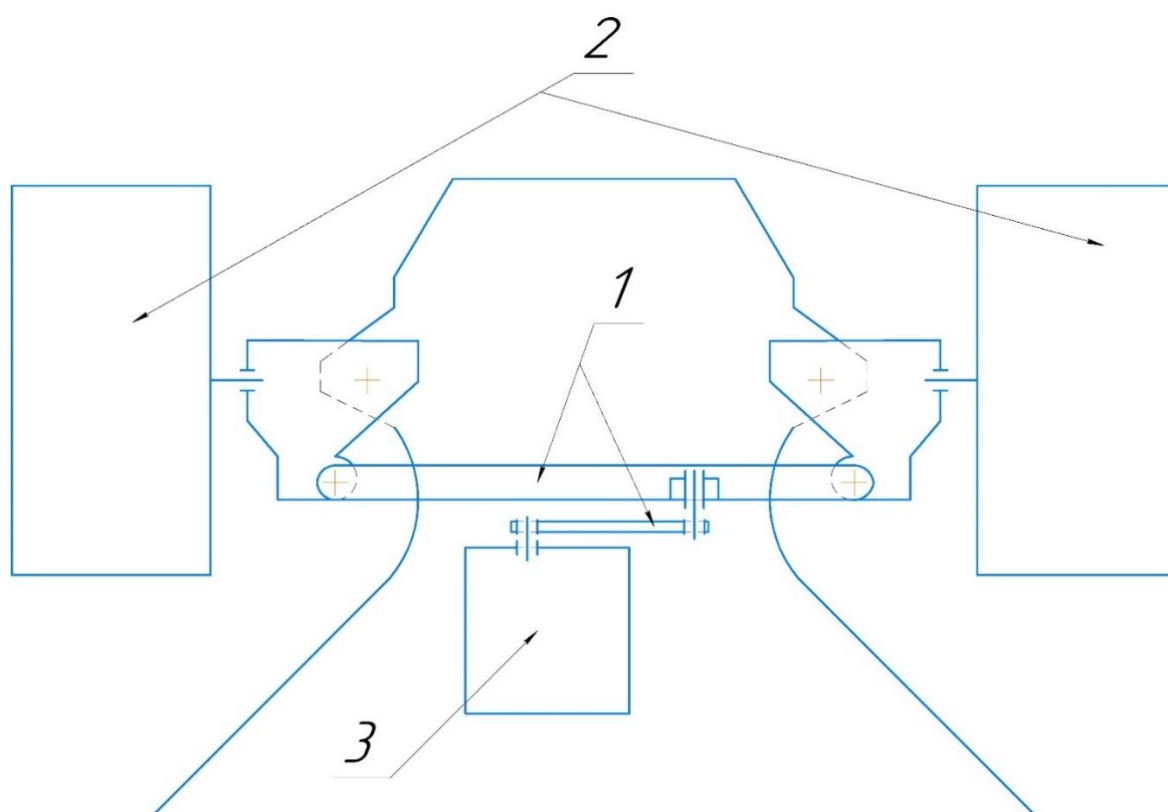


Рисунок 1.4 – Схематичне зображення поворотного механізму; 1 – рульова тяга 2 – ліве і праве поворотне колесо, 3 – серводвигун

Сервопривід SG-90 часто використовують для управління легкими механізмами.



Рисунок 1.5 – Сервопривід SG-90

Технічні характеристики сервопривода SG-90 показано в таб 1.4.

Таблиця 1.4 Технічні характеристики обраного серводвигуна

Робоча напруга	3,5 – 6V
Максимальна споживана струм	200мА
Кут повороту	180°
Швидкість повороту без навантаження при 6 V	60° за 0,10с
Швидкість повороту з навантаженням при 6 V	60° за 0,12с
Максимальне зусилля на валу	1,6 кг/см
Габаритні розміри	23x12x29 мм
Маса	9 г
Тип	Цифровий

1.4 Висновок

У цьому розділі було проведено літературний огляд в якому ми ознайомились робототехнікою і автономними роботами. В ньому ми визначили як робототехніка починала розвиватись і в якому стані зараз перебуває в сучасному світі. Ознайомлення із таким поняттям як автономний мобільний робот. Розбір проблем з якими можуть виникнути в нас при розробці (АР). Також розглянуто основні вузли роботів на, які потрібно звертати при проектування їх.

На основі проведеного аналізу було вирішено спроектувати (АР). Здійснено опис конструкції. Визначені основні виконавчі пристрої – серводвигун і двигун постійного струму. І здійснений вибір їх для виконання наших задач.

2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ

Математичне моделювання – це потужний інструмент для розв’язування технологічних, інженерних і наукових проблем, що ґрунтуються на використанні математичних моделей. Сучасні досягнення науки і техніки були б неможливими без побудови ефективних математичних моделей[5].

Модель – це об’єкт, створений з метою відтворення його при певних умовах. Модель може бути представлена фізичним об’єктом, подібним до оригіналу, або описом об’єкта у вигляді математичних формул, тексту, комп’ютерної програми.

Метою моделювання є здобуття, обробка, представлення і використання інформації про об’єкти, які взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем; а модель тут виступає як засіб пізнання властивостей і закономірностей поведінки об’єкту. Основним призначенням моделі в задачах управління є прогноз реакції об’єкту на керуючі впливи.

Математична модель може відображати такі властивості:

- сукупність і взаємозв’язок складових елементів об’єкта при розв’язанні задач прив’язки конструктивних елементів до певних просторових позицій (наприклад трасування друкованих плат);
- геометричні властивості досліджуваного об’єкта стосовно просторових форм і взаємного розташування його елементів;
- кількісні і якісні співвідношення між зовнішніми умовами, параметрами процесу і параметрами системи, в якій досліджувані процеси відбуваються;

Моделюючи поведінку технічного об’єкта в умовах, наближених до умов його експлуатації, слід брати до уваги, що технічний об’єкт працює під впливом трьох головних чинників:

1. джерела енергії, яке спричиняє виникнення в об’єкті потрібних

процесів;

2. зовнішніх дій з боку оточуючого середовища; серед цих дій можна виділити корисні дії, які також спричиняють потрібні процеси у технічному об'єкті, і шкідливі дії, які є причиною відхилень функціонування технічного об'єкта від запланованого;
3. навантаження, які являє собою інший матеріальний об'єкт, що сприймає рух, енергію чи інформаційний сигнал від розглядуваного технічного об'єкта; приймач теж може впливати на поведінку технічного об'єкта як у позитивному, так і у негативному сенсі.

2.1 Аналіз аналогів і засобів моделювання

Залежно від вибору форми математичної моделі, сформульованого завдання, методу та алгоритму щодо її дослідження слід розробити відповідне програмне забезпечення, або використати готові пакети прикладних програм. Такими можуть бути як універсальні, так і спеціалізовані модулі.

Maple – пакет програм, що дозволяє виконувати найрізноманітніші математичні операції та перетворення алгебраїчних виразів заданих в чисельній та символній (змінні, функції, поліноми, матриці тощо) формах (часткове і повне диференціювання, обчислення визначених та невизначених інтегралів, розв'язок лінійних, деяких нелінійних алгебраїчних, диференціальних та різницевих рівнянь, операції з матрицями, статистичні обчислення).

Micro-Cap – програмне забезпечення для аналогового і цифрового моделювання електричних та електронних схем (із врахуванням відповідних аналогій може бути застосована і для аналізу систем іншої фізичної природи).

Matlab – програмне забезпечення охоплює широкий клас операцій для математичної обробки даних (операції над матрицями та многочленами, заданими як в чисельному так і аналітичному представленні, інтерполяція та екстраполяція дискретно заданих кривих, статистичні функції, цифрова фільтрація, швидке перетворення Фур'є, розв'язання диференціальних і

диференційно-алгебраїчних рівнянь, рівнянь в часткових похідних, широкий набір спеціальних функцій для графічного оформлення матеріалу). Окремо пропонується інструментарій (Tools) для дослідження і візуалізації даних в конкретних областях (статистика, оптимізація, нейромережеві технології, тощо).

Matlab Simulink – програмне забезпечення базується на модельно-орієнтованому підході до відтворення функціонування широкого класу динамічних систем різної фізичної природи (лінійні, нелінійні, дискретні, неперервні), опирається на обширну бібліотеку спеціалізованих блоків, зокрема, зручне при дослідженні роботи систем керування, засобів обробки сигналів у реальному часі.

SolidWorks – програмне забезпечення дозволяє проводити розрахунки статичних, динамічних, термічних та інших навантажень в системах і розподіленими параметрами, моделлю яких є диференційні рівняння в частинних похідних.

Multisim – пакет програм для моделювання електронних схем на основі стандартного промислового симулятора SPICE за технологією «віртуальних приладів», об'єднуючи процедуру проектування і віртуального тестування проектованого зразка.

2.2 Постановка задачі

Задачею даного розділу є розробка математичної моделі для «Інформаційної системи автономної моделі для слідкування по маршруту і оминання перешкод».

Потрібно змодельовати поведінку (АР) під час пересування його за розробленим алгоритмом корекції курсу при наявності перешкод на його шляху.

Слід розробити графічну програму, яка візуально продемонструє роботу розробленої моделі.

2.2.1 Аналіз функціональний і конструкторських особливостей

В процесі розробки (АР) було вирішено використовувати (ДВ). Розміщення

давачів показано на рис. 2.1.

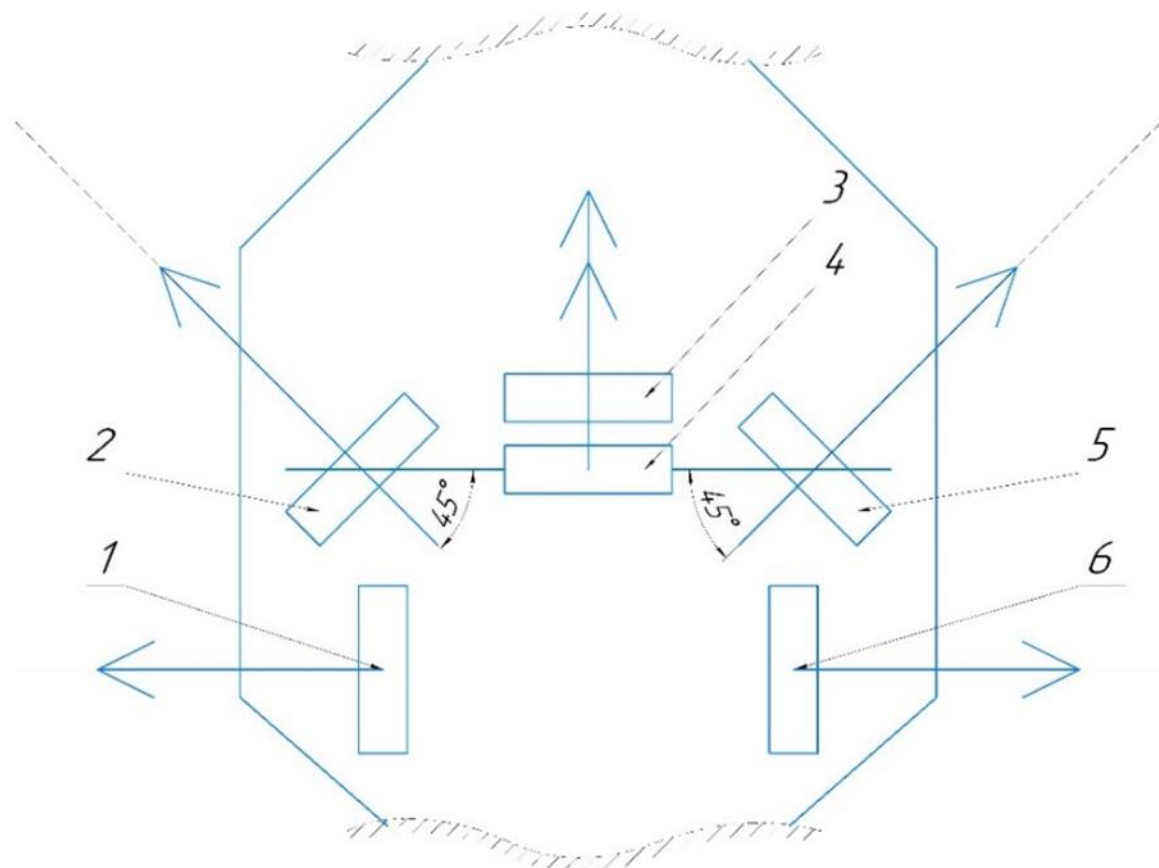


Рисунок 2.1 – Схема розміщення оптичних датчиків

Використовувані датчики:

1. Лівий боковий датчик ближньої відстані дії;
2. Лівий датчик ближньої відстані дії;
3. Центральний датчик ближньої відстані дії;
4. Центральний датчик дальньої відстані дії;
5. Правий датчик ближньої відстані дії;
6. Правий боковий датчик ближньої відстані дії.

2.3 Вибір об'єкту дослідження для розроблення математичної моделі

Для розроблення математичної моделі «інформаційної системи автономної моделі для слідкування по маршруту та оминання перешкод». Основними об'єктами дослідження для нас є перевіркою алгоритму руху (AP) і моделюванням поворотного механізму.

2.3.1 Алгоритм руху

В процесі розробки запропоновано алгоритм корекції курсу автономного моделі для слідкування по маршруту та оминання перешкод. Керування рухом відбувається згідно показів чотирьох датчиків.

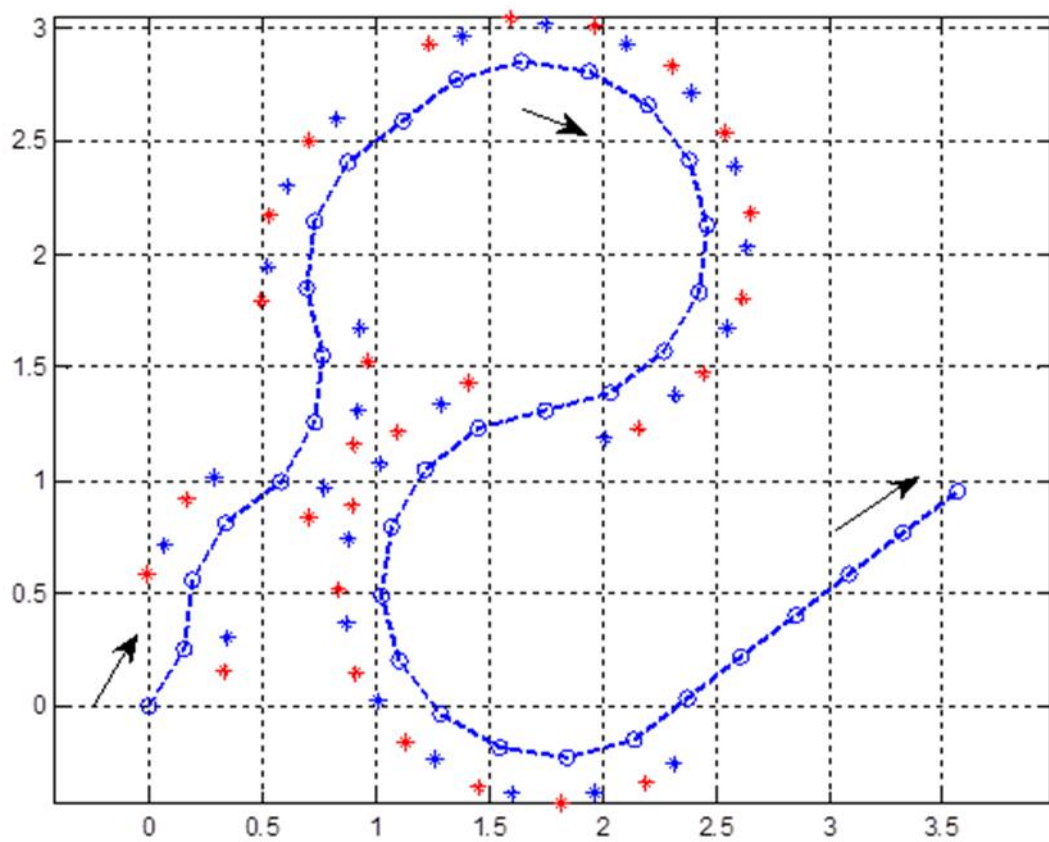
Опитування відбувається з інтервалом 10 мс з подальшим усередненням трьох послідовних показів. Просторова позиція робота відносно перешкоди ідентифікується за значеннями вимірної відстанню датчиків перпендикулярно до курсу і під кутом в 45° . Пересування (AP) відбувається при встановлення мінімальних і максимальних відстані до перешкоди. При наближенні на недозволену величину, курс мобільного робота змінюється на паралельний до фіксованої перешкоди. Для точності вимірювання всіх датчиків, були оцифровані і конвертовані їхню вимірювальну шкалу в міліметри.

2.4 Результати дослідження

2.4.1 Відпрацювання алгоритму пересування

Для попереднього відпрацювання алгоритм пересування (AP) реалізовано в середовищі Matlab Simulink. Так для випадку серії показів контрольних датчиків відстані, приведених в таблиці 2.1, траса пересування робота показана на рис 2.2.

Таблиця 2.1 Індикатори спрацьовування контрольних датчиків при біжучих опитуваннях



```

0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1
1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1
0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1
1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

Рисунок 2.2 – Алгоритм пересування автономної моделі по трасі

Зірочками позначені позиції фіксовані давачами (червоним – перешкоди, що знаходяться на забороненій відстані перпендикулярно до курсу, синім – під кутом (45°))

Запропонований алгоритм руху мобільного робота дозволяє огинати перешкоди без суттєвих обмежень швидкості на складних ділянках траси, а також миттєво реагувати на зміну дорожньої ситуації і виникнення раптових перешкод на шляху. Запропонований підхід до вирішення питання руху мобільного робота випробуваний на Всеукраїнських змаганнях з перегонів автономних роботів .

2.3.2 Моделювання поворотного механізму

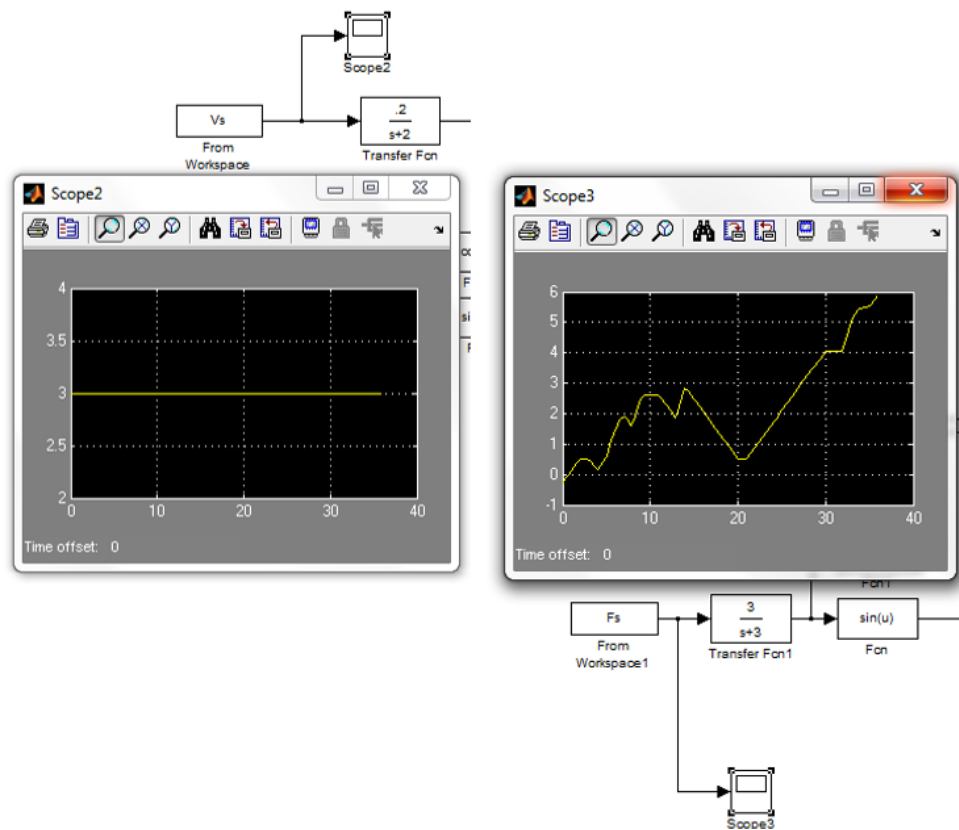
Поворот здійснюється за допомогою серводвигуна, який отримує керуючу дію на основі кута повороту.

В даному розділі приведено моделювання руху робота на певній ділянці за допомогою засобів MatLab (Додаток А) і Simulink (Додаток Б).

Моделювання руху, розрахунки і прийняття рішень здійснюється в середовищі MatLab, звідки керуюча дія передається безпосередньо на вхідні блоки моделі переміщення робота в Simulink. Керуюча дія (швидкість і кут повороту), з врахуванням інерційних особливостей моделі передається в середовищі MatLab, де отримані результати паралельно візуалізуються.

Вихідними даними імітаційної моделі, а саме:

- Швидкість – V_s ;
- Кут – F_s ;
- Позиції по осі X – X_s ;



- Позиції по осі Y – Y_s .

Рисунок 2.3 – Дані про швидкість і кут повороту з врахуванням інерційних властивостей

Як показують результати моделювання між алгоритмічно заданою і отриманою на імітаційною моделі між траєкторією робота існують розбіжності (див.рис.2.4).

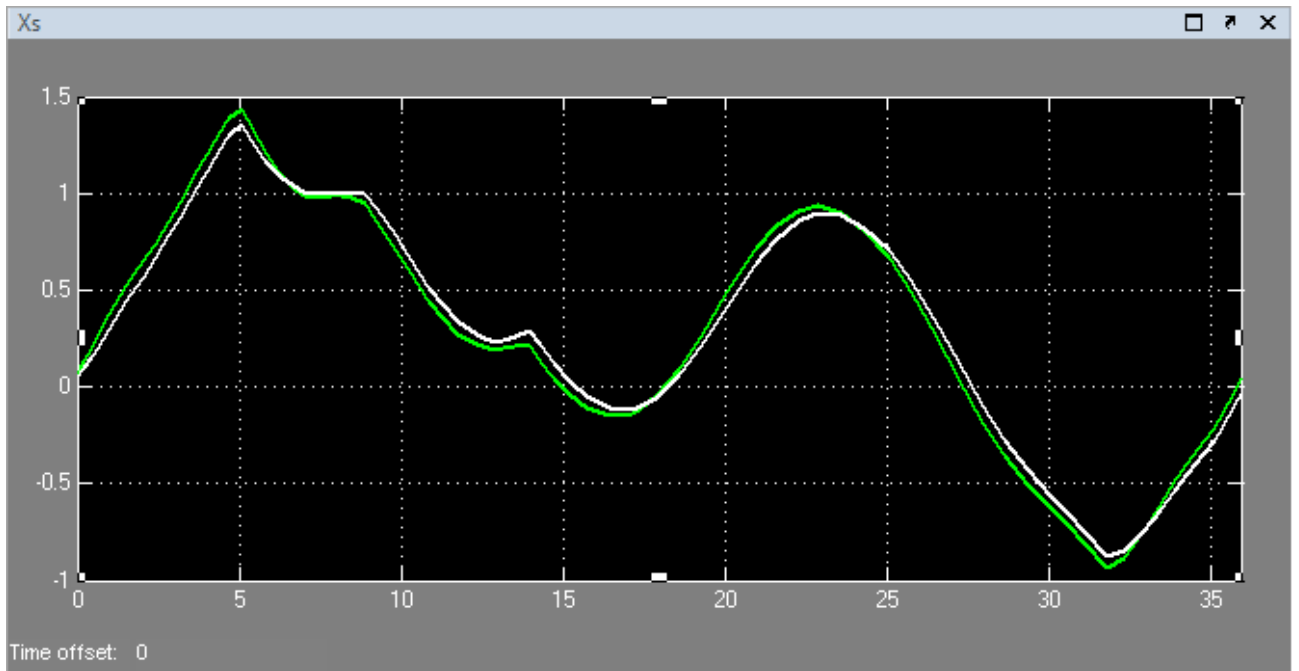


Рисунок 2.4– Отримані дані переміщення робота в Декартових координатах (по осі X)

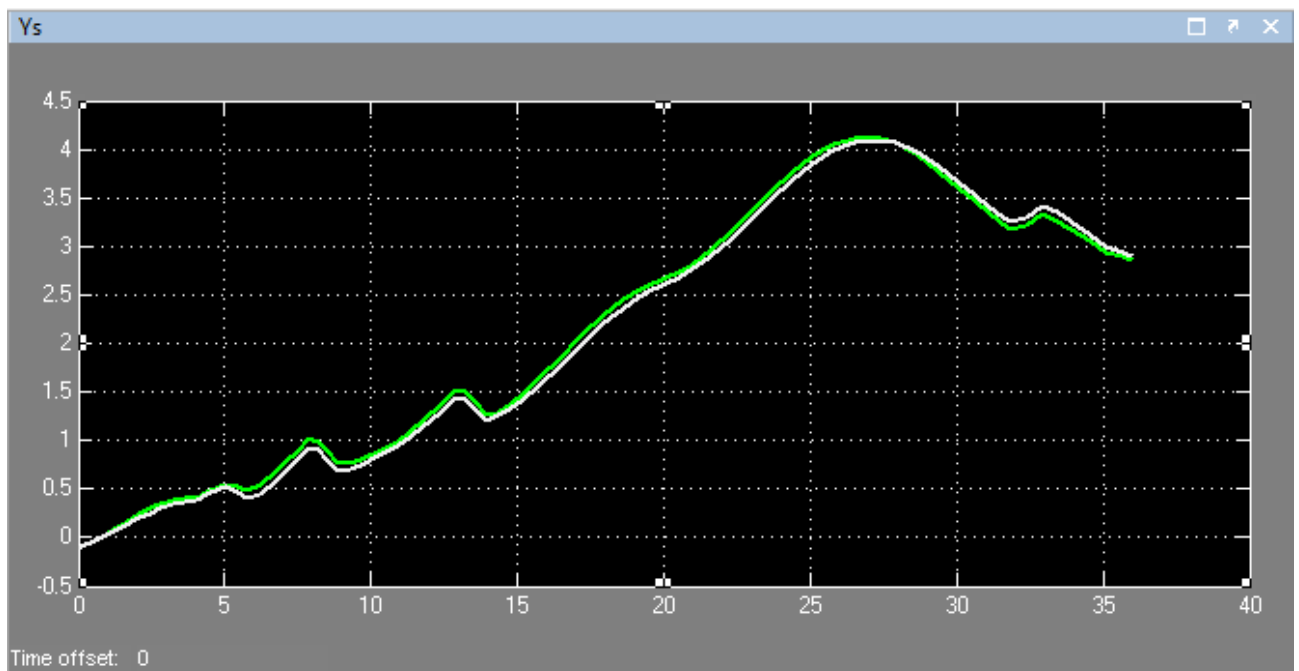


Рисунок 2.5 – Отримані дані переміщення робота в Декартових координатах (по осі Y)

На основі досліджень побудованої моделі здійснених з допомогою програмного забезпечення приведеного в (Додаток А) можна проводити корекцію конструкції робота (розміщення окремих елементів, їхні динамічні характеристики, тощо) з метою як найточнішого відтворення алгоритму його пересування з огинанням перешкод.

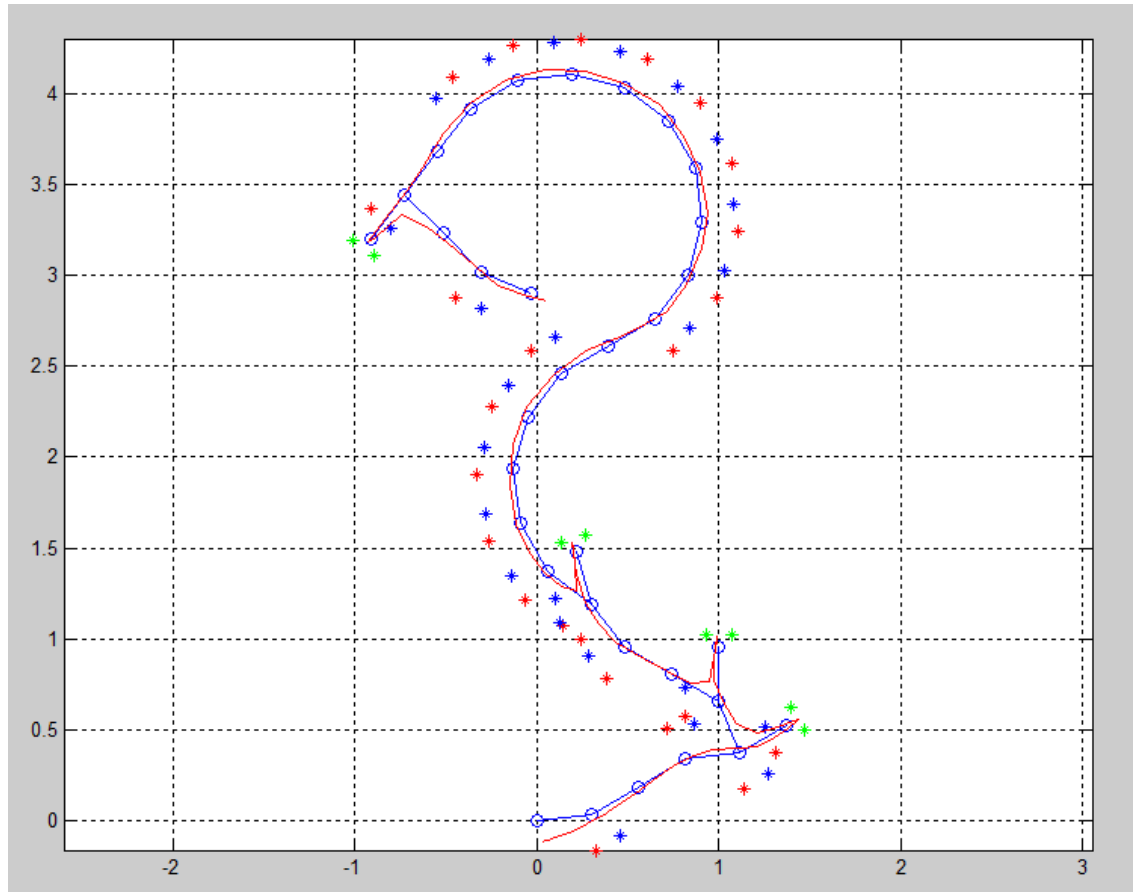


Рисунок 2.6 – Передбачувана і модельована на імітаційній моделі траєкторія руху мобільного робота

З рис.2.6 видно, що:

- Червоні і сині зірки – це позиції перешкод зареєстрованих дальніми давачами перпендикулярно до напрямку руху і під кутом в 45° відповідно справа і зліва по курсу;
- Зелені зірки – це позиції перешкод зареєстрованих на ближній дистанції давачами під кутом в $\pm 45^\circ$ відповідно.

2.4 Висновок

Математичне моделювання є потужний інструмент для розв'язування технологічних, інженерних і наукових проблем, що ґрунтуються на використанні математичних моделей. Модель – це об'єкт, створений з метою відтворення його при певних умовах.

Метою моделювання є здобуття, обробка, представлення і використання інформації про об'єкти, які взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем; а модель тут виступає як засіб пізнання властивостей і закономірностей поведінки об'єкту. Основним призначенням моделі в задачах управління є прогноз реакції об'єкту на керуючі впливи.

У цьому розділі була розроблена математична модель для «Інформаційної системи автономної моделі для слідкування по маршруту і оминання перешкод».

Змодельована поведінка (АР) під час пересування його за розробленим алгоритмом корекції курсу при наявності перешкод на його шляху. Розроблено графічну програму, яка візуально продемонструє роботу розробленої моделі.

Згідно з результатами було отримано нові знання про алгоритм пересування пристрою.

3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР

3.1 Огляд і аналіз аналогів

У даному розділі розглянемо розробку системи керування для «інформаційної системи автономної моделі для слідкування по маршруту та оминання перешкод». Пристрій відноситься до радіокерованих роботів і метою даного розділу зробити його повністю автономним. Основою цього робота можна вважати використання давачів відстані, які здійснюють орієнтування в просторі, знаходження і оминання перешкод в реальному часі під час руху.

3.1.1 Давачі

На сьогодні існує безлад у визначенні поняття „давач”. Зазвичай визначення відповідають практиці використання терміну виробниками давачів.

Зупинимось на деяких із визначень давача:

- Чутливий елемент, який перетворює параметри середовища (зовнішню дію) у придатний для технічного використання електричний сигнал;
- Закінчений виріб на підставі вказаного вище чутливого елемента, у склад якого, залежно від потреби, входять проміжні вимірювальні перетворювачі для вироблення електричного сигналу у формі, зручній для передачі, подальшого перетворення і оброблення.

У першому випадку давач це невеликий, зазвичай монолітний пристрій електронної техніки, наприклад, терморезистор, фотодіод тощо, який використовують для створення більш складних електронних приладів.

У другому випадку – це закінчений за своїми функціями прилад, який під'єднують за одним із відомих інтерфейсів до автоматичної системи керування чи реєстрації; у такому разі чутливий елемент давача сам по собі може називатись

сенсором, що є на сьогодні тенденцією в автоматизованому виробництві.

Системи класифікації датчиків можуть бути різними, від дуже простих до складних. Критерій класифікації завжди вибирається залежно від мети проведення класифікації[4].

Наведемо одну із схем можливої класифікації датчиків.

Класифікація за видом сенсора:

- активні (генераторні);
- пасивні (параметричні).

Класифікація за зовнішньою дією (вимірювальною величиною):

- датчик тиску;
- датчик витрати;
- датчик рівня;
- датчик температури;
- датчик концентрації;
- датчик випромінювання;
- датчик переміщення;
- позиційні вимикачі;
- датчик кутового положення;
- датчик вібрацій;
- датчик механічних величин.

Класифікація за кількістю вхідних величин:

- одномірні;
- багатомірні.

Класифікація за принципом дії:

- фотоелектричні (оптичні);
- магнітоелектричні (на підставі ефекту Холла);
- п'єзоелектричні;
- ємнісні;
- потенціометричні;

- індуктивні;
- індукційні;
- ультразвукові.

Класифікація за принципом реалізації вихідних перетворювачів:

- з дискретним виходом;
- з аналоговим виходом;
- з цифровим виходом.

Класифікація за конструкцією:

- суцільний, інакше компактний, або моноблочний;
- складений (складається з окремих конструктивних частин), тобто виступає як функціональна група, інакше, наприклад, двоблочний.

Останнім часом стосовно давачів застосовуються терміни: «багато функціональний давач» чи «інтелектуальний давач», що відбиває напрямки розвитку сучасних давачів. Під цими термінами, крім функцій первинного вимірювального перетворення, мають на увазі додаткові можливості вимірювання декількох фізичних величин та використання вбудованих аналого-цифрових перетворювачів з мікроконтролерами, що суттєво розширює функціональний діапазон давачів, а саме:

- попередня обробка сигналів (лінеаризація, фільтрування, корекція похибок);
- само-діагностування;
- дистанційне конфігурування (діапазону вимірювань, одиниць вимірювань, узгодження частотних характеристик);

окремі елементи керування.

3.2 Розробка структурної, функціональної та принципової схем

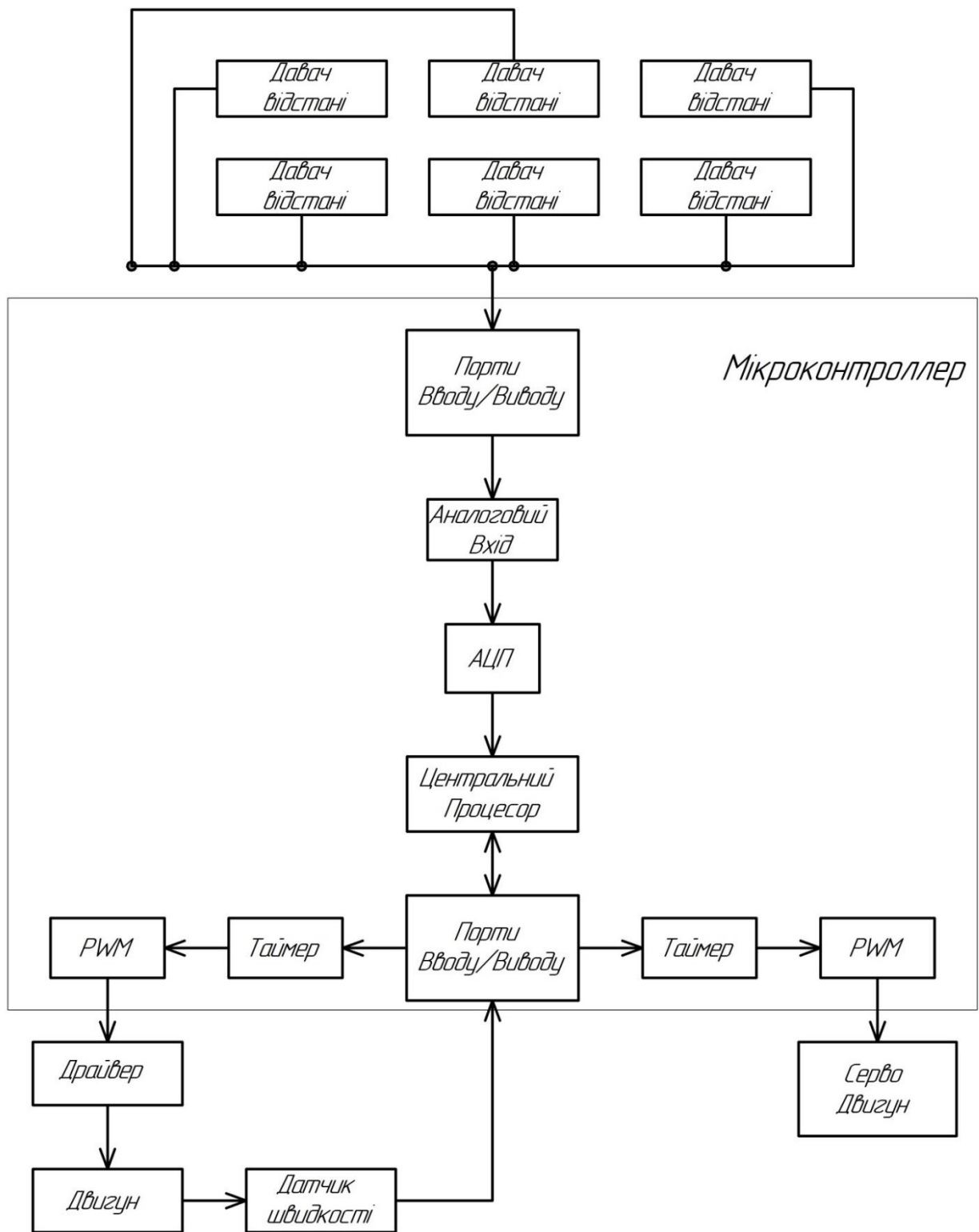


Рисунок 3.1 – Структурна схема

Даний блок керування розроблений для управління «Інформаційної системи автономної моделі для слідування по маршруту і оминання перешкод». Першою дією після ініціалізації компонентів являється опитування датчиків відстані і опрацювання даних, які надійдуть з АЦП на контролер. Наступним кроком буде визначення напрямку обертання двигуна постійного струму, в той ж час проходить виставлення позиції сервопривода. По завершенню цих операцій надсилається керуючий сигнал на двигун постійного струму, що призводить до його запуску.

В подальшому при здійсненні керування можлива зміна позиції сервопривода, керування швидкістю так і напрямком обертання двигуна постійного струму здійснюється з допомогою енкодера.

3.3 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

3.3.1 Вибір датчиків відстані

При проектуванні даного робота було встановлено, що виконання поставленого завдання можна здійснити використовуючи набір датчиків відстані, розміщених на певних позиціях (просторових координат, і кутів один відносно одного).

На даний момент в робототехніці найактивніше застосовуються два види датчиків відстані, такі як:

- Ультразвукові датчики відстані;
- Інфрачервоні датчики відстані.

3.3.1.1 Ультразвукові датчики відстані

Цифровий ультразвуковий датчик – генерує ультразвукові хвилі і фіксує їх при віддзеркаленні від об'єктів, таким способом він визначає відстань до об'єктів. Датчик складається з ультразвукового передавача, приймача і вузла контролю.

Популярним на даний момент можна вважати ультразвуковий датчик відстані HC-SR04. Він здатний вимірювати відстань від 0 до 1500 мм і межа точності досягає до 3мм. Загальний вигляд давача показано на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд давача HC SR04

Точність вимірювання сильно залежить від таких факторів, як:

- температури і вологості повітря – швидкість поширення звукової хвилі напряму залежить від властивостей повітря, в першу чергу від температури. В реальних умовах через фактор температури повітря давач може помилятися від 1 до 5 см.
- відстань до об'єкта і його розташування щодо давача – датчик не охоплює рівномірну площу. Для точності вимірювання, об'єкт відстань якого ми хочем взнати повинен бути розташований так, щоб він попадав в поле зору давача (діаграму спрямованості). Діаграма спрямованості показана на рис.3.3.
- якості виконання елементів модуля датчика.

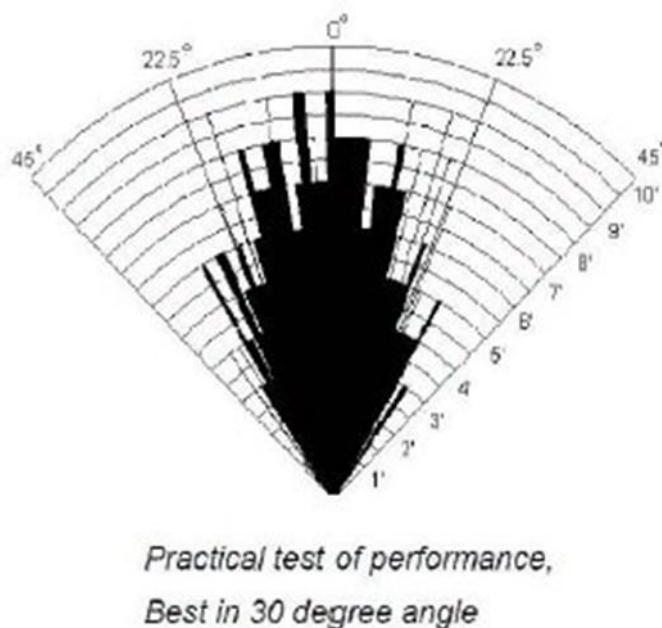


Рисунок 3.3 – Діаграма спрямованості датчика HC SR04

3.3.1.2 Інфрачервоні датчики відстані

Інфрачервоний датчик – це пристрій, який складається з передавача та інфрачервоного приймача, які об'єднані в одному корпусі. Принцип роботи будується на перериванні інфрачервоного променя, який генерує сигнал.

Інфрачервоний датчик відстані Sharp GP2Y0A21 являється популярним вибором для різних проектів, коли потрібне точне визначення відстані. В датчиках Sharp встановлені інфрачервоний світлодіод з лінзою який випромінює вузький світловий промінь. Відбитий від об'єкта промінь проходить через другу лінзу і на позиційно-чутливий фотоелемент (ПЧФ). Від місця розташування падаючого на (ПЧФ) промінь залежить його провідність. Провідність перетворюється в напругу, після чого проводиться оцифровування аналого цифровим перетворювачем мікроконтролера. Загальний вигляд датчика показано на рис.3.4.



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд давача Sharp GP2Y0A21

Було вирішено, що при проектуванні робота будуть використовуватись інфрачервоні давачі відстані. Ультразвукові давачі не можуть забезпечити достатньої дальності вимірювання, через фактори, яких потрібно дотримуватися для точності вимірювання.

Датчики Sharp являються популярними для різних проектів коли потрібне точне вимірювання. Ці інфрачервоні давачі рахуються економніші в порівнянні з ультразвуковими, а також забезпечують кращу швидкодію в порівнянні з іншими інфрачервоними давачами.

Було вирішено, що для виконання поставлених задач можна здійснити використовуючи інфрачервоні давачі відстані Sharp GP2Y0A21 і Sharp GP2Y0A02. Технічні характеристики давача Sharp GP2Y0A21 показані в таб.3.1

Таблиця 3.1 Технічні характеристики давача Sharp GP2Y0A21

Робоча напруга	4,5 – 5,5 V
Середній споживаний струм	30 мА
Діапазон вимірювання	10 – 80 см
Тип вихідного сигналу	Аналоговий
Середній час оновлення інформації на виводі	16,5 мс
Габаритні розміри	29,5x13x13,5 мм

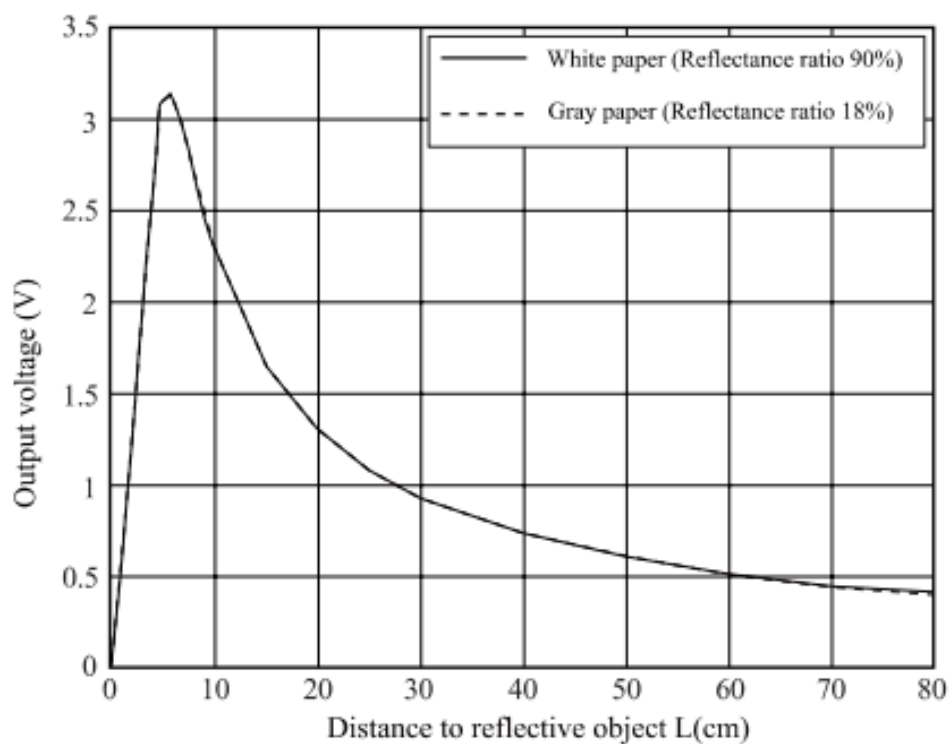


Рисунок 3.5 – Приклад зміни вихідної напруги відносно відстані до відбиваючого об'єкта давача Sharp GP2Y0A21

Таблиця 3.2 Технічні характеристики давача Sharp GP2Y0A02

Робоча напруга	4,5 – 5,5 V
Середній споживаний струм	35 мА
Діапазон вимірювання	20 – 150 см
Тип вихідного сигналу	Аналоговий
Середній час оновлення інформації на виводі	16,5 мс
Габаритні розміри	29,5x13x21,6 мм

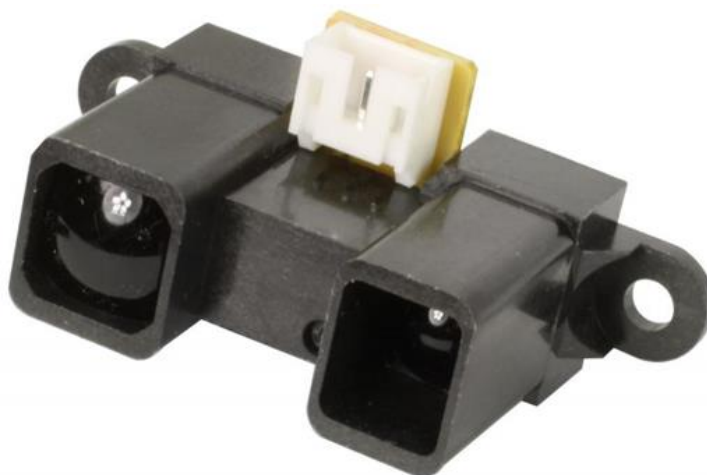


Рисунок 3.5 – Загальний вигляд датчика Sharp GP2Y0A02

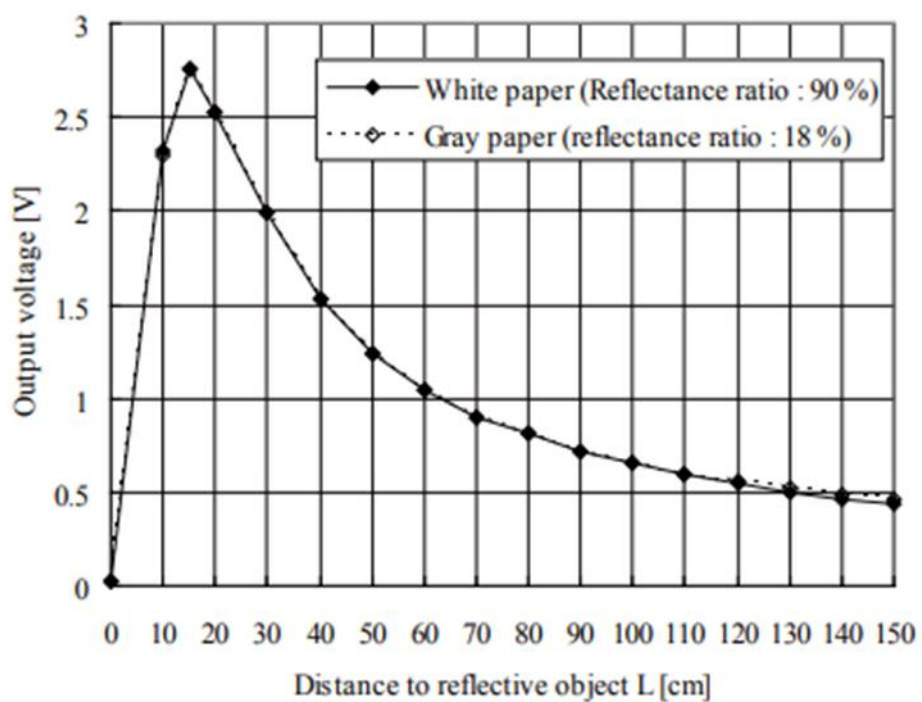


Рисунок 3.6 – Приклад зміни вихідної напруги відносно відстані до відбиваючого об'єкта датчика Sharp GP2Y0A02

3.3.2 Вибір датчика швидкості

Для контролю швидкості ми використовуємо щілинний оптичний інфрачервоний датчик швидкості LM393. Датчик побудований на основі фотоелектричного елемента, який за допомогою диска з щілинами (див. рис.3.7) який розміщений між щілинами датчика, дає змогу фіксувати положення двигуна і керувати швидкістю двигуна. Технічні характеристики датчика показано в таб. 3.3.



Рисунок 3.7 – Загальний вигляд диска з щілинами



Рисунок 3.8 – Загальний вигляд обраного датчика швидкості LM393

Таблиця 3.3 Технічні характеристики давача швидкості LM393

Робоча напруга	3.3 – 5 V
Споживаний струм	1.4 mA
Ширина паза датчика	6мм
Тип вихідного сигналу	Цифровий

3.3.3 Вибір драйвера керування двигуном

Для керування двигуном було вирішено використовувати драйвер L298N.

Драйвер виконаний на мікросхемі L298, особливістю даного драйвера є наявність вимикача, який дає змогу швидко виключити навантаження. Для живлення драйвера потрібно 5V, напрузі від 7 до 20 вольт можна використовувати вбудований понижуючий стабілізатор напруги 5V. Є можливість заживити драйвер від мікроконтролера.

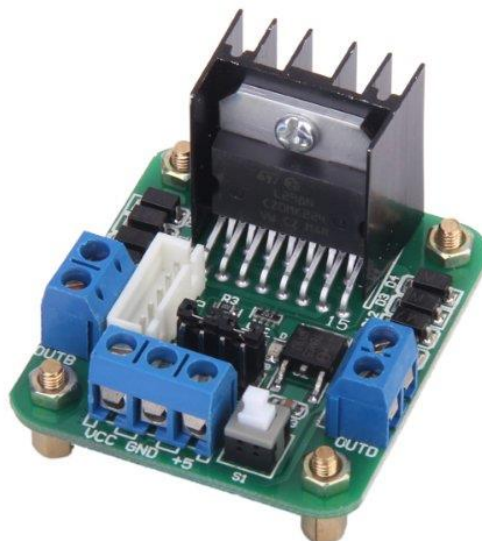


Рисунок 3.8 – Драйвер керування двигуном L298N

Таблиця 3.4 Технічні характеристики драйвер L298N

Напруга живлення драйвера	5 – 7 V
Напруга живлення двигуна	3 – 35 V

Продовження таблиці 3.4

Струм управління драйвером	36 мА
Максимальний постійний струм двигуна	2А
Максимальна споживання потужність	20W

3.3.4 Вибір мікроконтролера

Для того, щоб вибрати мікроконтролер, підрахуємо скільки потрібно виводів, щоб підключити усі елементи передбачені функціональною схемою.

Кількість потрібних виводів показано в таб. 3.5.

Таблиця 3.5 – Кількість виводів мікроконтролера

Вузол	Кількість елементів	Кількість виводів	Загальна кількість
ШІМ серводвигуна	1	1	1
ШІМ драйвера двигуна	1	2	2
Оптичний давач відстані	6	1	6
Давач швидкості	1	1	1
Програматор	1	2	2
Всього:			12

Контролер повинен мати вузол ШІМ для керування двигуном і сервоприводом, 12 бітне АЦП і достатню кількість аналогових входів для давачів.

Після розгляду вимог, які поставленні перед контролером було визначено, що найдоцільніше буде використання контролера фірми STM, а саме STM32F103C8. Оскільки в даного типу контролерів є низка переваг над іншими, що приведено в табл.3.3.6. Для порівняння будемо використовувати контролер ATmega32U4, який застосується в популярних платформах Arduino Leonardo.

Таблиця 3.6 – Порівняння характеристик мікропроцесорів

Параметр	STM32F103C8	ATmega32U4
Архітектура ядра	ARM Cortex-M3	AVR
Максимальна частота ядра, МГц	<72	<16
Пам'ять програми	64k(Flash)	32k(Flash)
Оперативна пам'ять	20k	2,5k
ШІМ	18	8
АЦП	2x12 bit (10 ch)	10 bit (12 ch)
Орієнтовна ціна, грн	60	155

Контролера STM32F103C8 виграє відносно низькою ціною, високою швидкістю, великим обсягом внутрішньої пам'яті програм і оперативної пам'яті. Після порівняння ціна-якість було визначено, що контролер STM32F103C8 повністю задовольняє потреби поставлені нашим завданням.



Рисунок 3.8 – Мікроконтролер STM32F103C8

Таблиця 3.7 – Основні параметри мікроконтролера STM32F103C8

Корпус		LQFP-48
ЦП	Ядро	Cortex-M3
	Робочий діапазон частот	0 – 72 МГц
Пам'ять	Флеш	64 КБайт
	Оперативна	20 КБайт
Кількість вводів, виводів		37 шт.
Таймери	16-біт	4 шт.
	ШІМ	18 шт.
	Годинник реального часу	+
Інтерфейси	UART	3 шт.
	SPI	2 шт.
	USB	1 шт.
	CAN	1 шт.
Аналогові входи	Розрядів АЦП	2x12 біт
	Канали АЦП	10 шт.
Напруга живлення		2 – 3,6 V
Споживаний струм		150 мА
Діапазон робочої температури		-40 – +105°C

До основних переваг можна віднести:

1. Продуктивність в реальному часі - Система обробки подій спрощує взаємодію між периферійними пристроями, забезпечуючи 100-відсоткову прогнозованість часу відгуку. Всі периферійні пристрої можуть використовувати прямий доступ до пам'яті (DMA) для передачі даних, що дозволяє зменшити навантаження ЦП.
2. Широтно-імпульсна модуляція — це метод здійснення керування тривалістю імпульсів, який задає низькочастотний сигнал. Для наших задач

це дозволяє здійснювати контроль двигунами.

3. Підтримка утиліти STM32 CubeMX STM32CubeMX, яка дозволяє дуже легко налаштувати мікроконтролери STM32, а також генерувати відповідний код ініціалізації для ядра

В подальшому було вирішено використовувати STM32F103C8 – MODUL, який дозволяє з легкістю монтування на плату і великою доступністю в плані програмування, наявністю подільника напруги.



Рисунок 3.9 – STM32F103C8 – MODUL

3.4 Бюджет похибок

Визначимо сумарну похибку оптичних давачів відстані і АЦП контролера, до і після калібрування, якщо вихідний сигнал змінюється в межах $V_{ref} = 0.1 \text{ V}$, і при температурі в межах $\Delta T = 10 \text{ K}$, діапазон зміни відстані давачів $\Delta L = 150 \text{ cm}$. Всі вихідні дані були взяті з datasheet GP2Y0A02 [13], GP2Y0A21 [14].

Таблиця 3.8 – Бюджет похибок вимірювального каналу

№	Джерело	Значення парамет.		Похибка, %	Х-р зміни	Калібр.
	ΔT	10	K			
	V_{ref}	0.1	V			
	L	80	cm			
	<i>Давач Sharp GP2Y0A02</i>					
y_1	$\Delta V_{out} L=150cm$	0.55	V	75	Адитивна	+
y_2	$\Delta V_{out} L=20cm$	0.25	V	39	Адитивна	+
y_3	Вплив альbedo поверхні	0.04	V	10	Мульт.	-
	<i>Давач Sharp GP2Y0A21</i>					
y_4	$\Delta V_{out} L=80cm$	0.55	V	75	Адитивна	+
y_5	$\Delta V_{out} L=10cm$	0.25	V	42	Адитивна	+
y_6	Вплив альbedo поверхні	0.04	V	10	Мульт.	-
	<i>ADC STM32F103C8</i>					
y_7	Resolution	12	bit	0,012	Нелін.	-
y_8	Integral Non – Linearity	2	LSB	0,05	Нелін.	+
y_9	Differential Non – Linearity	3	LSB	0,07	Нелін.	-
y_{10}	Gain Error	2	LSB	0,05	Мульт.	+
y_{11}	Offset Error	1	LSB	0,03	Адитивна	+
	Калібрування	1	mm	$1/(150-20)=0.8$		
	Калібрування	1	mm	$1/(10-80)=0.016$		
Y_S	Сумарна похибка без калібруванням			85,2		
Y_K	Сумарна похибка з калібруванням			10		

Для давачів відстані адаптивну похибку розраховуємо за максимальною і мінімальною відстанню, яку можливо зафіксувати давачем.

Оптичний давач відстані GP2Y0A02

$\Delta V_{out} L=150\text{cm}$

$$y_1 = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{typ}} * 100\% \quad (3.1)$$

Де:

U_{max} – вихідна напруга при максимальній відстані;

U_{min} – вихідна напруга при мінімальній відстані;

U_{typ} – різниця вихідної напруги між максимальною і мінімальною відстанню.

$$y_1 = \frac{0.55 - 0.25}{0.4} * 100\% = 75\%$$

$\Delta V_{out} L=20\text{cm}$

$$y_2 = \frac{(\Delta U_{max} + U_{max}) - (\Delta U_{min} + U_{min})}{\Delta U_{typ}} * 100\% \quad (3.2)$$

$$y_2 = \frac{(2.3 + 0.55) - (1.8 + 0.25)}{2.05} * 100\% = 39\%$$

Оптичний давач відстані GP2Y0A21

Адаптивна похибка для давача GP2Y0A21 вираховується аналогічно за залежністю (3.1), (3.2).

$\Delta V_{out} L=80\text{cm}$

$$y_4 = \frac{0.55 - 0.25}{0.4} * 100\% = 75\%$$

$\Delta V_{out} L=10\text{cm}$

$$y_5 = \frac{(2.15 + 0.55) - (1.65 + 0.25)}{1.9} * 100\% = 42\%$$

ADC STM32F103C8

Розрахунок АЦП контролера вираховується за залежністю (3.3) і рахується для нас дуже важливим, так як цей вузол є ключовим для вимірювання.

$$y = \frac{lsb}{2^{bit}} * 100\% \quad (3.3)$$

Де:

lsb – молодший значущий розряд;

bit – роздільна здатність АЦП в бітах.

Resolution 12 bit

$$y_7 = \frac{0.5}{2_{12}} * 100\% = 0.01\%$$

Integral Non – Linearity

$$y_8 = \frac{2}{2_{12}} * 100\% = 0.05\%$$

Differential Non – Linearity

$$y_9 = \frac{3}{2_{12}} * 100\% = 0.07\%$$

Gain Error

$$y_{10} = \frac{2}{2_{12}} * 100\% = 0.05\%$$

Offset Error

$$y_{11} = \frac{1}{2_{12}} * 100\% = 0.03\%$$

Сумарна похибка без калібрування визначаємо за формулою (3.4).

$$Y_S = \sqrt{(\sum_1^{11} y)^2} \quad (3.4)$$

$$Y_S = \sqrt{\left(\sum_1^{11} y\right)^2} = 85.2\%$$

Вплив похибки на точність вимірювання визнаємо за залежністю (3.5).

$$\Delta L_S = Y_S * L \quad (3.5)$$

$$\Delta L_S = Y_S * L = 66 \text{ см}$$

Сумарна похибка з калібруванням

$$Y_K = \sqrt{(y_3 + y_6 + y_7 + y_9)^2} = 10\%$$

$$\Delta L_K = Y_K * L = 8 \text{ см}$$

Сумарна похибка після калібрування складає 8 см, вона нас задовільняє так, як забезпечує нам коректну роботу робота.

3.5 Алгоритм роботи електронного блоку

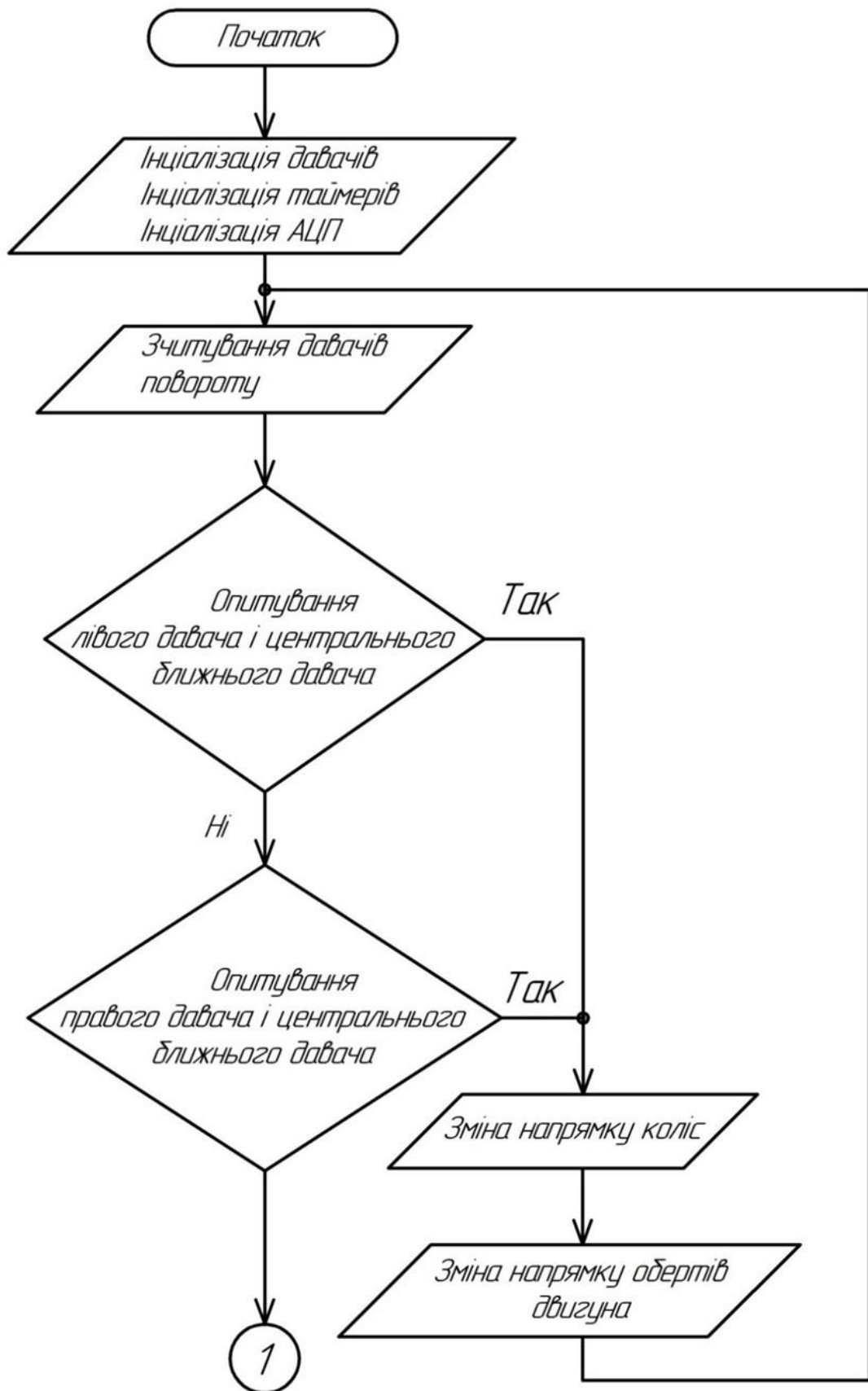


Рисунок 3.11 – Функціональна схема роботи алгоритму

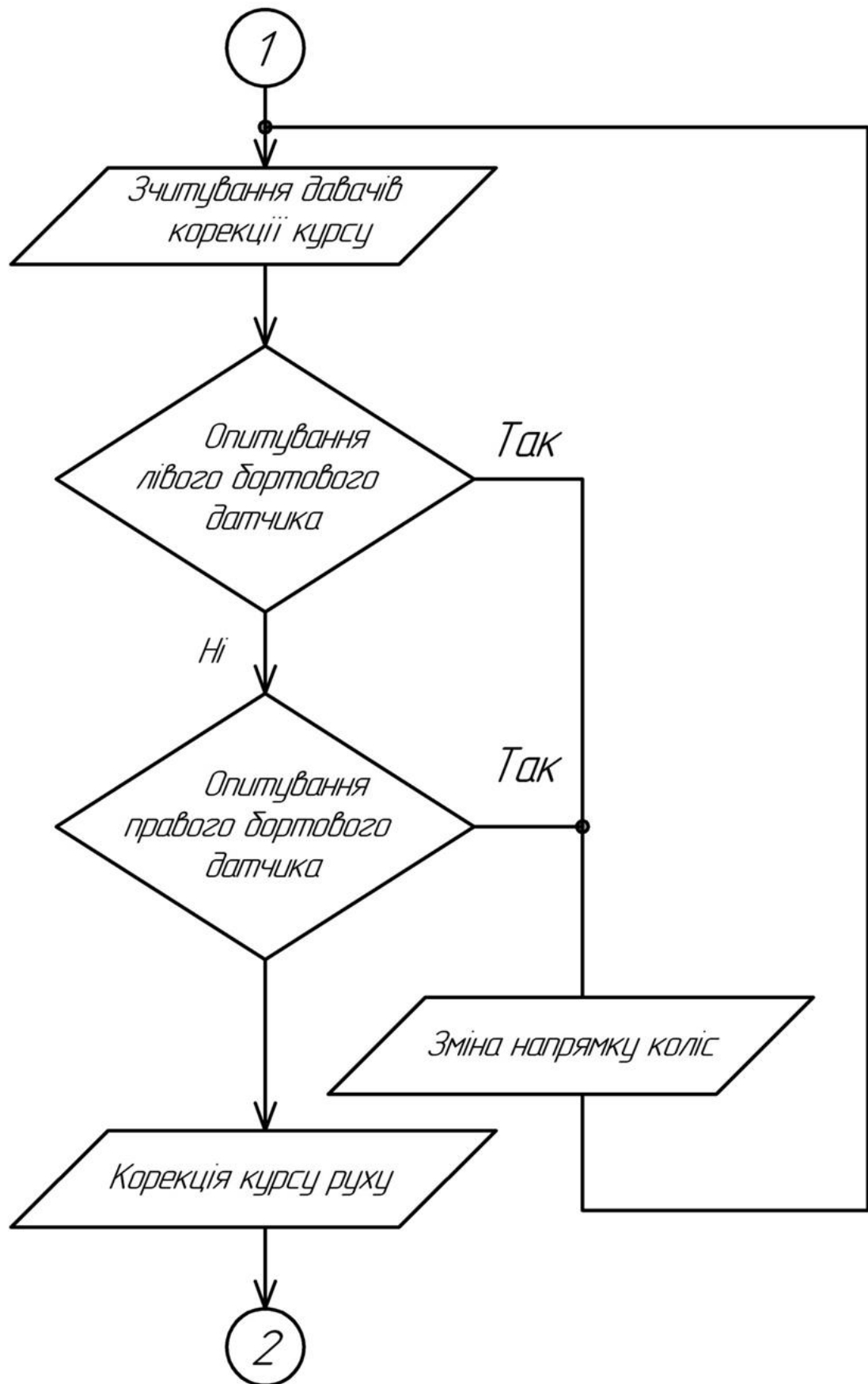


Рисунок 3.12 – Функціональна схема роботи алгоритму (продовження)

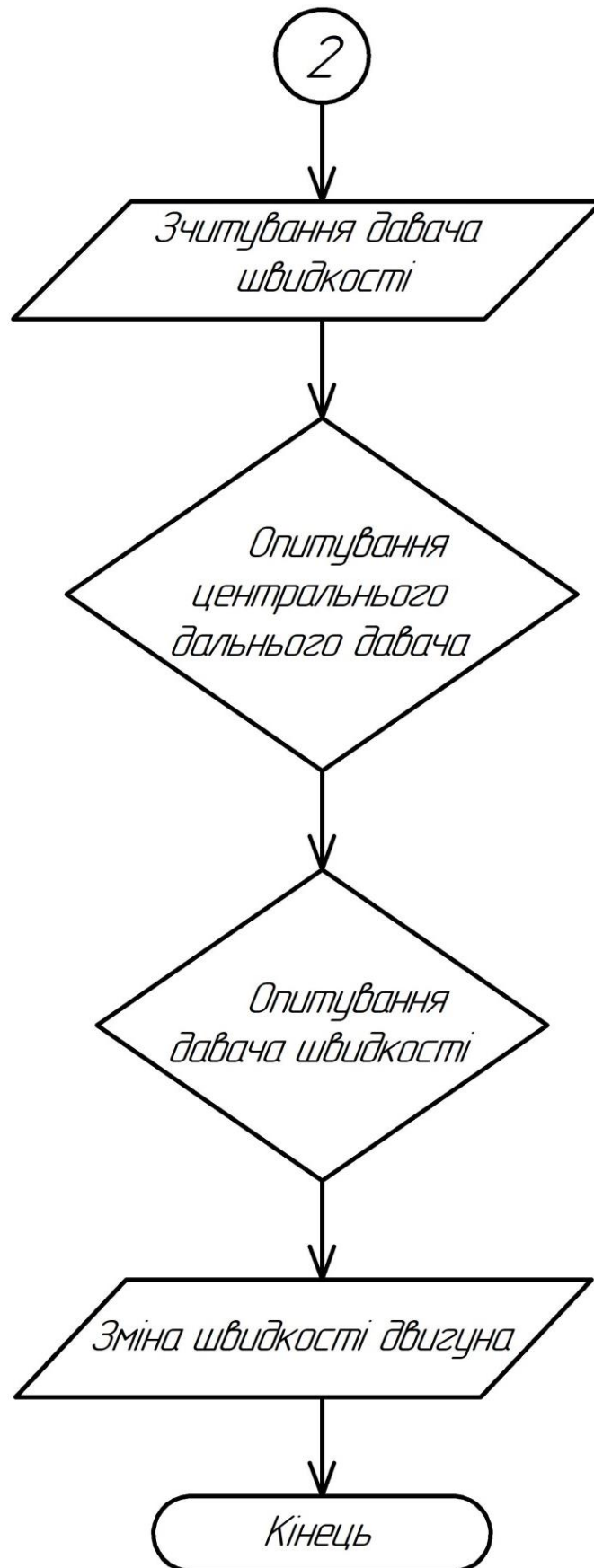


Рисунок 3.13 – Функціональна схема роботи алгоритму (продовження)

Порядок роботи алгоритму наступний. При ввімкненні пристрою проводиться ініціалізація давачів, налаштування таймерів контролера, ШІМ, та проведення робота в готовність до роботи.

Після проведення ініціалізації проводиться зчитування центрального ближнього і датчиків які розміщені під кутом 45° , від їх показів визначається напрям руху. Здійснення повороту виконується за допомогою центрального ближнього і правого чи лівого давача які розміщені під кутом 45° . При позитивному чи негативному відхиленні результатів цих давачів від поставлених меж, проводить зміну напрямку коліс і зміна напрямку обертів двигуна. Напрямок обертання двигуна змінюється тільки при двох негативних показах давачів.

Зміна швидкості двигуна контролюється центральним дальнім датчиком, який при позитивному чи негативному результаті здійснюється зміна обертів двигуна відповідно до результату. Контроль самих обертів двигуна здійснює датчик швидкості .

Після зміни напрямку коліс використовуються бокові давачі, які корегують напрямок робота під час здійснення руху.

Такий алгоритм роботи забезпечує нам адекватне пересування робота серед перешкод і дає змогу йому підстроюватись до перешкод які виникають на шляху.

3.6 Висновок

У даному розділі було розглянуто розробку електронного блоку керування для «Інформаційної системи автономної моделі для слідкування по маршруту і оминання перешкод».

В процесі роботи був здійснений пошук аналогів в якому ми знали популярні давачі відстані на даний момент. Була розроблена функціональна схема. Після чого був здійснений вибір давачів відстані, швидкості, мікроконтролера і драйвера двигуна. Проведено розрахунок бюджету похибок основних вимірювальних каналів. Також був розроблено блок – схему алгоритму

роботи пристрою. І було створено програму керування для (АР) з усіма пристроями, які задіяні в процесі вимірювання. За допомогою пакету програм Altium Designer 17 розроблено принципову схему електронного блоку управління і конструкцію друкованої плати (Додаток В). Також було розроблено коди програми за допомогою пакету програм Keil uVision4 (Додаток Г)

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Економічне обґрунтування дипломної роботи магістра є метою даного розділу. Даний розділ дозволяє встановити доцільність проведення науково–дослідних робіт і економічно обґрунтувати доцільність застосування тих чи інших засобів. Саме проведення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності науково–дослідницької роботи (НДР) і прийняття рішення про її подальший розвиток та впровадження або ж недоцільність проведення відповідної розробки.

Метою дипломної роботи магістра є розробка інформаційної системи автономної моделі для слідкування по маршруту та оминання перешкод.

В економічній частині дипломного проекту будуть проведені такі етапи розрахунку вартості НДР:

- описати технологічний процес розробки із зазначенням трудомісткості кожної операції;
- визначити суму витрат на оплату праці основного і допоміжного персоналу, включаючи відрахування на соціальні заходи;
- визначити суму матеріальних затрат;
- обчислити витрати на електроенергію для науково– виробничих цілей;
- нарахувати суму амортизаційних відрахувань;
- визначити суму накладних витрат;
- скласти кошторис та визначити собівартість НДР;
- розрахувати ціну НДР;
- визначити економічну ефективність та термін окупності продукту.

На основі отриманих розрахунків будуть розроблені техніко-економічні показники проектного виробництва.

Як відомо, розробка надійної і ефективної інформаційної системи вимагає значних затрат часу. Слід зауважити, що затрати часу залежать від кваліфікації розробника і його можливостей. Розробник повинен у достатній мірі володіти навиками програмування, вміти адекватно застосовувати математичний апарат,

бути добре обізнаним з об'єктом дослідження.

4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

Для оцінки тривалості виконання окремих робіт використовують нормативи часу або попередній досвід. До таких нормативів відносять тривалість написання операцій (команд), які в деяких підприємствах становлять: для одної операції від 30 хвилин до 1,6 годин та 8 годин для п'яти операцій (тривалість зміни).

У разі їх відсутності звертаються до експертних оцінок по встановленню тривалості кожного етапу (стадії):

при трьох оцінках:

$$T_{BC} = \frac{(t_{min} + 4t_{н.й.} + t_{max})}{6} \quad 4.1$$

при двох оцінках:

$$T_{BC} = \frac{(t_{min} + 4t_{н.й.} + t_{max})}{6} \quad 4.2$$

де T_{bc} – очікуване (середнє) значення тривалості виконання етапу (стадії); t_{min} , $t_{н.й.}$, t_{max} – відповідно мінімальна, найбільш імовірна і максимальна оцінки тривалості виконання етапу (стадії).

Розробку даної інформаційної системи можна поділити на такі етапи:

- постановка задачі;
- проведення огляд публікацій авторів, які займались питанням автономних мобільних роботів і наступне їх опрацювання;
- прийняття рішень щодо вибору оптимального шляху розв'язання поставленої задачі;
- аналіз математичної моделі інформаційної системи;
- розробка алгоритму керування для інформаційної системи;
- розробка 3D корпусу для автономної моделі;

- написання програмного забезпечення для контролера запропонованої системи;
- налаштування середовища розробки і роботи вже готової програми;
- тестування та оцінка пересування автономної моделі;
- написання і оформлення документації (електронної та паперової).

Для зручного представлення і визначення загальної тривалості проведення НДР доцільно дані витрат часу по окремих операціях технологічного процесу звести у таблицю 4.1.

Витрати часу наукового керівника на виконання окремих стадій (етапів) при недостатній кількості інформації доцільно приймати в межах 5% сумарних витрат часу інженерів на виконання цих стадій (етапів).

Таблиця 4.1 — Основні етапи і час їх виконання у НДР

№ п/п	Етап	Середній час виконання етапу, год.	
		Інженер	Керівник
1	Постановка задачі	2	1
2	Проведення огляд публікацій авторів, які займались питанням автономних мобільних роботів і наступне їх опрацювання	15	7
3	Прийняття рішень щодо вибору оптимального шляху розв'язання поставленої задачі	4	2
4	Аналіз математичної моделі інформаційної системи	2	1
5	Розробка алгоритму керування для інформаційної системи	20	5
6	Розробка 3D корпусу для автономної моделі	40	5
7	Написання програмного забезпечення для контролера запропонованої системи	25	3
8	Налаштування середовища розробки і роботи вже готової програми	3	1
9	Тестування та оцінка пересування автономної моделі	5	2
10	Написання і оформлення документації (електронної та паперової)	95	4
Разом		211	31

Отже, сумарний час виконання операцій технологічного процесу інженером

становить 211 годин, а керівником 31 годин.

4.2. Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Заробітна плата працівника незалежно від виду підприємства визначається його особистим трудовим вкладом, залежить від кінцевих результатів роботи підприємства, регулюється податками і максимальними розмірами не обмежується.

Розміри, порядок нарахування і виплати заробітної плати регулюються чинним законодавством України, відповідними указами і постановами, галузевими інструкціями. Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час. Нараховують додаткову заробітну плату залежно від досягнутих і запланованих показників, умов виробництва, кваліфікації виконавців. Джерелом додаткової оплати праці є фонд матеріального стимулювання, який створюється за рахунок прибутку.

Основна заробітна плата складається із прямої заробітної плати та доплати, яка при укрупнених розрахунках становить 25% – 35% від прямої заробітної плати. При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів в місяці слід приймати – 25,4 дні/міс., що відповідає 203,2 год./міс. Розмір місячних окладів керівника та інженерів слід приймати згідно існуючих на даний час норм. Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{\text{осн}} = T_c * K_r, \quad (4.3)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_r - кількість відпрацьованих годин.

Посадові оклади (тарифні ставки) за розрядами Єдиної тарифної сітки визначаються шляхом множення окладу (ставки) працівника 1 тарифного розряду на відповідний тарифний коефіцієнт. У разі коли посадовий оклад (тарифна ставка) визначені у гривнях з копійками, цифри до 0,5 відкидаються, від 0,5 і вище – заокруглюються до однієї гривні.

Законом України “Про Державний бюджет України на 2019 рік” від 23.11.2018 р. №2629 – VIII із змінами, внесеними згідно із Законом № 2696-VIII від 28.02.2019, ВВР, 2019, № 14, ст.66 та № 149-IX від 02.10.2019, встановлено у 2019 році мінімальну заробітну плату: у місячному розмірі: з 1 січня - 4173 гривні; у погодинному розмірі: з 1 січня - 25,13 гривні. Прийmemo 65 грн. для інженера, для керівника — 81 грн.

Тарифні ставки: керівник проекту – 81 грн./год., інженер – 65 грн./год.

Тоді скориставшись формулою 4.3 розрахуємо основну заробітну плату для інженера та керівника проекту.

Керівник проекту:

$$Z_{\text{осн}} = 81 * 31 = 2511 \text{ грн}$$

Інженер:

$$Z_{\text{осн}} = 65 * 211 = 13715 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15% від суми основної заробітної плати:

$$Z_{\text{дод}} = Z_{\text{осн}} * K_{\text{допл}} \quad (4.4)$$

де $K_{\text{допл}}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам 0,1.

Керівник проекту:

$$З_{\text{дод}} = 2511 * 0,1 = 251,1 \text{ грн}$$

Інженер:

$$З_{\text{дод}} = 13715 * 0,1 = 1371,5 \text{ грн}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці (ВО.П.) визначаються за формулою, і становлять:

$$В_{\text{оп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{дод}} \quad (4.5)$$

Керівник проекту:

$$В_{\text{оп}} = 2511 + 251,1 = 2762,1 \text{ грн}$$

Інженер:

$$В_{\text{оп}} = 13715 + 1371,5 = 15086,5 \text{ грн}$$

Таким чином загальна сума становить 17848,6 грн. Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи:

- фонд страхування від безробіття – 2,1%;
- пенсійний фонд – 32%;
- фонд соціального страхування – 2,9%;
- фонд соціального страхування від нещасних випадків і професійних захворювань – 1%.

У сумі зазначені відрахування становлять 38 %. Отже, сума відрахувань на соціальні заходи розраховуємо за формулою:

$$В_{\text{с.з.}} = \text{ФОП} * 0,38 \quad (4.6)$$

де ФОП – фонд оплати праці в гривнях.

Тоді, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{c.з.} = 17848,6 * 0,38 = 6782,5 \text{ грн}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 — Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн			Додаткова заробітна плата, грн	Нарах. на ФОП, грн	Всього витрати на оплату праці, грн 6=3+4+5
		Тарифна ставка, грн	К-сть відпрацьованих годин	Фактично нарах. з/пл., грн			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1	Керівник проекту	81	31	2511	251,1	1049,6	3811,7
2	Інженер	65	211	13715	1371,5	5732,8	20819,3
Разом				16226	1622,6	6782,5	24631

4.3 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_E = W * T * S \quad (4.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Згідно з постановою НКРЕ України від 11.12.2018 року № 1844 вартість електроенергії становить 1,425 грн./кВт·год.

Потужність ноутбука – 65Вт з підключеним маршрутизатором і комутатором, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 4.1 – 242 год.

$$Z_E = 0,065 * 242 * 1,425 = 22,42 \text{ грн}$$

4.4 Розрахунок витрат на матеріали

Результати розрахунку затрат на матеріали зводяться в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 — Визначення величини затрат на матеріали

Найменування матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Норма витрат	Ціна за одиницю грн	Затрати матеріалів грн	Транспоротно-заготівельні витрати, грн	Загальна сума витрат на матеріали, грн
Папір А4 Xerox Premier	Пачка	1	95	95	-	95
STM32F103C8T6-MODUL	Штук	1	68,50	68,50	-	68,50
LM2596-POWER-MODULE	Штук	3	17,50	52,50	-	52,50
RS-380SH Електродвигун	Штук	1	221	221		221
Li-ion 18650	Штук	6	50,15	300,9	-	300,9
Провідники	Пачка	2	14,25	28,5	-	28,5
Sharp GP2Y0A02	Штук	1	148,50	148,50		148,50
Sharp GP2Y0A21	Штук	5	165,75	828,75		828,75
Драйвер двигуна L298N	Штук	1	118,40	118,40		118,40
Датчик швидкості LM393	Штук	1	40,20	40,20		40,20
Разом						1932,25

4.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення. Для заміщення

зношеної частини основних засобів виробництва підприємства роблять амортизаційні відрахування, тобто відрахування певних грошових сум відповідно до розмірів фізичного і морального зносу засобів виробництва.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_B * H_A}{100} \quad (4.8)$$

де А – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.

BB – балансова вартість комп'ютера, на початок звітного періоду, грн.

HA – норма амортизації, %.

Для роботи використовується один ноутбук (вартість якого становить 7200 грн.), який працює 223 години.

$$A = \frac{17500 * 15}{100} = 2625 \text{ грн}$$

4.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління підприємства (фірми) та створення необхідних умов праці.

Накладні витрати можуть становити 20% від суми основної та додаткової заробітної плати працівників:

$$\begin{aligned} H_B &= V_{O.П.} * 0,2 \\ H_B &= 17848,6 * 0,2 = 3569,7 \text{ грн} \end{aligned} \quad (4.9)$$

4.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 4.4. Собівартість (СВ) НДР розрахуємо за формулою:

$$C_B = V_{O.П.} + V_{C.З.} + З_{M.В.} + З_E + T_B + A + H_B \quad (4.9)$$

$$C_B = 17848,6 + 6782,5 + 6782,5 + 22,42 + 2625 + 2561 = 23898,10 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.4 – Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	У % до загальної суми
1	2	3
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	17848,6	54,45
Відрахування на соціальні заходи	6782,5	20,69
Матеріальні витрати	1932,25	5,89
Витрати на електроенергію	22,42	0,07
Амортизаційні відрахування	2625	8,01
Накладні витрати	3569,7	10,89
Собівартість	32780,4	100

4.8 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_B * (1 + P_{REN}) + K * V_{Н.І.}}{K} \quad (4.11)$$

де P_{REN} – рівень рентабельності, 30 %;

K – кількість замовлень;

$V_{Н.І.}$ – вартість носія інформації, грн.

$$Ц = \frac{32780,4 * (1 + 0,3) + 1 * 35}{1} = 42649,6$$

Таким чином ціна рівна 42649,6 грн.

Визначимо величину прибутку за формулою:

$$\Pi = \Pi - C_B \quad (4.12)$$

$$\Pi = 42649,6 - 32780,4 = 9869,1$$

Згідно даної формули отримаємо 9869,1грн.

4.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу. Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \frac{\Pi}{C_B} \quad (4.13)$$

Де:

Π – прибуток;

C_B – собівартість.

$$E_p = \frac{9869,1}{32780,4} = 0,301$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = \frac{1}{E_p} \quad (4.13)$$

$$T_p = \frac{1}{0,301} = 3,32 \text{ роки}$$

Про доцільність розробки програми можна сказати при врахуванні критеріїв, які наведено у таблиці 4.5

Таблиця 4.5 – Техніко-економічні показники НДР

№ п/п	Показник	Значення
1	Собівартість, грн.	32780,4
2	Плановий прибуток, грн.	9869,1
3	Ціна, грн.	42649,6
4	Економічна ефективність	0,301
5	Термін окупності, рік	3,32

4.10 Висновок

У результаті проведення розрахунків можна зробити висновок: розробка матиме оптимальну економічну ефективність 0,3 і термін окупності становитиме більше трьох років (3,3 роки). Варто зазначити, що дані розрахунки носять номінальний характер і основна їх мета оцінити приблизну вартість дослідження та створення даного продукту. Номінальний характер розрахунків зумовлений тим, що даний програмний продукт має дослідницьке призначення.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Безпеки в надзвичайних ситуаціях

5.1.1 Захисні споруди цивільного захисту та вимоги до їх планування та життєзабезпечення

Одним з основних способів захисту населення при надзвичайних ситуаціях, а також у разі виникнення небезпек під час військових дій являється його укриття в захисних спорудах цивільного захисту. Для забезпечення укриття населення завчасно створюється необхідний фонд захисних споруд цивільного захисту. Створення фонду захисних споруд забезпечується шляхом:

а) комплексного освоєння підземного простору міст і інших населених пунктів для взаємоузгодженого розміщення в них споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського призначення з урахуванням необхідності пристосування і використання частини приміщень для захисту населення;

б) пристосування підвальних і інших поглиблених приміщень, приміщень цокольних і наземних поверхів існуючих будівель та тих, що будуються;

в) будівництва поглиблених сховищ і протирадіаційних укриттів, окремо розташованих від об'єктів виробничого призначення;

г) масового будівництва в особливий період швидкобудованих і простих сховищ і укриттів;

д) обстеження, узяття на облік і пристосування тих підземних гірських і інших виробок і природних порожнин, що відповідають вимогам захисту людей.

До захисних споруд цивільного захисту відносяться:

- сховища;
- протирадіаційні укриття;
- прості укриття.

Укриттю в сховищах підлягають:

- працівники найбільшої робочої зміни об'єктів, розміщених за межами зон можливих сильних руйнувань, і віднесених до категорії особливої важливості;
- працівники найбільшої робочої зміни підприємств, що продовжують свою діяльність у військовий час, а також робочої зміни чергового і лінійного персоналу підприємств, що забезпечують життєдіяльність міст і об'єктів;
- персонал атомних електростанцій і працівники підприємств, які забезпечують функціонування цих станцій;
- нетранспортабельні хворі, а також медичний і обслуговуючий персонал лікувальних закладів, що не підлягають евакуації або, які не можуть бути евакуйовані в безпечні місця, у разі виникнення надзвичайних ситуацій і/або під час військових дій.

Захист іншого працюючого і непрацюючого населення, що проживає в містах, яке не підлягає евакуації, або яке не може бути евакуйоване в безпечні місця здійснюється у фонді захисних споруд.

Утримання захисних споруд цивільного захисту здійснюється центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами і організаціями, на балансі яких вони знаходяться. Захисні споруди цивільного захисту можуть використовуватися в мирний час для господарських, культурних і побутових потреб. Приватизація (відчуження) захисних споруджень цивільного захисту, відповідно до законодавства, забороняється.

Захисна споруда повинна завжди знаходитися в готовності до прийому людей, що припускає виконання комплексу вимог, яким повинні відповідати сучасні сховища і укриття. Основними з них є:

- забезпечення безперервного перебування в них людей не менше 2 діб;
- розташування укриттів на незатоплюваних ділянках і на відстані від мереж водостоку і каналізації;

- не дозволяється прокладення транзитних інженерних комунікацій через сховища;
- трубопроводи каналізації і водопостачання повинні обладнатися вимикаючими пристроями;
- входи і виходи повинні мати ту ж міру захищеності, що і основні приміщення; на випадок завалу передбачається аварійний вихід;
- надійна герметизація приміщень і наявність систем повітрязабезпечення;
- оснащення сховищ і укриттів санітарно-технічним і іншим устаткуванням, контрольнo-вимірювальними приладами;
- справність систем життєзабезпечення і внутрішнього устаткування;
- наявність потрібного інвентарю і документації по експлуатації;
- забезпеченість запасами води і продуктами харчування;
- підготовленість обслуговуючого персоналу;
- належний санітарний стан приміщень.

Крім того, захисні споруди повинні розташовуватися на відстані не більше 15 хв. пішого ходу від місць роботи або проживання переховуваних. Усі сховища позначаються спеціальними знаками розміром 0,5 x 0,6 м і мають бути розташовані на видному місці біля входу і на зовнішніх дверях. Маршрути руху до сховища позначаються покажчиками. Знаки і покажчики забарвлюються в білий колір, написи робляться чорною фарбою. На знаку вказується номер сховища, кому належить, у кого ключі (посада, місце роботи, телефон).

Сховище - це захисна герметична інженерна споруда, що забезпечує надійне укриття в ній людей від усіх вражаючих чинників зброї масового знищення, звичайних засобів нападу (без урахування прямого попадання), а також радіоактивних продуктів при руйнуванні радіаційно-небезпечних об'єктів, високих температур і продуктів горіння при пожежах, хімічно небезпечних і вибухонебезпечних речовин, обвалів і уламків будов і споруд, що руйнуються, і так далі.

Найбільш поширені вбудовані сховища. Під них зазвичай використовують підвальні або напівпідвальні поверхи виробничих, громадських і житлових будівель. Можливо, також будівництво сховищ у вигляді споруд, що стоять окремо. Такі сховища повністю або частково заглиблені і обсіпані згори і з боків ґрунтом. Сховища повинні розташовуватися в місцях найбільшого зосередження людей, для укриття яких вони призначені.

Приміщення сховищ розділяються на основні і додаткові. До основних приміщень відносяться: приміщення для переховуємих; пункти управління; медичні кімнати і тамбур-шлюзи. До додаткових відносяться: фільтровентиляційні камери (ФВК), санітарні вузли, захищені дизельні електростанції (ДЕС), захищені входи і виходи, приміщення для зберігання води і продуктів харчування та ін.

Приміщення для переховуємих розбивається на відсіки місткістю по 50-75 чоловік. На одну людину передбачається не менше 0,5 м² площі підлоги і 1,5 м³ внутрішнього об'єму. У приміщенні (відсіках) обладнуються двох або триярусні нари-лавки для сидіння розміром 0,45×0,45 м і полиці для лежання - 0,55×1,8 м (кількість місць для лежання складає 20% від загальної місткості сховища). Відстань до стелі верхнього ярусу не менша - 0,75 м. Висота приміщень при 2-х ярусному розміщенні має бути не більша 2,15 - 2,5 м, а при 3-х ярусному - 2,5-3,5 м.

Пункт управління. Передбачається на об'єктах економіки з найбільшою робочою зміною (НРЗ) не менше 600 чоловік. Він обладнується в одному зі сховищ. Якщо НРЗ менше, то в приміщенні для переховуємих встановлюється телефон для зв'язку з місцевим штабом ГЗ. Кількість працівників ПУ не перевищує 10 чол., при цьому на кожного передбачається – 2 м².

Медичний пункт. У сховищах місткістю 800 - 1200 чол. передбачається кімната - 9 м² і додатково - 1 м² на кожних 100 чол. У разі відсутності медичної кімнати, на кожних 500 чол. обладнується санітарний пост - 2 м².

Входи. У сховищі влаштовують два входи, розташованих в протилежних сторонах. Вхід закривається міцними захисногерметичними дверима, за якими

розташований тамбур-шлюз, площею 8 - 10 м². Сховища місткістю більше 600 чол. мають двокамерний тамбур-шлюз. У вбудованих сховищах додатково обладнується аварійний вихід, що є підземною галереєю (0,5×1,3 м), що виходить на територію вільну від завалів (розташовану на відстані від навколишніх будівель, рівному половині висоти найближчої будівлі плюс 3 м). Аварійний вихід закривається захисногерметичними віконницями, дверима або іншими пристроями, що відкриваються, для відсікання ударної хвилі.

Для комори продуктів харчування виділяють площу - 5 м² (до 150 чол), плюс 3 м² на кожні додаткові 150 чол. На 600 чол. передбачається окреме приміщення.

Системи життєзабезпечення сховищ повинні забезпечувати безперервне перебування в них розрахункової кількості переховуємих протягом двох діб (за винятком сховищ, що розміщуються в зонах можливих сильних руйнувань навколо атомних станцій).

Система повітряпостачання. В атмосфері сховища повинні витримуватися необхідні санітарно-гігієнічні умови, основними показниками яких є : зміст вуглекислого газу - не більше 1 %; температура - не вище 23 0С (гранично допустимо 31 0С); вологість повітря - не більше 70 % (гранично допустимо 80 %). Для цього сховища герметизують і оснащують фільтровентиляційним устаткуванням, яке очищає зовнішнє повітря (від радіоактивних, хімічно небезпечних речовин і бактерійних засобів), розподіляє його по відсіках і створює в приміщеннях надмірний тиск (підпір), що перешкоджає проникненню зараженого повітря через різні тріщини і нещільність.

Повітрязабезпечення передбачає два режими: чистої вентиляції (1-й режим) - зовнішнє повітря очищається від пилу і фільтровентиляції (2-й режим) - повітря що очищається від радіоактивного пилу, отруйних речовин і бактерійних засобів пропускається через фільтри-поглиначі. У сховищах, що розміщуються в районах АЕС, хімічно небезпечних об'єктів, в пожежонебезпечних місцях або зонах можливого затоплення передбачається третій режим - повній ізоляції приміщень з регенерацією повітря в них.

По режимі чистої вентиляції зовнішнє повітря (залежно від температури) подається у кількості 7 - 20 м³/годину, а по режиму фільтровентиляції - від 2 до 8 м³/годину на людину. Для ліквідації теплозалишків в приміщенні - встановлюється кондиціонування.

У фільтровентиляційній камері розміщується фільтровентиляційний агрегат (це звичайно - ВФА 49, ФВК 1 або ФВК 2), що складається з фільтрів-поглиначів типу ФП-100, ФП-100у, ФП-300 та ін., протипилових фільтрів різної конструкції. Для поглинання вуглекислого газу використовується регенеративний патрон РП-100. Брак кисню при застосуванні РП-100 поповнюється киснем, що зберігається в кисневих балонах.

До складу системи також входять: козирки, повітрозабірні і протипожежні пристрої, вентилятори, гермоклапани, пристрої кондиціонування повітря і регулююча апаратура.

Система водопостачання і каналізації. Система водопостачання забезпечує переховуємих водою для питва і гігієнічних потреб від зовнішніх водопровідних мереж. Норма споживання при діючій мережі складає 2 літри в годину на людину, але не більше 25 літрів в добу. На випадок виходу водопроводу з ладу або при його відсутності передбачається аварійний запас або самостійне джерело отримання води (артезіанська свердловина). У аварійному запасі - тільки питна вода (з розрахунку 3 л в добу на людину).

Каналізація самостічна, або з перекачуванням в загальну систему. Санітарні вузли будуються окремо для чоловіків і жінок з нормами: 1 чаша на 75 жінок (150 чоловіків), умивальника на 200 чоловік. На випадок руйнування каналізаційних мереж - використовують місткості для нечистот, що щільно закриваються. Санвузол розміщують в приміщенні, ізольованому перегородками від відсіків сховища, і обов'язково влаштовують витяжку.

Система опалювання в сховищі ув'язується з теплоцентраллю. Як опалювальні прилади використовують радіатори або гладкі труби, прокладені уздовж стін. Для регулювання температури і відключення опалювання встановлюється замикаюча арматура. Опалювання проектується з розрахунку

температури повітря в сховищі (у холодну пору року) що дорівнює 10 0С, якщо це не суперечить особливим умовам експлуатації приміщень.

Для опалювання сховища також можуть бути використані печі і інші теплові прилади.

Електропостачання сховища повинне здійснюватися від зовнішньої мережі міста (об'єкту). Для аварійного забезпечення великих захисних споруд передбачаються ДЕС (дизельні електростанції), які повинні розміщуватися в окремих приміщеннях і відділятися від основних приміщень негорючою стінкою. У спорудах без автономної електростанції передбачають акумулятори, різні ліхтарі, газові лампи, свічки. Використання свічок і газових ламп допускається короткочасно і тільки за умови хорошої вентиляції.

Зв'язок. Сховище повинно мати телефонний зв'язок (при нагоді організовується радіозв'язок) з пунктом управління підприємства і радіотрансляційна точка (гучномовець), підключений до міської або місцевої об'єктової радіотрансляційної мережі.

Запаси продовольства. В укриттях передбачається на дві доби. Виходячи з норми на одну людину: сухарі - 300 г; консерви - 170 г (м'ясні), або 200 г (м'ясорослинні), або 250 г (рибні); цукор - 50 г.

5.2 Охорона праці

5.2.1 Завдання страхування від нещасного випадку. Принципи та види страхування

Всі питання страхування від нещасного випадку регламентовані Законом України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Завданнями страхування від нещасного випадку є:

- проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення

шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози здоров'ю застрахованих, викликаним умовами праці;

- відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві від нещасних випадків або професійних захворювань;
- відшкодування шкоди, пов'язаної з втратою застрахованими особами заробітної плати або відповідної її частини під час виконання трудових обов'язків, надання їм соціальних послуг у зв'язку з ушкодженням здоров'я, а також у разі їх смерті здійснення страхових виплат непрацездатним членам їх сімей.

Страховання від нещасного випадку є самостійним видом загально-обов'язкового державного соціального страхування, за допомогою якого здійснюється соціальний захист, охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності.

Дія цього Закону поширюється на осіб, які працюють на умовах трудового договору (контракту) на підприємствах, в установах, організаціях, незалежно від їх форм власності та господарювання, у фізичних осіб, на осіб, які забезпечують себе роботою самостійно, та громадян – суб'єктів підприємницької діяльності.

Держава гарантує усім застрахованим громадянам забезпечення прав у страхуванні від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання.

Законодавство про страхування від нещасного випадку складається із Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування, цього Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про охорону праці" та інших нормативно-правових актів.

Якщо міжнародним договором України, згода на обов'язковість якого надана Верховною Радою України, встановлено інші норми, ніж ті, що передбачені законодавством про страхування від нещасного випадку, то застосовуються норми міжнародного договору.

Принципи та види страхування

Основними принципами страхування від нещасного випадку є:

- паритетність держави, представників застрахованих осіб та роботодавців в управлінні страхуванням від нещасного випадку;
- своєчасне та повне відшкодування шкоди страховиком;
- обов'язковість страхування від нещасного випадку осіб, які працюють на умовах трудового договору (контракту) та інших підставах, передбачених законодавством про працю, а також добровільність такого страхування для осіб, які забезпечують себе.
- роботою самостійно, та громадян – суб'єктів підприємницької діяльності;
- надання державних гарантій реалізації застрахованими громадянами своїх прав;
- обов'язковість сплати страхувальником страхових внесків;
- формування та витрачання страхових коштів на солідарній основі;
- диференціювання страхового тарифу з урахуванням умов і стану безпеки праці, виробничого травматизму та професійної захворюваності на кожному підприємстві.

Враховуючи різноманіття об'єктів, що підлягають страхуванню, відмінності в обсязі страхової відповідальності і категоріях страхувальників, всю сукупність відносин страхування можна поділити на п'ять наступних галузей: майнове страхування, соціальне страхування, особисте страхування, страхування відповідальності, страхування підприємницьких ризиків.

Об'єктами майнового страхування є матеріальні цінності; соціального страхування — рівень добробуту громадян; особистого страхування — життя, працездатність і здоров'я громадян.

5.2.2 Вимоги безпеки до лабораторних приміщень та обладнання для наукових досліджень

Хімічні лабораторії відносяться до категорії пожежонебезпечно виробництво. Хімічні лабораторії необхідно розташовувати в окремих будівлях, у спеціальних прибудовах до виробничої будівлі або на верхніх поверхах виробничої будівлі, ізольовано від інших приміщень. Ступінь вогнестійкості будівель повинна бути не нижче третьої. Стіни і стелі хімічної лабораторії забарвлюють фарбами, які запобігають адсорбції отруйних речовин і дозволяють проводити їх чистку, миття або дегазацію. Підлоги і поверхні робочих столів рекомендується виконувати з негорючих або важкогорючих антикорозійних матеріалів. До робочих столів повинні бути підведені холодна й гаряча вода, газ, постійний і змінний струм, стиснене повітря.

У кожній хімічної лабораторії повинна бути передбачена можливість відключення подачі газу, води та електроенергії. Крани та рубильники закритого типу встановлюють поза робочих приміщень у легко доступних місцях.

Всі приміщення хімічної лабораторії повинні бути обов'язково обладнані витяжною вентиляцією, витяжними шафами. У кожній лабораторії є перелік речовин, роботу з якими обов'язково виконують у витяжних шафах. При роботі з кислотами і лугами приміщення повинні бути обладнані спеціальними гідрантами (кранами, фонтанчиками, шлангами) для тривалого промивання струменем води уражених ділянок шкіри або очей.

При роботі з скляним посудом і приладами зі скла для захисту рук від порізів при різанні, руйнуванні скла необхідно користуватися рушником, при механічній і термічній обробці виробів зі скла – захисними окулярами або запобіжними захисними щитками.

Не можна нагрівати тонкостінні хімічні колби і стакани на відкритому вогні без спеціальних сіток, які виконані з азбесту. Якщо роботу в апаратурі зі скла виконують при підвищених тиску й температурі або при вакуумі, що створює небезпеку розриву скла, то установка повинна бути огорожена захисним екраном з органічного скла, металевим кожухом, а окремі, особливо небезпечні, апарати

повинні бути захищені металевою сіткою, що запобігає розкиду уламків скла.

Ємності з речовинами, що викликають хімічні опіки, наприклад, з кислотами і лугами, потрібно переносити удвох у спеціальних кошиках або на візках. Тверді луги слід брати тільки лабораторними щипцями або руками у гумових перчатках; при дробленні великих шматків використовувати щільну матерію (бельтинг). Роботу слід виконувати із застосуванням індивідуальних засобів захисту.

Розлив і розфасовку їдких рідин необхідно робити за допомогою гумових груш, шприца або спеціальних сифонів. Концентровані кислоти та луги, а також сильнодіючі речовини (реактиви), що димлять зберігати і переливати можна тільки під тягою у витяжній шафі. Щоб уникнути розбризкування кислоти слід лити кислоту у воду, а не навпаки.

Горючі та легкозаймісті рідини повинні знаходитись у товстостінних скляних банках або ємностях з притертими пробками, що нагвинчуються. Такі ємності необхідно зберігати у металевих ящиках (шафах), які викладені всередині азбестом, а на дні мають насипаний шар піску. При роботі з цими речовинами необхідно користуватися витяжною шафою механічної вентиляції.

Ртуть необхідно зберігати у герметично закритому товстостінному скляному або порцеляновому посуді.

5.2.3 Основні технічні та організаційні заходи щодо профілактики травматизму та професійної захворюваності в галузі.

Технічні заходи - технічні засоби, що забезпечують безпечні і нешкідливі умови праці, та пов'язані з впровадженням нового обладнання, пристроїв і приладів безпеки і безпечною експлуатацією засобів виробництва.

Нормативно-методичні заходи:

- розробка посібників і рекомендацій;
- розробка нормативно-правової бази з охорони праці на підприємстві;
- забезпечення необхідною нормативно-правовою документацією

функціональних служб, окремих структурних підрозділів та робочих місць;

- забезпечення програм і розробка методик навчання з питань охорони праці;
- розробка розділів охорони праці в посадових інструкціях, інструкціях за професіями.

Організаційні заходи:

- контроль за технічним станом обладнання, інструментів, будівель і споруд;
- контроль за дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці;
- нагляд за обладнанням підвищеної небезпеки;
- організація навчання, перевірка знань з питань охорони праці і інструктажів робітників підприємства;
- контроль за виконанням технологічного процесу відповідно до вимог охорони праці;
- організація належних умов до проїздів і проходів відповідно до вимог охорони праці;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- забезпечення відповідними знаками безпеки, плакатами.

Санітарно-гігієнічні заходи:

- контроль за впливом виробничих факторів на здоров'я працівників;
- забезпечення санітарно-побутових умов згідно з діючими нормами;
- атестація робочих місць відповідно до їх нормативним актам з охорони праці;
- планування заходів щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці;
- паспортизація санітарно-технічного стану умов праці.

Соціально-економічні заходи:

- надання пільг і компенсацій працівникам, які працюють зі шкідливими і небезпечними умовами праці;
- створення умов для економічної зацікавленості роботодавця і працівника у поліпшенні умов і підвищенні безпеки праці;
- соціальне страхування працівників роботодавцем;
- фінансування заходів з охорони праці;
- відшкодування роботодавцем працівнику збитків у разі каліцтва.

Лікувально-профілактичні заходи:

- надання медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків на виробництві;
- контроль за здоров'ям працюючих протягом їхньої трудової діяльності;
- лікувально-профілактичне харчування працівників, які працюють на роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці;
- проведення медичних оглядів працівників (попередніх та періодичних);
- дотримання охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів;
- відшкодування потерпілому працівнику витрат на лікування, придбання транспортних засобів та інші види медичної допомоги.

Наукові заходи:

- прогнозування соціально-економічних наслідків нещасних випадків і аварій;
- моделювання аварійних ситуацій і розробка заходів щодо їх відвернення;
- плани локалізації і ліквідації аварій;
- оцінка ефективності управління охороною праці;
- підготовка науково обґрунтованих технічних рішень, спрямованих на підвищення безпеки і поліпшення умов праці.

Інформаційне забезпечення - інформаційна підтримка при проведенні нормативно-методичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних, соціально-економічних, наукових досліджень, спрямованих на збереження безпеки праці, здоров'я працюючих.

6 ЕКОЛОГІЯ

6.1 Зниження енергоємності та енергозбереження

Енергозбереження – впровадження правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних і економічних заходів спрямованих на зменшення споживання електричної енергії споживачами і на збільшення частки енергії, що споживається від відновлювальних джерел енергії.

Енергоефективність – раціональне використання енергії, що дозволяє перетворювати її параметри і транспортувати до споживача з мінімальними втратами

Основні заходи з енергозбереження

Індустріалізація світової економіки призвела до стрімкого збільшення споживання енергетичних ресурсів протягом останніх 100-150 років. Оскільки в структурі споживання енергетичних ресурсів найбільшу частку займають викопні джерела енергії: нафта, газ, вугілля – це призводить до їх швидкого вичерпування та поступового зростання ціни на ці енергоносії. В зв'язку з цим стало зрозуміло, що для стабільного економічного розвитку необхідно вживати заходи щодо раціонального використання енергії. Тому в більшості розвинених країн впровадження енергозберігаючих і енергоефективних технологій фінансують з державного бюджету. Основні заходи для підвищення енергозберігаючих і енергоефективних технологій.

1. Технічні:

- використання пристроїв та устаткування з малим споживанням енергії;
- використання енергоефективних технологій для генерування та
- транспортуванні енергії;
- теплоізоляція будівель;
- заміна викопних джерел енергії на відновлювальні.

2. Економічні:

- введення денного і нічного тарифів;
- оплата енергії, що виробляється відновлювальними джерелами енергії за «зеленим» тарифом;
- введення прогресивної тарифікації (більше споживаєш – більше сплачуєш);
- державні дотації на впровадження енергозберігаючих і енергоефективних технологій.

3. Організаційні:

- встановлення лічильників;
- використання зимового і літнього часу;
- економія електроенергії.

4. Правові:

- ратифікація міжнародних угод і конвенцій в галузі енергозбереження;
- розробка і впровадження національних програм з енергозбереження.

Ефект від заходів з енергозберігаючих і енергоефективних технологій:

- заощадження енергії;
- зменшення викидів шкідливих речовин;
- зменшення витрат на впровадження нових енергопотужностей.

Динаміка споживання енергетичних ресурсів

Зростання економічних показників світової економіки призводить до поступового збільшення споживання енергетичних ресурсів.

Динаміка енергоспоживання України як і більшості країн СНД після 1991

стрімко зменшилась, причиною чого є економічна криза. У середині 90-х років з початком економічної стабілізації енергоспоживання України складає 140 млн. тон нафтового еквіваленту (т.н.е) і лише після подорожчання енергоресурсів після 2007 року енергоспоживання зменшується внаслідок проведення ряду заходів з ЕЕ. Слід зауважити, що навіть після цього промисловість України є одною з найенергоємніших у світі: енергоємність виробництва у перерахунку на одиницю ВВП вдвічі більша ніж у країн-експортерів нафти, таких як Росія, ОАЕ, Венесуела. Тоді як в розвинутих країнах США, Японії, Німеччині цей показник у 5-8 разів менший.

Висока енергоємність України спричинена використанням застарілого енергоємного обладнання у металургійній, машинобудівній і хімічній промисловостях, а також значними втратами в теплових (30 %) та електричних мережах (12 %). Зважаючи на це, основними заходами з ЕЕ для України є заміна застарілого обладнання промислових і енергогенерувальних потужностей на сучасні енергоефективні аналоги.

Заходи з енергозбереження:

- впровадження новітніх технологій виробництва та споживання енергетичних ресурсів;
- використання енергії Сонця та геотермальної енергії;
- видобування та використання газу (метану) вугільних родовищ і сланцевого газу як альтернативних видів палива;
- виробництво та використання біопалива;
- розвиток вітроенергетики, малої гідроенергетики і біоенергетики;
- модернізація газотранспортної системи, систем тепло- та водопостачання, теплових електростанцій та теплоелектроцентралей;
- здійснення заходів щодо зменшення обсягу споживання енергоресурсів установами, які фінансуються з державного бюджету;
- створення сприятливих умов для залучення вітчизняних та іноземних інвестицій у сферу енергоефективності та енергозбереження;
- проведення структурної перебудови підприємств, спрямованої на

зниження матеріало- та енергоємності виробництва;

6.2 Електромагнітне забруднення довкілля, його вплив на людину. Шляхи його зменшення.

Електромагнітне поле – особлива форма матерії, за допомогою якої здійснюється взаємодія між електрично зарядженими частинками. Воно складається з двох окремих полів – електричного та магнітного. Силкові лінії цих полів взаємно перпендикулярні. Через електромагнітне поле передаються всі види електромагнітного випромінювання – від низькочастотного (радіохвилі) до високочастотного (рентгенівське та гамма-випромінювання).

Електромагнітне поле у просторі поширюється у вигляді електромагнітної хвилі, яка переносить енергію, замкнену в електричному та магнітному полях. Електричні та магнітні поля змінюються одночасно одне з одним. При цьому співвідношення між їх миттєвими значеннями завжди залишаються сталими. Лише на близьких від джерела відстанях, у так званій зоні несформованого поля, ця закономірність порушується.

Основними фізичними параметрами електромагнітного поля є швидкість поширення електромагнітної хвилі, довжина хвилі та частота коливань, які зв'язані між собою співвідношенням. Спектр електромагнітних коливань радіочастот за частотою коливань та довжиною хвилі умовно поділяють на діапазони. За частотою коливань електромагнітні хвилі мають діапазони низьких, середніх, високих, дуже високих, ультрависоких, надвисоких та надзвичайно високих частот. За довжиною розрізняють кілометрові, гектометрові, декаметрові, метрові, дециметрові та інші діапазони хвиль.

Джерелами електромагнітного випромінювання у виробничому приміщенні можуть бути неекрановані робочі елементи високочастотних установок

(індуктори, конденсатори, високо частотні трансформатори, фідерні лінії, батареї конденсаторів, котушки коливальних контурів тощо).

Під час експлуатації високих частотних, дуже високих частотних і ультрависоких частотних передавачів на радіо- та телецентрах джерелами електромагнітного випромінювання є високочастотні генератори, антенні комутатори, пристрої складання потужностей електромагнітного поля, комунікації (від генератора до антенного пристрою), антени.

Ступінь опромінення працівників залежить від кількості передатчиків (у деяких зонах, радіо- та телецентрах їх може бути до 20), їх потужності, екранування, розміщення окремих їх блоків усередині та поза приміщенням.

Джерела енергії електромагнітного поля радіочастотного діапазону поділяються на технологічні (основні) та додаткові. До технологічних належать плавильні або гартувальні контури, пластини конденсаторів, фідерні лінії. У радіотехнічних пристроях це генератори, антенні системи, елементи хвилеводних трактів. До додаткових джерел належать виносні трансформатори, батареї конденсаторів змінного струму. У радіотехнічних пристроях додатковими джерелами є неякісно екрановані високо частотні елементи передатчиків і пристроїв складання потужностей та роздільних фільтрів, неекрановані лінії передачі електромагнітної енергії на антени.

При дії електромагнітних полів на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму. Такі порушення виникають в результаті дії електричної складової електромагнітного поля на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи.

У більшості випадків такі зміни в діяльності нервової та серцево-судинної системи мають зворотній характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються, підсилюються з плином часу, але, як правило, зменшуються та зникають при виключенні впливу та поліпшенні умов праці. Тривалий та інтенсивний вплив електромагнітного поля призводить до стійких порушень в організмі людини та захворювань.

Сумісна дія випромінювань широкого діапазону може викликати окрему радіохвильову хворобу.

Тяжкість її наслідків прямо залежить від напруженості електромагнітного поля, фізичних особливостей різних діапазонів частот, тривалості впливу, умов навколишнього середовища, а також від функціонального стану та стійкості організму до впливу різних чинників, можливостей адаптації. Збільшується ризик виникнення загальних захворювань, захворювань органів дихання, травлення тощо. Це може відбуватися також і за дуже невеликої інтенсивності електромагнітного поля, яка незначно перевищує гігієнічні нормативи.

Результатом дії на організм людини електромагнітних випромінювань в діапазоні 30 кГц – 300 МГц є: загальна слабкість, підвищена втома, порушення сну, головний біль та біль в ділянці серця. З'являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухові – мовні реакції.

При інтенсивності випромінювань близько 20 мкВт/см² реєструється зменшення частоти пульсу, знижується артеріальний тиск, тобто явна реакція на опромінення. Така реакція сильніша й може навіть виражатися у підвищенні температури шкіри в осіб, які раніше потрапляли під дію опромінення.

При інтенсивності 6 мВт/см² з'являються зміни у статевих залозах, у складі крові, відбувається помутніння кришталика ока. В подальшому – зміни у здатності крові зсідатися, в умовно-рефлекторній діяльності, вплив на клітини печінки, зміни у корі головного мозку. Потім – підвищення кров'яного тиску, розрив капілярів та крововиливи у легені та печінку.

Випромінювання інтенсивністю до 100 мВт/см² викликають стійкі гіпотонію та зміни серцево-судинної системи, двосторонню катаракту. Подальше опромінення помітно впливає на тканини організму, викликає больові відчуття.

Якщо інтенсивність перевищує 1 Вт/см², це спричинює дуже швидку втрату зору, як один із серйозних ефектів дії надвисоких частот на організм людини. На більш низьких частотах такі ефекти не відбуваються, і тому їх треба вважати специфічними для надвисокого частотного діапазону. Ступінь пошкодження залежить, в основному, від інтенсивності та тривалості опромінення.

Інтенсивне НВЧ опромінення відразу викликає сльозотечу, подразнення, звуження зіниці ока. Після нетривалого (до 2-х діб) прихованого періоду спостерігається погіршення зору, яке посилюється під час повторного опромінення і свідчить про кумулятивний характер пошкоджень.

У людини наявні механізми відбудови пошкоджених клітин, які вимагають тривалого часу (10-20 діб). Зі зростанням часу та інтенсивності впливу електромагнітних випромінювань, пошкодження набувають незворотного характеру.

У разі прямого впливу на око випромінювання відбувається пошкодження рогівки. серед усіх тканин ока найбільшу чутливість в діапазоні 1-10 ГГц має кришталик. Сильні пошкодження кришталика зумовлені тепловим впливом надвисоких частот (при щільності потоку енергії понад 100 мВт/см²). За малої інтенсивності помутніння спостерігаються тільки у задній ділянці, за великої – по всьому об'єму кришталика. Для попередження професійних захворювань, які виникають у результаті тривалої дії електромагнітних випромінювань, встановлені гранично допустимі рівні електромагнітних випромінювань, які необхідно контролювати не рідше 1 разу на рік. Якщо вводиться в дію новий об'єкт або здійснюється реконструкція діючих об'єктів, то заміри рівня електромагнітних випромінювань проводяться перед введенням їх в експлуатацію.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було здійснено проектування «Інформаційної системи автономної моделі для слідування по маршруту і оминання перешкод».

Здійснено опис конструкції. Визначені основні виконавчі пристрої – серводвигун і двигун постійного струму. І здійснений вибір їх для виконання поставлених задач.

Здійснено розроблена математична модель. Змодельована поведінка (AP) під час пересування його за розробленим алгоритмом корекції курсу при наявності перешкод на його шляху. Розроблено графічну програму, яка візуально продемонструє роботу розробленої моделі.

Розроблена функціональна схема. Здійснено вибір давачів відстані, швидкості, мікроконтролера і драйвера двигуна. Проведено розрахунок бюджету похибок основних вимірювальних каналів. Також був розроблено блок – схему алгоритму роботи пристрою. І було створено програму керування для (AP) з усіма пристроями, які задіяні в процесі вимірювання.

Виконано розроблення принципової схеми електронного блоку управління і конструкцію друкованої плати за допомогою пакету програм Altium Designer 17 Також було розроблено код програми за допомогою пакету програм Keil uVision4

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. iPress.ua. Робот Софія має таке ж відношення до штучного інтелекту, як фокуси до магії, - Ян Лекун // Українське мережеве видання: [Сайт]. – <https://ipress.ua/news/robot-sofiya-maie-take-zh-vidnoshennya-do-shtuchnogo-intelektu-yak-fokusy-do-magii-yan-lekun-240248.html>.
2. MABUCHI MOTOR: [Сайт]. – <https://product.mabuchi-motor.com/detail.html?id=100>.
3. Maciej Trojnacki Dynamics Model of a Three – Wheeled Mobile Robot taking into account Slip Wheels, 2016. – pp.378-386
4. Богдан В.А. История робототехники: от античности до наших дней // Международный Дом Роботов : [Сайт] – <https://www.robo.house/ru/istoriya-robototexniki/>
5. Бурштинський М.В., Хай М.В., Харчишин Б.М. Давачі: навчальний посібник 2-ге видання доповнене. – Львів ТЗОВ «Простір М», 2014. – 202с.
6. В.Г. Маценко Математичне моделювання: навчальний посібник / В.Г. Маценко. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014. – 519с.
7. Дашенко А. Ф., Кирилов В. Х., Коломиец Л. Л., Оробей В. Ф. Matlab в инженерных и научных расчетах, 2003. – 214с.
8. Е.И. Юревич Основы робототехники, 2017 – 284 с.
9. Лопаткин А.В Проектирование печатных плат в системе Altium Designer, 2017. – 554с.
10. Сус Р.І. Ультразвуковий датчик відстані Arduino HC SR04 // Wiki ТНТУ 3.0 - відкритті знання та навчання : [Сайт] – https://wiki.tntu.edu.ua/Ультразвуковий_датчик_відстані_Arduino_HC_SR04.
11. Теорія механізмів і машин. Деталі машин: розрахунки механічних передач / Кірієнко О.А., Гузенко Ю.М. Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». – К.: НТУУ «КПІ», 2016. 188 с.
12. Швирков О.І. Проблема штучного інтелекту і людиновимірність штучних інтелектуальних систем, 2006 – 170с.

13. Sharp GP2Y0A02 datasheet : [Сайт] –

<https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/1031/gp2y0a02yk-data-sheet.pdf>

14. Sharp GP2Y0A21 datasheet : [Сайт] –

https://global.sharp/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk_e.pdf.

15. STM32F103C8T6 datasheet : [Сайт] –

https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/reference_manual/59/b9/ba/7f/11/af/43/d5/CD00171190.pdf/files/CD00171190.pdf/jcr:content/translations/en.CD00171190.pdf

ДОДАТОК А

(програмний код алгоритму змодельований в середовищі MatLab)

```

clear all
%початкові швидкість, напрям руху і положення
v0=3
f0=pi/24
df=pi/3;
x0=0
y0=0
r=1;
%кількість опитувань
N=36

%мінімальна допустима відстань до перешкоди по курсу
S=.2
S1=.1
% інтервал між опитуваннями
dt=.1
T=.3
%стан давачів при біжучому опитуванні(активний-1, неактивний-0;
№1,3-бокові правий і лівий; №2,4- діагональні правий і лівий )
C=[ 0 0 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 1 1 0 0 0 0;
    1 1 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 1 1;1 1 0 0 0 0 0 0;0 0 1 1 0 0 0 0;
    0 0 0 0 0 1 1;0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 1 1 0 0 0 0;
    0 0 1 1 0 0 0 0;0 0 0 0 0 1 1;0 0 1 1 0 0 0 0;0 0 1 1 0 0 0 0;
    0 0 1 1 0 0 0 0;0 0 1 1 0 0 0 0;0 0 1 1 0 0 0 0;0 0 1 1 0 0 0 0;
    0 0 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0;
    1 1 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0;
    1 1 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0;
    0 0 0 0 0 1 1;1 1 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0 0;1 1 0 0 0 0 0 0]
%покази давачів при біжучому опитуванні (лінійні заміри)

```

```

D=[ 0 0 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0;0 0 S S 0 0 0;
    S S 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 S1 S1;S S 0 0 0 0 0;0 0 S S 0 0 0;
    0 0 0 0 0 S1 S1;0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0;0 0 S S 0 0 0;
    0 0 S S 0 0 0;0 0 0 0 0 S1 S1;0 0 S S 0 0 0;0 0 S S 0 0 0;
    0 0 S S 0 0 0;0 0 S S 0 0 0;0 0 S S 0 0 0;0 0 S S 0 0 0;
    0 0 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0;
    S S 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0;
    S S 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0;
    0 0 0 0 0 S1 S1;S S 0 0 0 0 0;0 0 0 0 0 0 0;S S 0 0 0 0 0]

% початкова позиція
plot(x0,y0,'o')
hold on

%опрацювання показів і прийняття рішень
i=1;
k=1;
v=v0;
f=f0;
while i<=N
    %ближні завади (C(i,6)C(i,7)-реверс) ( може трапитися починаючи з
    другого опитування, i=2)
    if C(i,1)==0 && C(i,2)==0 && C(i,3)==0 &&
        C(i,4)==0 && C(i,5)==0 && C(i,6)==1 && C(i,7)==1

        %візуалізація ближніх завад
        X1=x(k-1)+D(i,6)*cos(f-pi/4);
        Y1=y(k-1)+D(i,6)*sin(f-pi/4);
        X2=x(k-1)+D(i,6)*cos(f+pi/4);
        Y2=y(k-1)+D(i,6)*sin(f+pi/4);
        plot(X1,Y1,'g*')
        plot(X2,Y2,'g*')

        %реверс з подальшим поворотом вліво
        %
        x(k)=x(k-1)-v*dt*cos(f);
        y(k)=y(k-1)-v*dt*sin(f);
    end
    i=i+1;
end

```

```

    plot(x(k), y(k), 'o')
    v=v; V(k)=v;
    f=f+df; F(k)=f;
    k=k+1
end
% прохід вільний
If C(i,1)==0 && C(i,2)==0 && C(i,3)==0 &&
C(i,4)==0 && C(i,5)==0 && C(i,6)==0 && C(i,7)==0
    if i==1
        x(k)=x0+v*dt*cos(f);
        y(k)=y0+v*dt*sin(f);
        plot(x(k), y(k), 'o')
        V(k)=v; F(k)=f;
        k=k+1
    else
        x(k)=x(k-1)+v*dt*cos(f);
        y(k)=y(k-1)+v*dt*sin(f);
        plot(x(k), y(k), 'o')
        V(k)=v; F(k)=f; F(k)=f;
        k=k+1
    end
end

% завада по правому борту і по діагоналі (C(i,1)C(i,2))- поворот
вліво на розрахований кут
if C(i,1)==1 && C(i,2)==1 && C(i,3)==0 && C(i,4)==0 && C(i,5)==0
    if i==1
        %візуалізація завад по правому борту і по діагоналі
        X1=x0+D(i,1)*sin(f);
        Y1=y0+D(i,1)*cos(f);
        X2=x0+D(i,2)*cos(f-pi/4);
        Y2=y0-D(i,2)*sin(f-pi/4);
        plot(X1,Y1, 'r*')
        plot(X2,Y2, 'b*')
    end

```

```

%зміна швидкості і напрямку руху
v=v;
f=f+atan(D(i,1)*sqrt(2)/D(i,2)-1);
    x(i)=x0+v*dt*cos(f);
    y(i)=y0+v*dt*sin(f);
    plot(x(1),y(1),'o')
V(k)=v; F(k)=f;
k=k+1
else
% %візуалізація завад по правому борту і по діагоналі
    X1=x(k-1)+D(i,1)*sin(f);
    Y1=y(k-1)-D(i,1)*cos(f);
    X2=x(k-1)+D(i,2)*cos(f-pi/4);
    Y2=y(k-1)+D(i,2)*sin(f-pi/4);
    plot(X1,Y1,'r*')
    plot(X2,Y2,'b*')
%зміна швидкості і напрямку руху
v=v;
f=f+atan(D(i,1)*sqrt(2)/D(i,2)-1);
    x(k)=x(k-1)+v*dt*cos(f);
    y(k)=y(k-1)+v*dt*sin(f);
    plot(x(k),y(k),'o')
V(k)=v; F(k)=f;
k=k+1
end
end

% завада по лівому борту і по діагоналі (C(i,3),C(i,4)) - поворот
вправо на розрахований кут
if C(i,1)==0 && C(i,2)==0 && C(i,3)==1 && C(i,4)==1 && C(i,5)==0
    if i==1
%візуалізація завад по лівому борту і по діагоналі
        X1=x(k-1)-D(i,3)*sin(f)
        Y1=y(k-1)+D(i,3)*cos(f)

```

```

    plot(X1,Y1,'r*')
    X2=x0-D(i,4)*cos(-f+pi/4);
    Y2=y0+D(i,4)*sin(-f+pi/4);
    plot(X2,Y2,'b*')
%Зміна швидкості і напрямку руху
v=v; V(k)=v; F(k)=f;
f=f-atan(D(i,3)*sqrt(2)/D(i,4-1));
    x(1)=x0+v*dt*cos(f)
    y(1)=y0+v*dt*sin(f)
    plot(x(1),y(1),'o')

else
%візуалізація завад по лівому борту і по діагоналі
    X1=x(k-1)-D(i,3)*sin(f)
    Y1=y(k-1)+D(i,3)*cos(f)
    plot(X1,Y1,'r*')
    X2=x(k-1)+D(i,4)*cos(f+pi/4);
    Y2=y(k-1)+D(i,4)*sin(f+pi/4);
    plot(X2,Y2,'b*')
%Зміна швидкості і напрямку руху
v=v;
f=f-atan((D(i,3)*sqrt(2)-D(i,4))/D(i,4));
V(k)=v; F(k)=f;
    x(k)=x(k-1)+v*dt*cos(f)
    y(k)=y(k-1)+v*dt*sin(f)
    plot(x(k),y(k),'o')
    V(k)=v; F(k)=f;
    k=k+1
end
end
i=i+1
end
%grid
% пройдена траса
plot([x0,x],[y0,y])

```



```
axis equal
```

```
for k=1:N
```

```
Vs(k,2)=V(k);
```

```
Fs(k,2)=F(k);
```

```
Vs(k,1)=k;
```

```
Fs(k,1)=k;
```

```
Xs(k,2)=x(k);
```

```
Ys(k,2)=y(k);
```

```
Xs(k,1)=k;
```

```
Ys(k,1)=k;
```

```
end
```

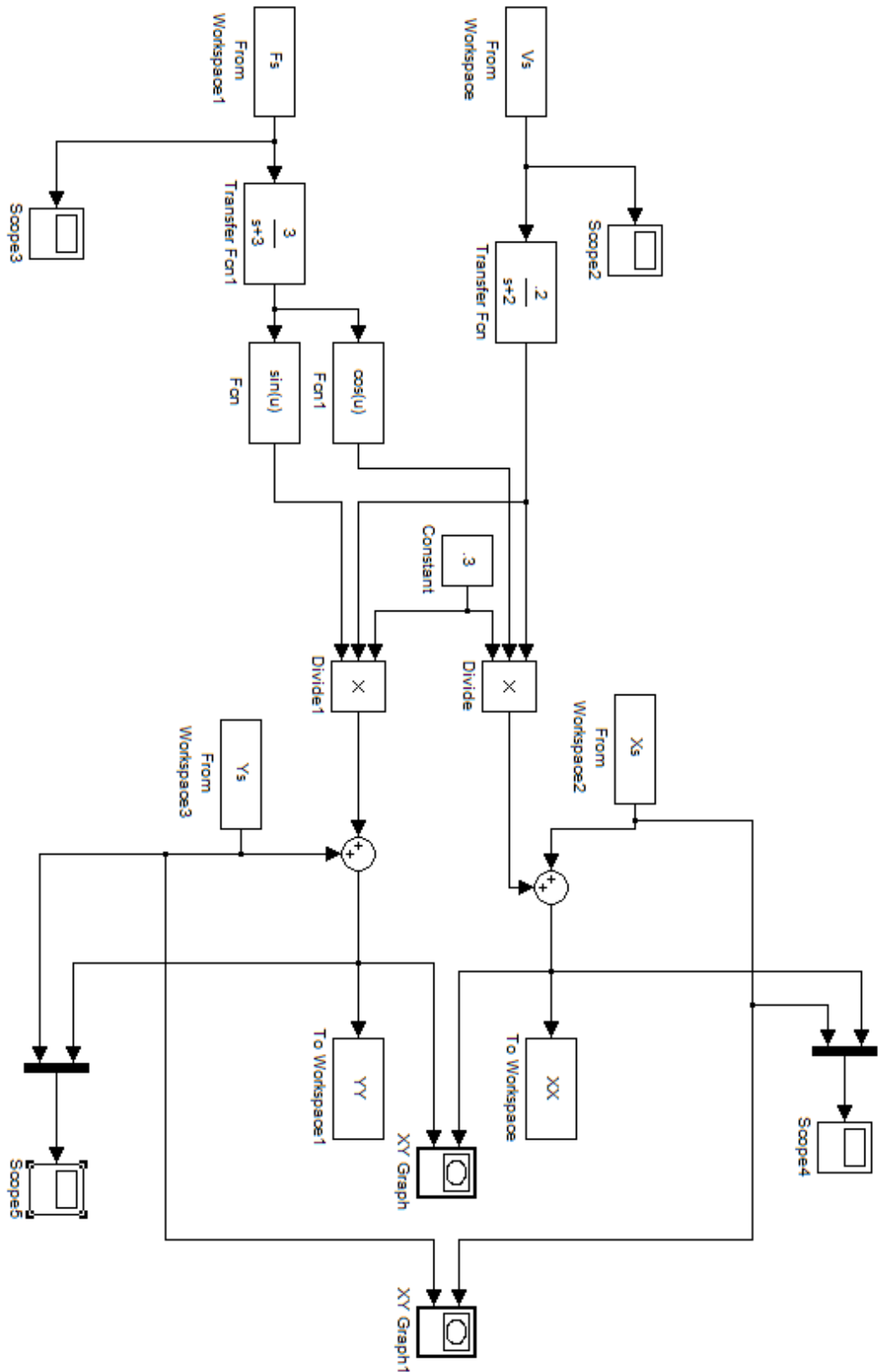
```
simOut=sim('carSIM')
```

```
plot(XX.signals.values,YY.signals.values,'r')
```

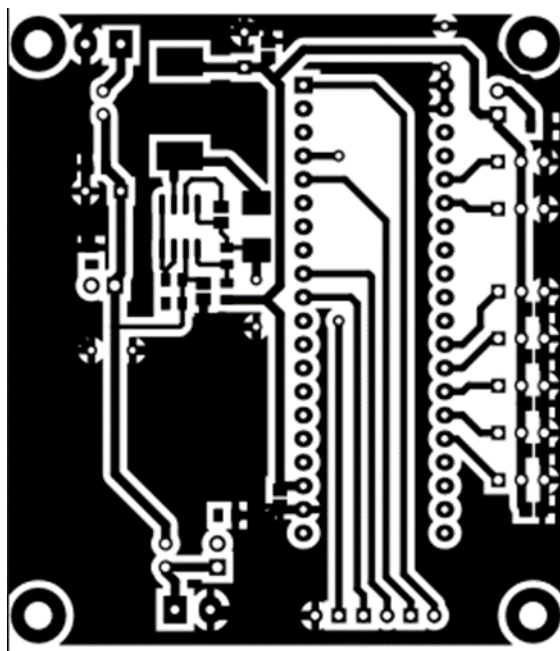
```
grid
```

ДОДАТОК Б

(промоделований алгоритм роботи в середовищі Simulink)



ДОДАТОК В
(Конструкція плати)



ДОДАТОК Г

(Текст програми)

```

/* Includes ----- */
#include "main.h"
#include "stm32f1xx_hal.h"
#include "Sharp_Convert.h"

/* Private variables ----- */
ADC_HandleTypeDef hadc1;
TIM_HandleTypeDef htim1;
TIM_HandleTypeDef htim2;

PCD_HandleTypeDef hpcd_USB_FS;

/* USER CODE BEGIN PV */
uint32_t valDatLeft    = 0; //лівий датчик
uint32_t valDatCenter  = 0; //центральний датчик
uint32_t valDatRight   = 0; //правий датчик
uint32_t valDatRightBort = 0; //правий датчик борта
uint32_t valDatLeftBort = 0; //лівий датчик борта
uint32_t valDatCSpeed  = 0; //центральний датчик швидкості
uint32_t valClockEn    = 0; //лічильник імпульсів Енкодера
uint32_t clock         = 0; //змінна часового інтервалу
uint32_t valSpeed      = 0; //значення встановленої швидкості
uint32_t coefP        = 0; //пропорційний коефіцієнт для регулятора
uint32_t valPWM        = 0;
uint32_t err           = 0;
//uint32_t valAngel    = 0;
uint32_t GetADCValue(uint32_t Channel);
/* USER CODE END PV */

/* Private function prototypes ----- */
void SystemClock_Config(void);
static void MX_GPIO_Init(void);
static void MX_ADC1_Init(uint8_t ch);
static void MX_TIM1_Init(void);
static void MX_TIM2_Init(void);
static void MX_USB_PCD_Init(void);
/* USER CODE BEGIN PFP */

void HAL_TIM_MspPostInit(TIM_HandleTypeDef *htim);
void DriveBack(void);
void DriveForward(void);

```

```

void DriveRightBort(void);
void DriveLeftBort(void);
void DriveRight(void);
void DriveLeft(void);
void DriveAcceleration (void);
void Check_Time(void);

void DriveBack(void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_10,GPIO_PIN_SET);//мотор назад
if (valDatLeftBort < valDatRightBort)
    {
        TIM1 ->CCR1 = 48;
    }
else
    {
        TIM1 ->CCR1 = 19;
    }
    //TIM1 ->CCR2 = valAngel;
        uint32_t iii = 0;
        while (iii < 50)
        {
            iii ++;
            Check_Time();
            HAL_Delay(20);
        }
}
void DriveForward(void)
{
    if (valDatLeftBort > 50 && valDatRightBort > 50)
        {
            TIM1 ->CCR1 = 33; //прямо
        }
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_10,GPIO_PIN_RESET); //мотор вперед
}
void DriveRightBort(void)
{
    if (valDatRightBort < 60) //дальня відстань
        {
            TIM1 ->CCR1 = 35;
        }
    if (valDatRightBort < 57)
        {
            TIM1 ->CCR1 = 37;
        }
}

```

```
    }
    if (valDatRightBort < 55)
    {
        TIM1 ->CCR1 = 39;
    }
    if (valDatRightBort < 52)
    {
        TIM1 ->CCR1 = 41;
    }
    if (valDatRightBort < 50)
    {
        TIM1 ->CCR1 = 43;
    }
    if (valDatRightBort < 48) //найближча відстань
    {
        TIM1 ->CCR1 = 45;
    }
}
void DriveLeftBort(void)
{
    if (valDatLeftBort < 60) //дальня відстань
    {
        TIM1 ->CCR1 = 31;
    }
    if (valDatLeftBort < 57)
    {
        TIM1 ->CCR1 = 29;
    }
    if (valDatLeftBort < 55)
    {
        TIM1 ->CCR1 = 27;
    }
    if (valDatLeftBort < 52)
    {
        TIM1 ->CCR1 = 25;
    }
    if (valDatLeftBort < 50)
    {
        TIM1 ->CCR1 = 23;
    }
    if (valDatLeftBort < 48) //найближча відстань
    {
        TIM1 ->CCR1 = 21;
    }
}
```

```

void DriveRight(void)
{
    if (valDatCenter < 50 && valDatLeft < 50) //найближча відстань
    {
        TIM1 ->CCR1 = 47;
    }
}
void DriveLeft(void)
{
    if (valDatCenter < 50 && valDatRight < 50) //дальня відстань
    {
        TIM1 ->CCR1 = 19;
    }
}
void DriveAcceleration (void)
{
    //прискорення

    if ((valDatCSpeed > 70) && (valDatLeftBort > 40) && (valDatRightBort > 40))
    {
        valSpeed = 15;
    }
    else
    {
        valSpeed = 15;
    }
}
void Check_Time(void)
{
    coefP = 3; //встановлення значення пропорційного коефіцієнта регулятора
    if ((HAL_GetTick() - clock)>250)
    {
        clock = HAL_GetTick();

        if (valSpeed > valClockEn)
        {
            err = valSpeed - valClockEn;
            valPWM += err/coefP;
        }

        if (valSpeed < valClockEn)
        {
            err = valClockEn - valSpeed;
            TIM2 ->CCR1 -= err/coefP;
        }
    }
}

```

```

    /*---Встановлення меж значення PWM---*/
    if (TIM2 ->CCR1 > 100)
    {
        TIM2 ->CCR1 = 100;
    }
    if (TIM2 ->CCR1 < 10)
    {
        TIM2 ->CCR1 = 10;
    }
    /*-----*/

    //TIM2 ->CCR1 = valPWM;
    //valClockEn = 0;//онулення лічильника
}
}
/* Private user code -----*/
/* USER CODE BEGIN 0 */
void HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin)
{
    if(GPIO_Pin == GPIO_PIN_9)
    {
        valClockEn++;
    }
}
int main(void)
{

    /*Параметри сервоприводу
    33 - середина
    48 - максимум вправо
    18 - максимум вліво
    */
    TIM1 ->CCR1 = 33;//значення для серви
    //TIM1 ->CCR1 = valAngel;
    TIM2 ->CCR1 = 15;//значення ШИМ для мотора
    valSpeed = 15;
    uint32_t time_10 = HAL_GetTick();

    /* USER CODE BEGIN WHILE */
    while (1)
    {
        Check_Time();//виклик регулятора
    }
}

```



```

HAL_GPIO_TogglePin(GPIOC,GPIO_PIN_13);
HAL_GPIO_WritePin(GPIOA,GPIO_PIN_10,GPIO_PIN_RESET); //мотор вперед

//конвертування давачы в сантиметри
valDatLeft = Convert(GetADCValue(7),0)/10;
valDatCenter = Convert(GetADCValue(5),1)/10;
valDatRight = Convert(GetADCValue(4),2)/10;
valDatCSpeed = Convert(GetADCValue(6),3)/10;
valDatLeftBort = Convert(GetADCValue(2),4)/10;
valDatRightBort= Convert(GetADCValue(3),5)/10;

if ((HAL_GetTick()-time_10) > 10)
{
    time_10 = HAL_GetTick();

    if (valDatCSpeed > 100)
    {
        DriveAcceleration();
    }

    if (valDatCenter < 60)
    {
        DriveForward();
    }
    if (valDatCenter < 15)
    {
        DriveBack();
    }
    else
    {
        DriveForward();
    }

//Вліво
//опитуєм тільки правий датчик і повертаєм вліво через кожні 4
    if (valDatRightBort < 60) //дальня відстань
    {
        DriveRightBort();
    }

//Вліво
// опитуєм правий+центральный датчик і повертаєм вліво через кожні 4

    if (valDatCenter < 50 && valDatRight < 50) //дальня відстань

```

```
        {
            DriveRight();
        }

//Вправо
//опитуєм тільки лівий датчик і повертаєм вправо через кожні 4

        if (valDatLeftBort < 60) //дальня відстань
            {
                DriveLeftBort();
            }

//Вправо
//опитуєм лівий+центральный датчик і повертаєм вправо через кожні 4

        if (valDatCenter < 60 && valDatLeft < 60) //дальня відстань
            {
                DriveLeft();
            }
    }
}
```

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	6
ВСТУП	7
1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Літературний огляд відомих теоретичних і практичних рішень.....	8
1.1.1 Робототехніка.....	8
1.1.2 Автономний робот.....	10
1.1.3 Архітектура роботів	11
1.1.4 Проблеми у галузі розвитку робототехніки і автономного робота	13
1.2 Опис конструкції спроектованого пристрою	14
1.3 Основні кінематичні і силові розрахунки	16
1.3.1 Вибір двигуна.....	17
1.3.2 Розрахунок редуктора	19
1.3.3 Вибір Серводвигуна.....	21
1.4 Висновок.....	24
2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ	25
2.1 Аналіз аналогів і засобів моделювання.....	26
2.2 Постановка задачі.....	27
2.2.1 Аналіз функціональний і конструкторських особливостей.....	27
2.3 Вибір об'єкту дослідження для розроблення математичної моделі.....	28
2.3.1 Алгоритм руху	29
2.4 Результати дослідження	29
2.4.1 Відпрацювання алгоритму пересування	29
2.3.2 Моделювання поворотного механізму	31
2.4 Висновок.....	35
3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР.....	36
3.1 Огляд і аналіз аналогів	36
3.1.1 Давачі.....	36
3.2 Розробка структурної, функціональної та принципової схем.....	39
3.3 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ	40
3.3.1 Вибір давачів відстані.....	40
3.3.1.1 Ультразвукові давачі відстані	40
3.3.1.2 Інфрачервоні давачі відстані	42
3.3.2 Вибір датчика швидкості.....	46
3.3.3 Вибір драйвера керування двигуном	47
3.3.4 Вибір мікроконтролера	48
3.4 Бюджет похибок	51

3.5 Алгоритм роботи електронного блоку	56
3.6 Висновок	59
4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	61
4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР	62
4.2. Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи.....	64
4.3 Розрахунок витрат на електроенергію.....	67
4.4 Розрахунок витрат на матеріали	68
4.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	68
4.6 Обчислення накладних витрат	69
4.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР	69
4.8 Розрахунок ціни НДР	70
4.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень	71
4.10 Висновок	72
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	73
5.1 Безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	73
5.1.1 Захисні споруди цивільного захисту та вимоги до них планування та життєзабезпечення	73
5.2 Охорона праці	79
5.2.1 Завдання страхування від нещасного випадку. Принципи та види страхування.....	79
5.2.2 Вимоги безпеки до лабораторних приміщень та обладнання для наукових досліджень	82
5.2.3 Основні технічні та організаційні заходи щодо профілактики травматизму та професійної захворюваності в галузі.....	83
6 ЕКОЛОГІЯ	86
6.1 Зниження енергоємності та енергозбереження.....	86
6.2 Електромагнітне забруднення довкілля, його вплив на людину. Шляхи його зменшення.....	89
ВИСНОВКИ	93
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	94
ДОДАТОК А.....	96
ДОДАТОК Б.....	102
ДОДАТОК В.....	103
ДОДАТОК Г	104

