

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії  
Кафедра обчислювальної техніки

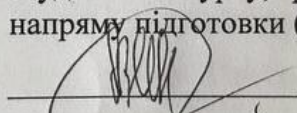
## Пояснювальна записка

до бакалаврської дипломної роботи

на тему: «Автоматизована система управління рухомою платформою»

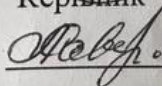
Виконав:

студент 4 курсу, групи ІКІ-186  
напряму підготовки (спеціальності)




Ярцун В.В.

Керівник



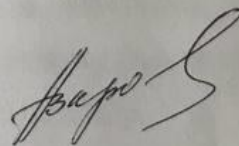
к.т.н., доц. Савицька Л.А.

Рецензент



к.ф.-м.н., доц. каф. МБІС Шиян А.А.

Допущено до захисту  
д.т.н., проф. Азаров О.Д.



“ 22 ” 06 2022 р.

м. Вінниця – 2022

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

Кафедра обчислювальної техніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень — бакалавр

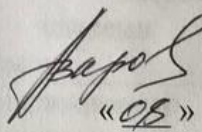
Спеціальність — 123 Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

обчислювальної техніки

проф., д.т.н. О.Д.Азаров



«05»

02

2022 р.

**З А В Д А Н Н Я**

НА БАКАЛАВСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ

**Ярцуну Владиславу Вікторовичу**

1 Тема бакалаврської роботи «Автоматизована система управління рухомою платформою», керівник роботи Савицька Людмила Анатоліївна, к.т.н., доцент, затверджені наказом вищого навчального закладу від 24.03.22 року №66

2 Строк подання студентом роботи: 13.06.2022р.

3 Вихідні дані до роботи — технічні параметри систем управління рухомою платформою.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вступ, огляд і аналіз концепції робототехніки, сучасні системи автоматичного управління, створення автоматизованого управління рухомою платформою, висновки, перелік джерел посилання.

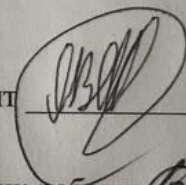
5 Дата видачі завдання 10.02.2022р

6 Календарний план наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 — Календарний план

з/п	Назва етапів виконання бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Постановка задач роботи	14.02.22	Безп.
2	Огляд інформаційних джерел	15.02-28.02.22	Вик.
3	Огляд і аналіз концепції робототехніки	01.03-14.03.22	Вик.
4	Аналіз систем автоматичного управління	15.03-28.03.22	Вик.
5	Проектування мікропроцесорної автоматизованої системи управління рухомою платформою	29.03-11.04.22	Вик.
6	Створення автоматизованого управління рухомою платформою,	12.04-25.04.22	Вик.
7	Аналіз виконання роботи. Висновки. Додатки	26.04-09.05.22	Вик.
8	Перевірка якості виконання бакалаврської роботи та усунення недоліків	17.05.22	Вик.

Студент

В.В.Ярцун

Керівник роботи

Л.А.Савицька

## АНОТАЦІЯ

Ярцун В.В. Автоматизована система управління рухомою платформою. Бакалаврська дипломна робота зі спеціальності 123 — комп'ютерна інженерія, освітня програма — комп'ютерна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2022. 56 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 19 назв; рис.: 38; табл. 4

У бакалаврській дипломній роботі розглядається мікропроцесорна система автоматизованого управління рухомою платформою.

Проаналізовано провідні концепції робототехніки та сучасні системи автоматичного управління, створено автоматизоване управління рухомою платформою.

Ключові слова: Raspberry PI, STM32, Arduino



## ANNOTATION

Yartsun V.V. Automated mobile platform control system. Bachelor's thesis in specialty 123 - computer engineering, educational program - computer engineering. Vinnytsia: VNTU, 2022. 56 p.

In Ukrainian language. Bibliogr. : 19 titles; fig. : 38; table. 4

In the bachelor's thesis the microprocessor control system of a mobile platform is automated.

Leading concepts of robotics and modern automatic control systems are analyzed, automated control of a mobile platform is created.

Keywords: Raspberry PI, STM32, Arduino

.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ РОБОТОТЕХНІКИ</b> .....	8
1.1 Історія розвитку робототехніки.....	11
1.2 Тенденції розвитку технологій робототехніки.....	13
1.3 Технологічний розвиток робототехніки.....	15
<b>2 СУЧАСНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ</b> ... ..	17
2.1 Платформи Raspberry PI .....	18
2.2 Платформи STM32.....	19
2.3 Платформи Arduino.....	23
<b>3 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМОЮ ПЛАТФОРМОЮ</b> .....	27
3.1 Вибір деталей та матеріалів.....	28
3.2 Розробка алгоритмів роботи.....	34
3.3 Написання керуючої програми.....	43
3.4 Компоновка модулів системи.....	47
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	51
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ</b> .....	52
<b>ДОДАТОК А</b> Технічне завдання.....	53
<b>ДОДАТОК Б</b> Структурна схема автоматизованої системи.....	57
<b>ДОДАТОК В</b> Блок-схема основного алгоритму роботи.....	58
<b>ДОДАТОК Г</b> Блок-схема зворотного геодезичного завдання при окремому випадку.....	59
<b>ДОДАТОК Д</b> Блок-схема алгоритму зворотного геодезичного завдання..	60
<b>ДОДАТОК Е</b> Протокол перевірки навчальної (кваліфікаційної) роботи...61	

					08-23.БДР.018.00.000 ПЗ		
		№ докум.	Підпис				
Розроб.	Ярцун В. В.			Автоматизована система управління рухомою платформою  Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Савицька Л. А.					6	57
Реценз.	Шиян А.А.				ВНТУ, гр. 1КІ – 186		
Н. Контр.	Швець С. І.						
Затверд.	Азаров О.Д.						

## ВСТУП

**Актуальність** роботи полягає в тому, що при обслуговуванні деяких об'єктів, де необхідно використовувати мікропроцесорну систему автоматизованого управління рухомою платформою, так як одним із важливих досягнень мікроелектроніки та обчислювальної техніки є створення аналогових і цифрових інтегральних схем та мікропроцесорів.

На їх основі сьогодні створено велику кількість цифрових систем різного призначення, які в першому наближенні можна поділити на такі класи: цифрові системи передачі та обробки даних, цифрові інформаційно – вимірювальні системи та цифрові системи контролю та управління. Основну частину систем контролю та автоматизації збору, зберігання та обробки інформації, необхідної для формування управлінських дій в обмежений проміжок часу та їх виконання, виконують мікропроцесорні пристрої та інші засоби цифрової, вимірювальної та контрольної техніки. Тому мікропроцесорні системи (МПС) різного призначення є основою не лише існуючих, але й перспективних високопродуктивних автоматичних та автоматизованих систем керування окремими технологічними процесами та виробництвом у цілому, систем автоматизації пошуку інформації, дослідження та ін.

Найбільшого поширення останнім часом набули системи керування, ядром яких є спеціалізовані мікропроцесори або мікроконтролери. Сучасні засоби мікропроцесорної автоматизації представлені трьома основними групами: промислові комп'ютери, промислові контролери, однокристалічні мікропроцесори та мікроконтролери.

**Об'єктом** дослідження є процеси, що протікають в системі автоматизованого управління рухомими платформами.

**Предметом** дослідження є автоматизована система управління рухомою платформою.

**Мета дослідження:** є автоматизована системи управління рухомою платформою для різних об'єктів.

**Задачі** для досягнення поставленої мети є:

- здійснити огляд існуючих автоматизованих та роботизованих систем управління рухомими платформами;
- здійснити огляд мікропроцесорних платформ;
- дослідити роботу модуля Bluetooth;
- дослідити роботу датчика швидкості;
- стабілізувати обробку сигналів;
- розробити автоматизовану систему управління рухомою платформою.

**Практичне значення** одержаних результатів полягає у тому, що спроектовано мікропроцесорну систему автоматизованих систем управління рухомою платформою з використанням популярних засобів і методів побудови подібних систем.

**Апробація** — Участь у LI науково-технічній конференції факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії 2022 з доповіддю «АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РУХОМОЮ ПЛАТФОРМОЮ», Людмила Анатоліївна Савицька, Ірина Сергіївна Колесник, Владислав Вікторович Ярцун. Тези опубліковано 30.05.22.



## 1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ РОБОТОТЕХНІКИ

Нещодавно постало питання про заміну людської праці роботизованою, так як люди не можуть працювати вічно і їм потрібен відпочинок, а також певний набір біологічних ресурсів, без яких людина не зможе нормально функціонувати. Цю проблему вирішують роботи, які здатні виконувати роботу швидко та точно.

Роботизація отримала величезне охоплення сучасного світу. У виробничі процеси стали втручатися автоматизовані пристрої, які виконують роботу за людей, що не могло не вплинути на продуктивність праці та якість виконання робіт.

Робот являє собою автоматичний пристрій, який призначений для реалізації та виконання різноманітних механічних дій, керованих певними алгоритмами. Вперше поняття «робот» було висунуто чеським письменником Карелом Чапеком у своєму творі «Росумові універсальні роботи», де він охарактеризував слово «робот» як «повсякденна праця».

Робототехніка є прикладною наукою, яка розробляє системи автоматичного управління. Саме ця дисципліна визначає розвиток технологій сучасного світу.

Під час функціонування робот отримує безліч інформації із зовнішніх датчиків та пристроїв введення/виведення, які обробляються його центральним процесором, і який згодом приймає рішення для подальших роботизованих дій.

Призначення автоматичних роботів найрізноманітніші, вони застосовуються майже у всіх сучасних сферах діяльності, наприклад, у медицині для виконання хірургічно точних операцій, які рука простої людини через біологічні особливості виконати не здатна, або у виробництві, де небезпечні для людини операції виконуються автоматизованим комплексом. Дуже часто використовуються роботизовані рішення у транспортній сфері, в якій пристрій у безпілотному режимі доставляє певний вантаж.

Існують бойові роботи, що активно використовуються в оборонній сфері, наприклад, робот-мінер, зображений на рисунку 1.1.

Роботи можуть послужити людству за межами нашої планети, так компанія NASA відправила ровер Curiosity (див. рис. 1.2) для досліджень на Марс.



Рисунок 1.1 — Бойовий робот-мінер

Щодня він надсилає дедалі більше нової інформації вченим та астрофізікам. До цього дня цей робот справно функціонує на поверхні іншої планети і продовжує виконувати свою місію.

Як видно з наведених вище прикладів роботи найчастіше є помічниками людей у виконанні небезпечних і нездійсненних для людини операцій.

Сфери використання роботизованих пристроїв не обмежуються переліченими вище, з кожним днем їх корисність і значущість зростає.



Рисунок 1.2 — Ровер Curiosity

## 1.1 Історія розвитку робототехніки

Вперше у 1947 році був представлений перший у світі напівпровідниковий транзистор. Ця подія дає старт бурхливому розвитку світу робототехніки.

В 1951 Раймонд Гоерц представив перші механічні маніпулятори, які призначалися для роботи з небезпечними радіоактивними речовинами. Цей пристрій повністю повторював дії людської руки, як і сучасні системи такого роду.

У цьому ж році публікується наказ про створення автоматичної системи управління військовою технікою.

У 1954 року Джордж Девол починає розробку першого автоматизованого виробничого робота (див. рис. 1.3). Тоді ж компанією Barrett Electronics було запропоновано запровадження автоматизованих транспортних електрокарів для функціонування у продовольчих складах.



Рисунок 1.3 — Сучасна рука-маніпулятор

У 1956 Генріх Ернст в Массачусетському технологічному університеті розробляє руку-маніпулятор, яка управляється комп'ютером. Ця рука функціонувала як сортувальник розкиданих на столі кубиків.

Представлений мобільний робот Squee ( див рис. 1.4), що має два фотодатчики і два контактні датчики, а також три електродвигуни, управління на себе взяла система безлічі реле. Дана розробка, виходячи зі своєї назви (Squee, або Squirrel англ. – Білка), виконувала функцію з пошуку «горіхів» – тенісних кульок, які згодом відвозив на освітлюваний майданчик.



Рисунок 1.4 — Мобільний робот Squee

У 1957 року з космодрому Байконур було здійснено запуск радянської ракети-носія 8К71ПС, який вивів на орбіту Землі перший штучний супутник. Ця подія відкрила вікно в космічну еру, згодом стали розроблятися нові пристрої для вивчення космосу.

У 1958 року вченими поставлено питання «як вмістити максимум компонентів у мінімум місця?», цією проблемою зацікавився Джек Кілбі, надалі розробляючи першу у світі німецьку інтегральну мікросхему. У той же час Роберт Нойс реалізував свою інтегральну мікросхему, але з кремнію.

У 1960-х роках Fairchild Semiconductor Corporation випускає на ринок у вільний продаж свої мікросхеми, які виробники використовують у калькуляторах та комп'ютерах.

Розглядаючи історію розвитку робототехніки та електротехніки можна зробити висновок, що відкриття напівпровідникових матеріалів та створення напівпровідникових приладів сприяло різкому науковому прогресу. У 1960-х роках

зі створенням інтегральних мікросхем з'явилася тенденція щодо їх впровадження у різні галузі науки і техніки. У цьому розвитку напівпровідників не зупинився. До цього дня вченими відкриваються нові простори для реалізації електротехнічних ідей з використанням напівпровідникових приладів.

## 1.2 Тенденції розвитку технологій робототехніки

Дослідження напівпровідників та розробка інтегральних мікросхем сильно вплинула на сучасну науку, бурхливий розвиток технологій минулого століття передає естафету сучасному наступнику.

З появою процесорів і ЕОМ техніка зробила крок далеко вперед. Сучасному суспільству важко уявити світ без роботів та автоматичних технологій, щодня створюються нові автоматизовані виробництва, праця людини поступово замінюється на роботизовану, так як вимоги до швидкості та точності робіт зросли. На сьогоднішній день робот представлений у вигляді помічника людини, адже він може виконати непосильно важкі завдання швидко, якісно та точно. Автоматизація впроваджується у такі відомі сфери як наука, промисловість, космос і армія, а й у побутові, розважальні громадські області. Майже кожна сім'я в квартирі має хоча б один робот (див. рис.1.5) або пристрій, це може бути комп'ютер або телефон, цими пристроями важко здивувати сучасну людину.



Рисунок 1.5 — Робот пилосос



Робочий побут сучасних людей також схильний до роботизації, прикладом є посудомийні машини, пральні машини, загалом усі ті прилади, які полегшують повсякденне життя людини.

### 1.3 Технологічний прогрес у галузі робототехніки

Якщо мова йде про сучасний технологічний розвиток, то варто згадувати закон Мура, який полягає в щорічному зменшенні технологічного процесу сучасних процесорів та збільшенні кількості транзисторів, які використовуються ними. За останні 40 років спостерігали експонентне зростання швидкості ЕОМ. У сучасних центральних процесорів тактова частота в тисячу разів більша за своїх попередників.

Закон Мура або закон технологічного прогресу часто представляють в вигляді графіка залежності кількості процесорних транзисторів від року випуску.

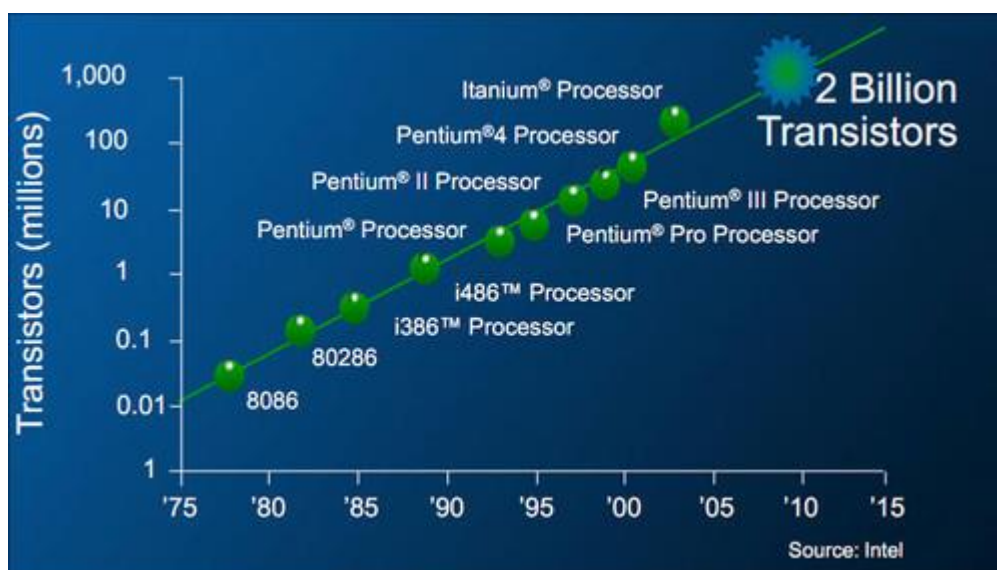


Рисунок 1.6 — Закон Мура

Але розвиток технологій не зв'язано лише на законі Мура, кожен день вченими висуваються нові ідеї, що сприяють прискоренню обчислювальних процесів, прикладом може послужити квантовий комп'ютер. Також варто згадувати розвиток штучного інтелекту, що є основною ідеєю робототехніки, у її концепції стоїть робот, що має свідомість, здатний розуміти людину та взаємодіяти з навколишнім світом.



На порядок денний постає такий потенційно сильний напрямок технології як штучні нейронні мережі, головною особливістю яких є саморозвиток, вони здатні самі приймати рішення, виходячи зі свого досвіду.

Цікавою сферою обговорення є вивчення космосу та інших планет нашої сонячної системи. За останні кілька років було надіслано величезну кількість роботів за межі Землі для розвідки та отримання нової інформації. Нещодавно набуло поширення вивчення планети Марс, яка була заселена декількома роботами, а також для вивчення Сатурна був посланий космічний апарат Кассіні, який недавно згинув в атмосфері даного газового гіганта.

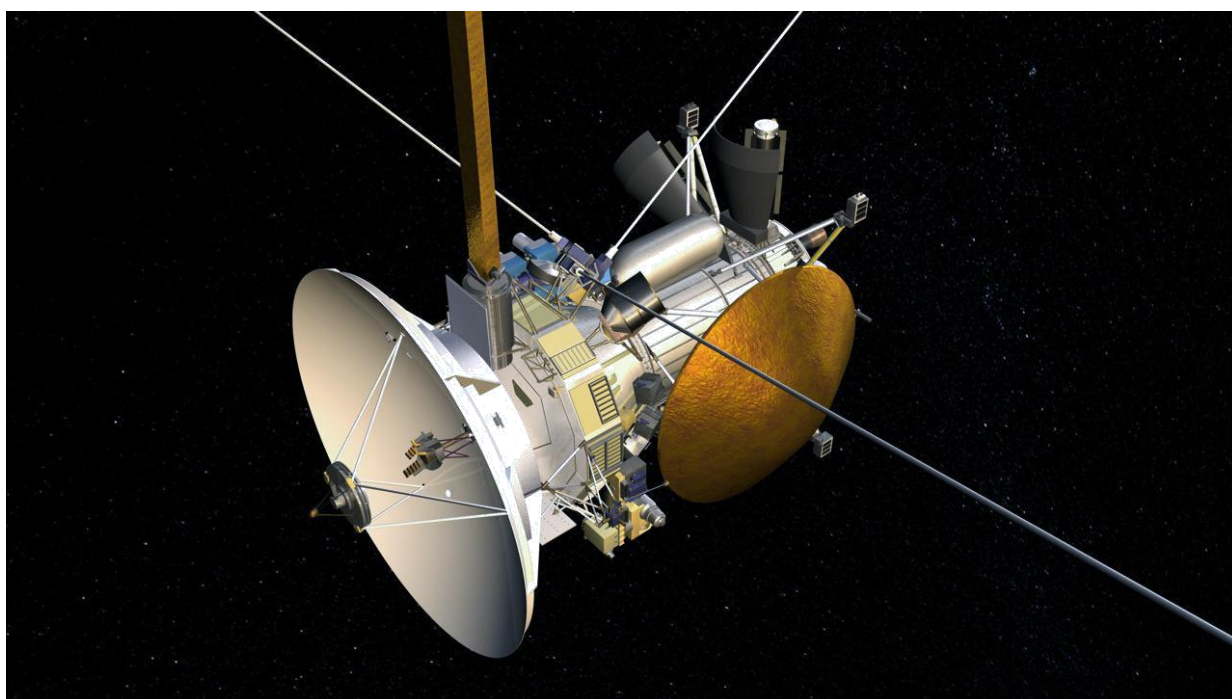


Рисунок 1.7 — Автоматизований апарат Кассіні

Сучасні тенденції розвитку технологій показують нам, що в найближчому майбутньому на нас чекатиме ще більший технічний прогрес, що полягає у збільшенні обчислювальної швидкості пристроїв, а також у більш масштабному впровадженні роботизованої техніки у суспільство, науку і дослідження.

У розділі розглянули концепцію робототехніки та сутність роботів, історію розвитку технологій. Описали тенденції розвитку поточного покоління роботів та його впливом на сучасні сфери діяльності суспільства.

## 2 СУЧАСНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

Для управління комплексом приладів, пристроїв, збору інформації з датчиків та її аналізу, прийняття подальших рішень існує система управління, що реалізує дані дії. Жоден робот не обходиться без «мозку». Також, як і в людини, у нього існує операційний центр, який задає його поведінку, такою є контролер – комплекс електротехнічних засобів, розташований на текстолітовій платформі, до яких входить процесор.

На сьогоднішній день існує безліч контролерів, кожен з яких має свої особливості та специфіку використання. Skorиставшись одним з них, можна реалізовувати цілі автоматизовані комплекси, які виконуватимуть поставлене завдання.

Старі контролери характеризувалися великими інтегральними мікросхемами. Сьогодні сучасні системи автоматичного управління можуть похвалитися малими розмірами та високою швидкістю обчислень.

Наведений на рисунку 2.1 контролер управління станком з ЧПК має суворо спрямоване призначення. Але є інші системи автоматичного управління, такі як: Raspberry PI, STM32, Arduino.



Рисунок 2.1 — Контролер верстата з ЧПК

Дані універсальні технічні рішення є унікальними представниками світу робототехніки та електронних конструкторів, адже завдяки ним можна приборкати основи створення роботів та автоматизованих систем, також є хорошими керуючими пристроями для різних розробок та проектів.

Існує ще безліч інших цікавих контролерів, але саме Raspberry PI, STM32 та Arduino потрапляють до списку потенційного керуючого контролера для майбутнього проекту. Розглянемо кожне рішення окремо, виділимо плюси та мінуси, обговоримо економічну доцільність та обґрунтуємо вибір.

## 2.1 Платформи Raspberry PI

Raspberry PI розробляється компанією Raspberry Pi Foundation і є не просто контролером, а цілим одноплатним комп'ютером розміром з банківську картку.

Технічні характеристики даного контролера мають врахувати, адже процесор заснований на архітектурі ARM, у якому засновані всі сучасні процесори персональних комп'ютерів. Головною особливістю є робота з величезною кількістю операційних систем. Швидкість процесора становить близько 700 МГц, що досить сильним показником для даного технічного рішення. Є багато входів і виходів різного роду, від відеосигналу через цифровий HDMI-інтерфейс до USB.

Через особливості процесора ARM існує можливість встановлення більшості сучасних операційних систем, таких як Windows 10 і Linux-подібних систем, згодом можна скористатися більшістю мов програмування та більшістю зручних для вас засобів розробки.

Завдяки своїй продуктивності цей комп'ютер часто використовується для розробки складних автоматизованих систем, в яких потрібна висока точність обчислень і швидкість обробки інформації. У більшості випадків Raspberry PI використовують у проектах, в яких потрібен комп'ютерний зір, та за допомогою пакету OpenCV можлива реалізація цього завдання.

Маючи величезну кількість переваг Raspberry PI, який представлений на рисунку 2.2 має один недолік — специфіка використання та висока ціна. На даний

момент існує безліч версій цього комп'ютера, від недорогих та повільних до досить швидких.



Рисунок 2.2 — Платформа Raspberry PI

Оскільки наша технологія не використовує комп'ютерний зір, весь потенціал даного рішення не розкритий, так що розглянемо наступного претендента — STM32.

## 2.2 Платформи STM32

STM32 ( див. рис. 2.3) є черговим популярним рішенням для проектування професійних автоматизованих систем, які можуть послужити в різних галузях. Дана платформа призначена для більш просунутих користувачів, оскільки потребує глибокого занурення у різні деталі процесу створення роботизованих систем.

В основі платформи STM32 лежить мікроконтролер STMicroelectronics на базі процесорів з архітектурою ARM, основною особливістю яких є висока обчислювальна швидкість, низьке енергоспоживання та невелика ціна.

Свій початок STM32 започаткувала в 2010 році. Спочатку компанією STMicroelectronics випускалося ще 4 моделі на архітектурі ARM, але за характеристиками вони сильно поступалися поточному поколінню контролерів.



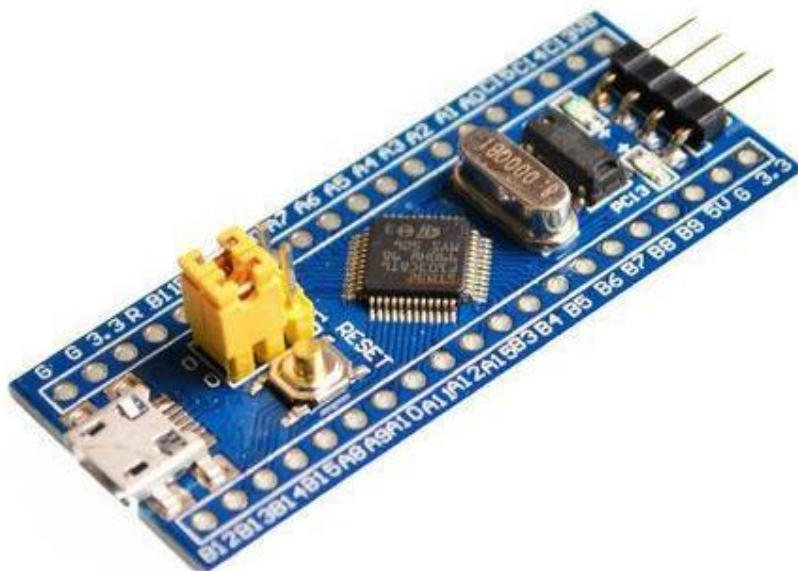


Рисунок 2.3 — Відлагоджувальна плата SMT32

Для написання своїх програмних рішень можна скористатися безкоштовним середовищем розробки, таким як AC6 System Workbench і Atollic TrueStudio (рис. 2.4) — сучасними IDE, в яких програма реалізується за допомогою написання коду мовою програмування C/C++.

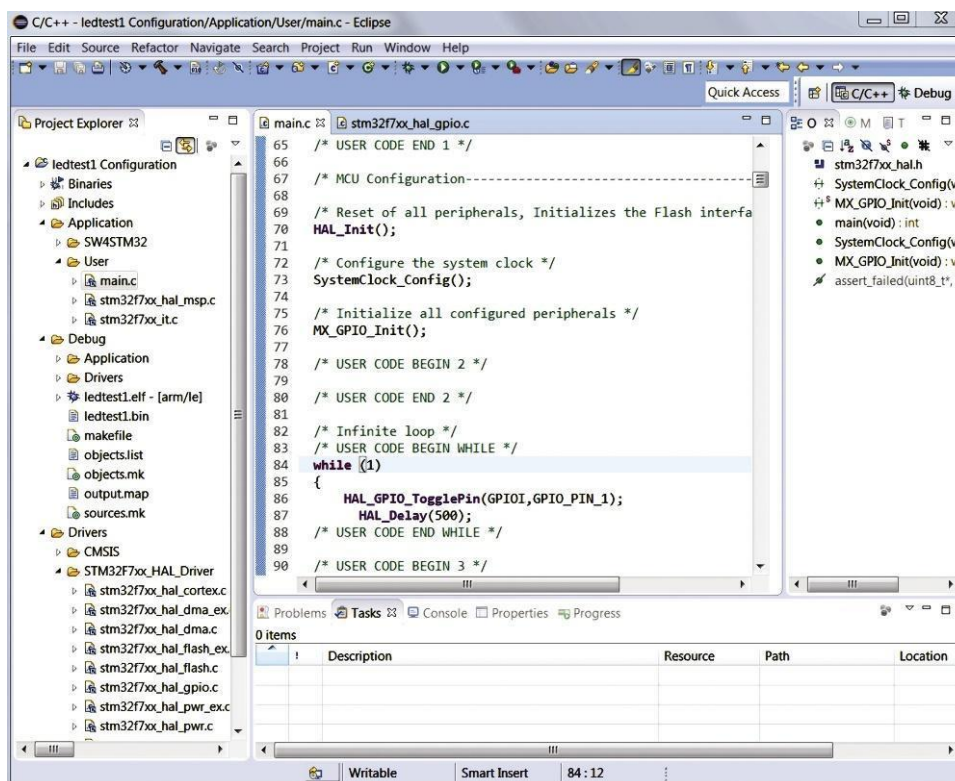


Рисунок 2.4 — Інтерфейс IDE AC6 System Workbench

Дані середовища розробки мають компілятори, які перекладають коди мовою C/C++ машинні інструкції для процесора на ARM архітектурі (див. рис. 2.5). Для «прошивки» контролера використовують спеціальний програматор (див. рис. 2.6), якого підключають комп'ютер через інтерфейс USB, і який, своєю чергою, підключений до самого контролера.

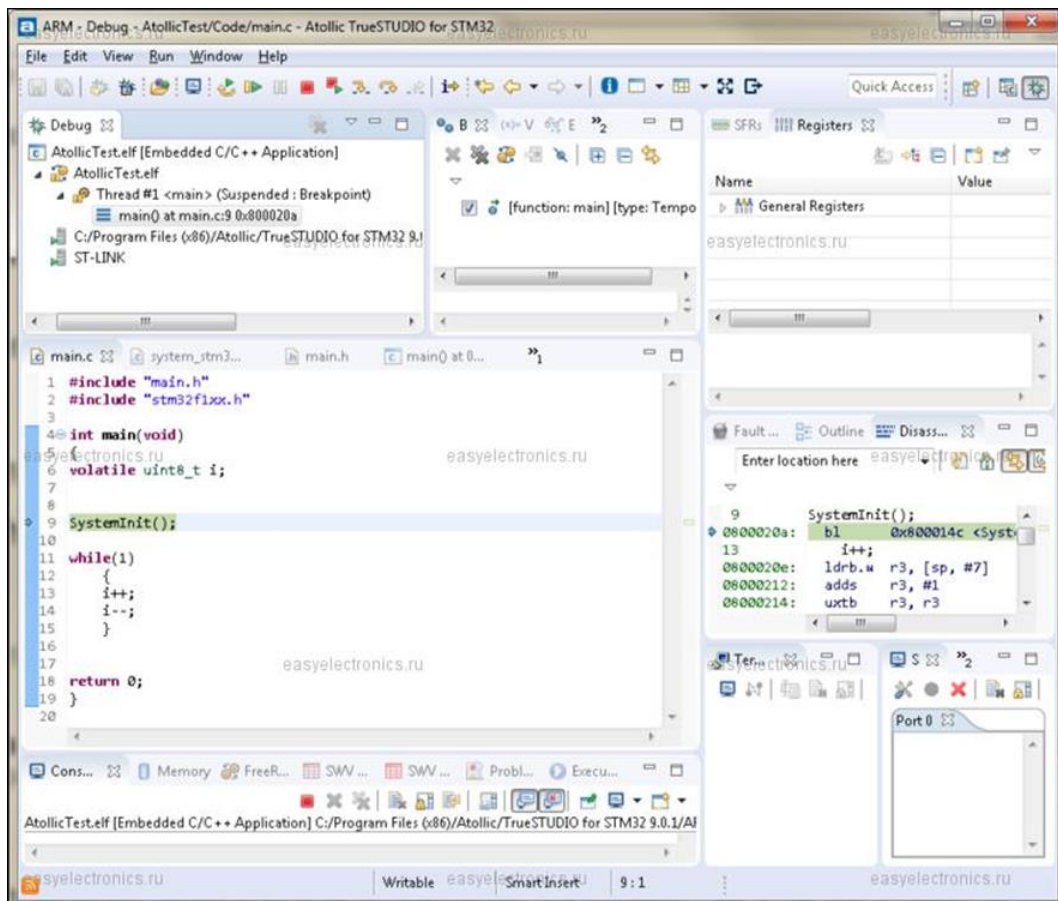


Рисунок 2.5 — Інтерфейс IDE Atollic TrueStudio



Рисунок 2.6 — USB програматор ST-LINK V2



Розглянемо основні переваги та недоліки. Основними перевагами платформи STM32 є:

- висока продуктивність (частота процесора до 36 МГц);
- низьке споживання електроенергії;
- низька вартість;
- широкий вибір роботизованих рішень, які можна реалізувати;
- великий вибір середовищ розробки;
- взаємозамінність деяких керуючих елементів плати.

Також перерахуємо основні мінуси цього рішення:

- вимоги до знань на початковому етапі, недружелюбність до новачків;
- мала кількість літератури для вивчення цієї платформи;
- мала кількість готових програмних рішень та бібліотек.

Виходячи з перерахованих вище переваг можна зробити висновок, що платформа STM32 є досить перспективним рішенням для створення своїх автоматизованих винаходів і має величезний потенціал, але глянувши на мінуси постає питання про доцільність даного вибору, тому розглянемо останній варіант — платформу Arduino.

### 2.3 Платформи Arduino

Arduino (рис. 2.7) є торговою маркою, яка надає апаратно-програмні рішення для реалізації найпростіших автоматизованих систем.

Також Arduino є простою платформою для початківців в області робототехніки, за допомогою якої можна відтворювати воістину вражаючі електронні винаходи, здатних взаємодіяти з навколишнім світом.

З кожним днем популярність даної платформи зростає, і не просто, адже кожному ентузіасту-початківцю необхідний старт, і саме дане рішення є хорошим вибором для любителів створювати свої винаходи.

Спектр можливостей для реалізації різних автоматизованих систем вражає, адже в арсеналі Arduino є безліч аналогових та цифрових датчиків, пристроїв введення/виведення, індикаторів та інших електронних компонентів.



Рисунок 2.7 — Платформа Arduino UNO

Використовуючи уяву та знання платформи Arduino можна реалізувати безліч різноманітних роботизованих проектів ( рис. 2.8).

Розглядаючи вище перелічені в продажу, варто згадати раніше обговорений STM32, адже практично ця платформа здатна відтворити такі самі автоматизовані системи. Апаратні відмінності полягають у різній архітектурі процесорів — STM32 використовує архітектуру ARM, у той час як Arduino віддає перевагу AVR.

За аналогією з STM32 для написання програмних рішень Arduino маємо своє середовище розробки Arduino IDE, яке в якості мови програмування також використовує C/C++. Недарма між C і C++ стоїть знак поділу, адже в даних середовищах є можливість використання відразу кількома особливостями даних мов, наприклад, ви можете скористатися об'єктно-орієнтованими можливостями мови C++ при написанні своєї програми, що управляє.

Розглянемо аргументи, які змусять нас вибрати як керуючу платформу нашого робота саме Arduino:

- доступна ціна;
- платформа доброзичлива до новачків;
- величезна кількість літератури;
- величезна кількість готових програмних рішень та бібліотек;
- достатня продуктивність більшості завдань;
- зручне середовище розробки Arduino IDE (рис. 2.9), що використовує для написання коду мову програмування C/C++.

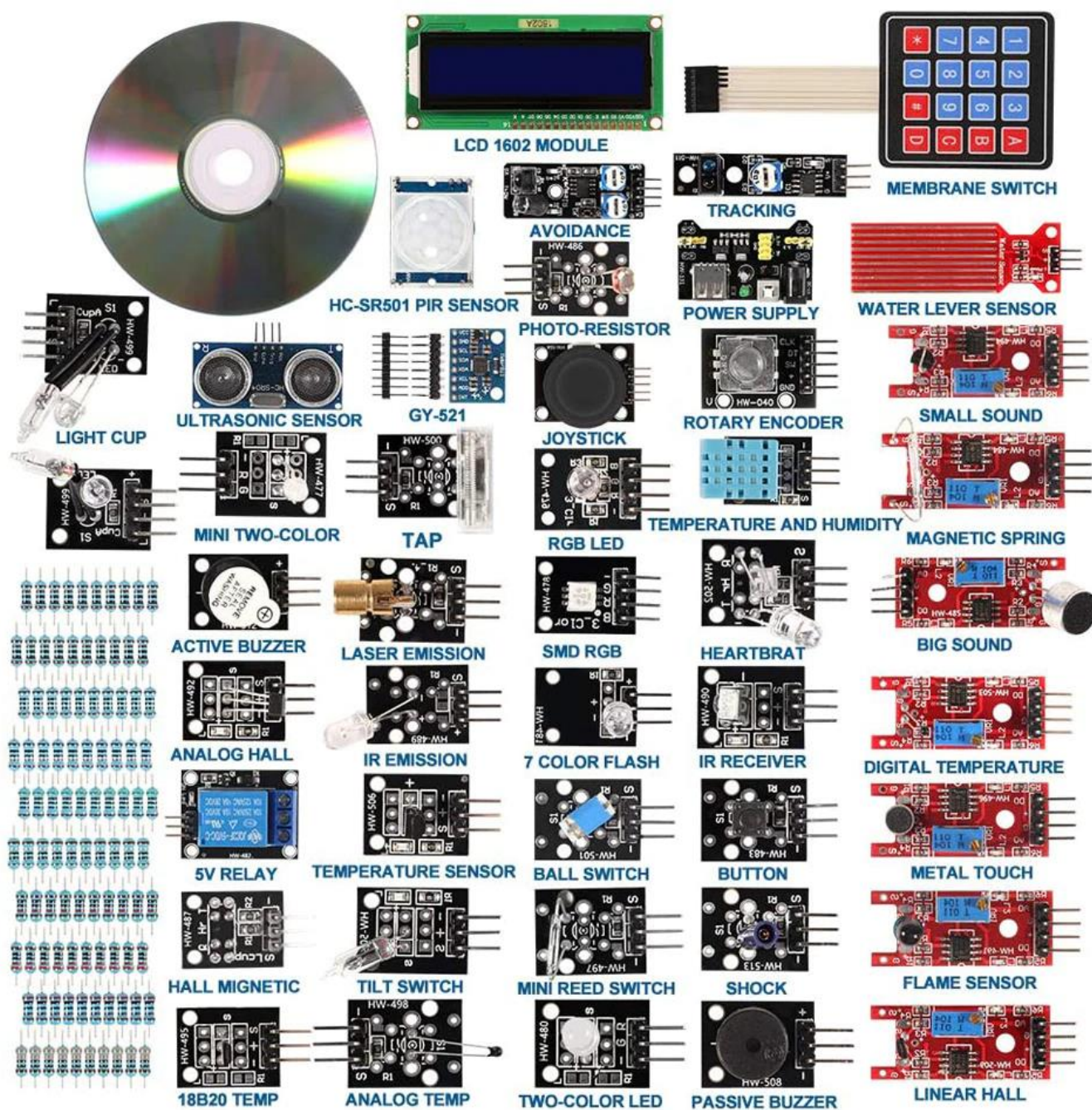


Рисунок 2.8 — Датчики для платформ Arduino

Таким чином були розглянуті такі платформи як Raspberry PI, STM32 та Arduino, виходячи з переваг та недоліків перевага впала на третє рішення.

У цьому розділі розглянули можливі варіанти керуючої платформи для нашої розробки, а саме Raspberry PI, STM32 і Arduino, і оцінивши переваги та недоліки даних технологій було прийнято рішення в користь третього.

Нам вдалося вибрати платформу, що управляє, в наступному розділі розглянемо необхідні матеріали та електронні компоненти для реалізації проекту.

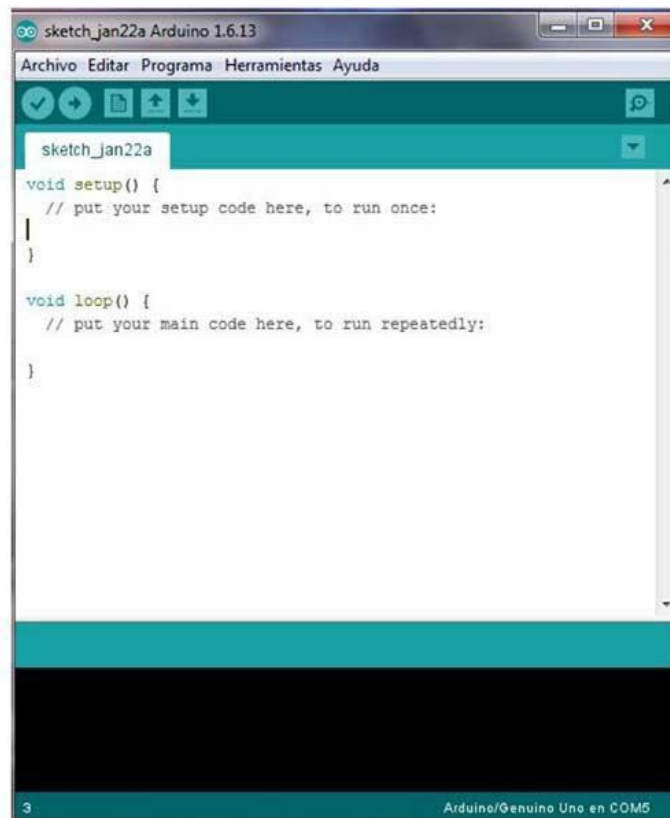


Рисунок 2.9 — Інтерфейс Arduino IDE

### 3 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМОЮ ПЛАТФОРМОЮ

В попередньому розділі як керуюча платформа була обрана плата Arduino, але для реалізації проекту цього буде недостатньо. Для приведення в рух нам знадобляться електродвигуни постійного струму по парі на кожну вісь і колеса. Для керування даними двигунами будемо використовувати спеціальний драйвер (рис. 3.1), так як для живлення двигунів 5В, які надають піни Arduino, недостатньо. Оскільки реалізуємо віддалене керування нам знадобиться модуль Bluetooth. Також наш робот повинен орієнтуватися в прямокутній системі координат, для розрахунку параметрів даної системи нам допоможе датчик швидкості, який відраховуватиме пройдену відстань. Для живлення системи скористаємося батереєю типу «Крона» з напругою 9 В.

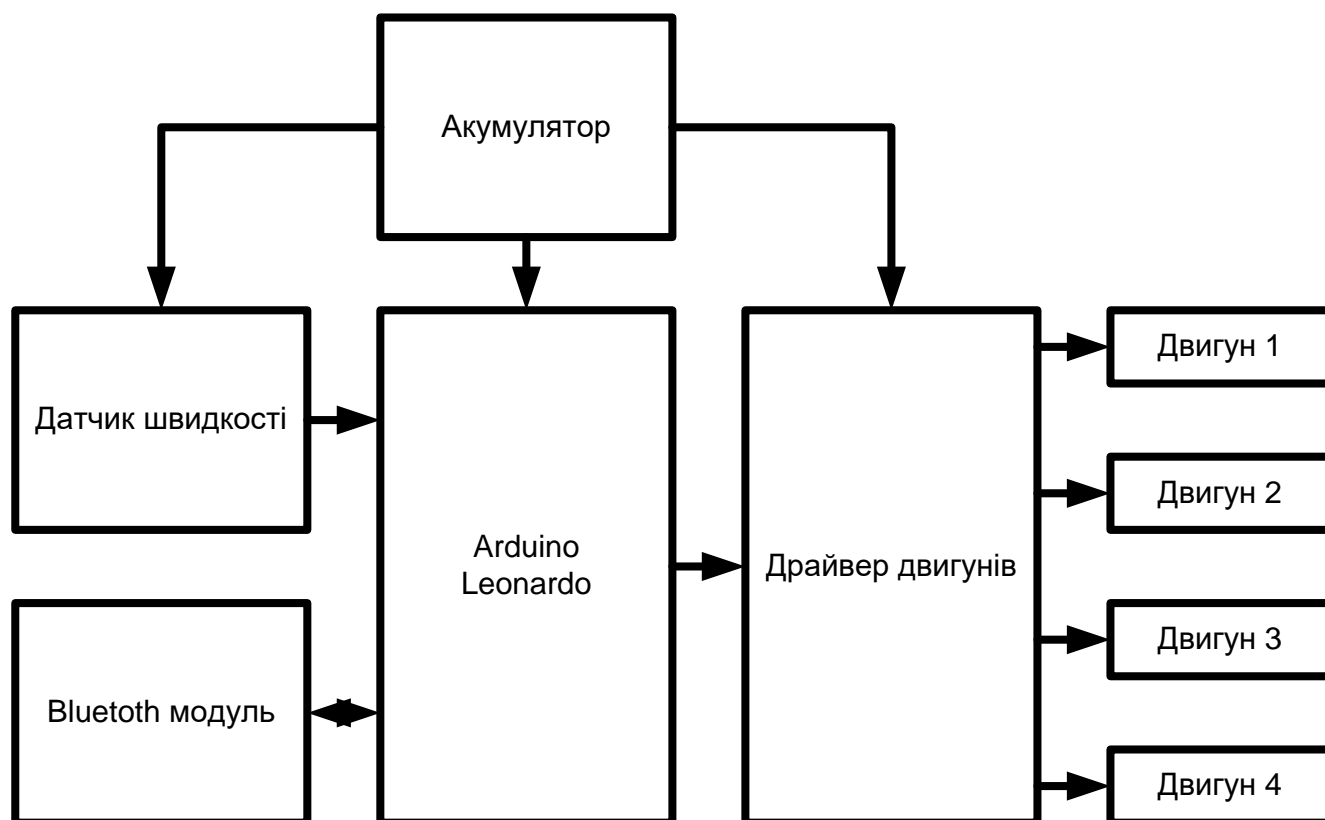


Рисунок 3.1 — Структурна схема автоматизованої системи

З необхідними електронними компонентами вдалося розібратися, тепер необхідно визначитись із платформою, де все це перебуватиме. Скористаємося



готовим рішенням у вигляді комплексу, до якого входять 4 двигуни постійного струму з колесами та 2 платформи ( рис. 3.2).



Рисунок 3.2 — Шасі колісного робота

### 3.1 Вибір деталей та матеріалів

В склад сімейства Arduino входить величезна кількість моделей даної платформи, кожна з яких має свої особливості та недоліки, ми виберемо Arduino Leonardo (рис. 3.3), так як вона має невеликі габарити та необхідний набір функцій.

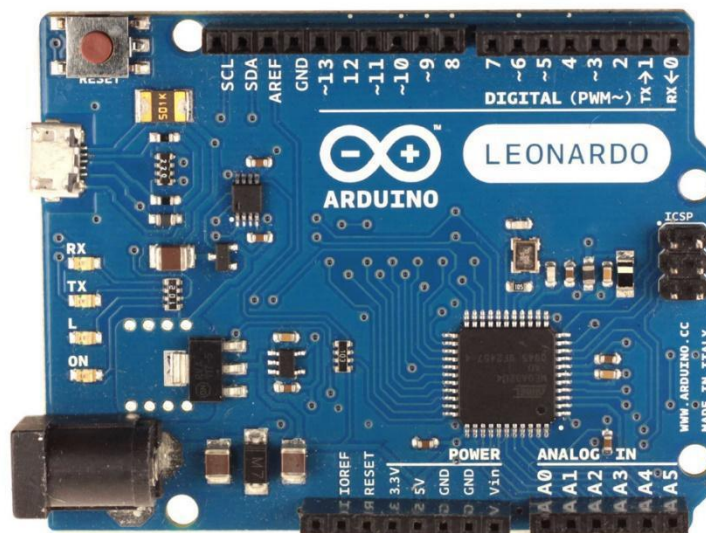


Рисунок 3.3 — Платформа Arduino Leonardo

Розглянемо технічні особливості цієї платформи. Leonardo має у своєму арсеналі 16 МГц ATmega32u4 процесор, вхід для живлення від 7 В до 12 В та



регулятор напруги 5 В. На відміну від STM32 Arduino має вбудований програматор з інтерфейсом USB для прошивки, а також живлення плати від комп'ютера. Є 14 цифрових пінів, 7 з яких підтримують ШІМ-сигнал у вигляді 8-бітного числа, логічною одиницею є 5 В, нулем – 0 В, а максимальний струм виведення становить 40 мА, а також 6 аналогових пінів, що надають сигнал у вигляді 10-бітного числа.

Існують світлові індикатори у вигляді світлодіодів (RX, TX, L, ON), що сигналізують наявність сигналу на одному з даних каналів. Розглянемо наочне розташування елементів плати на рисунку 3.4.

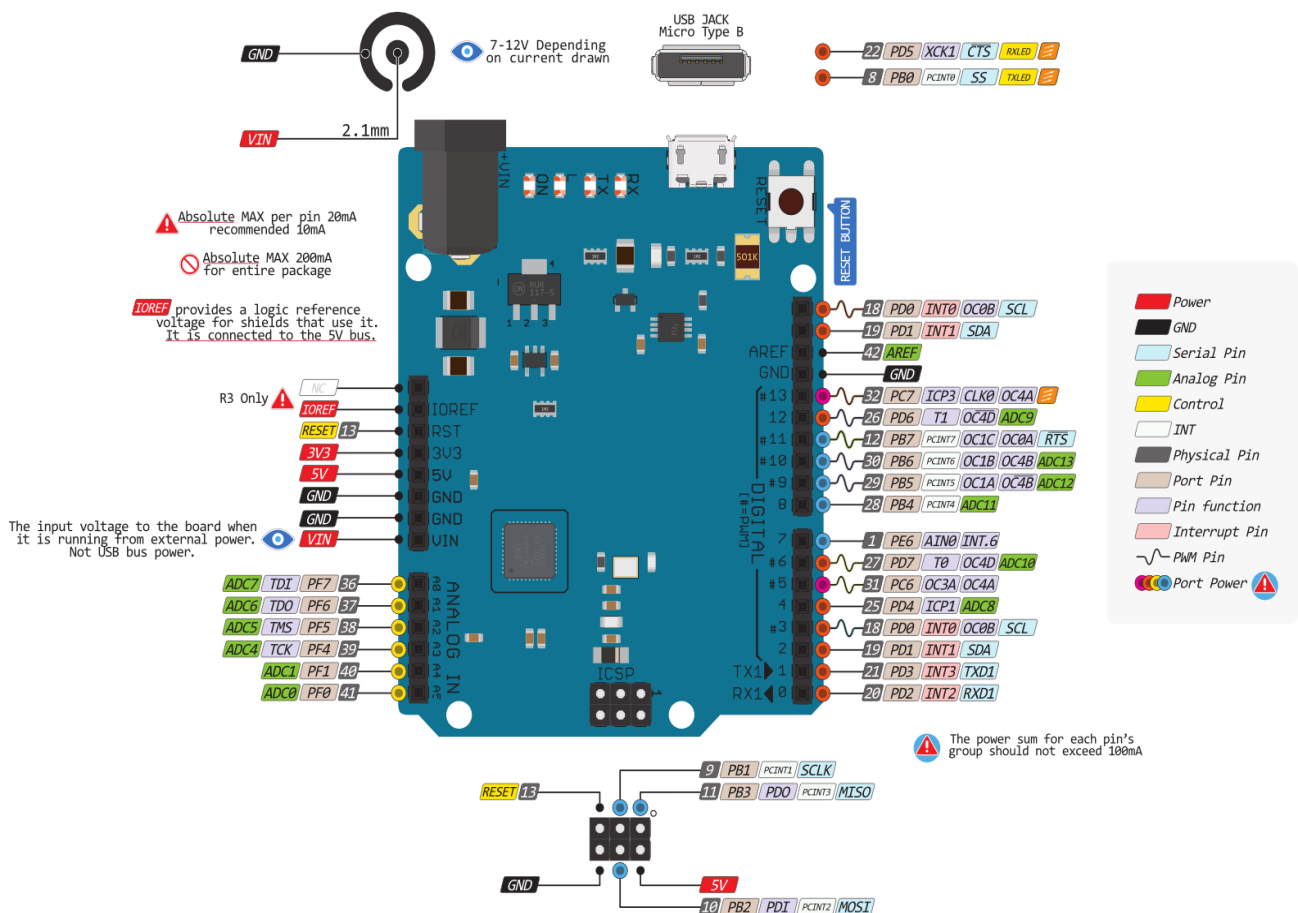


Рисунок 3.4 — Призначення виводів платформи

Як драйвер двигунів постійного струму скористаємося модулем L298N H-bridge (рис. 3.5).

Особливістю даного модуля є H-мост, головна функція якого змінювати полярність на навантаженні, таким чином подаючи цифрові сигнали на піни In1, In2,

In3, In4 можна змінювати напрям руху двигунів, а впливаючи на входи EnA і EnB за допомогою ШІМ-сигналу реалізується регулювання швидкості обертання двигунів.

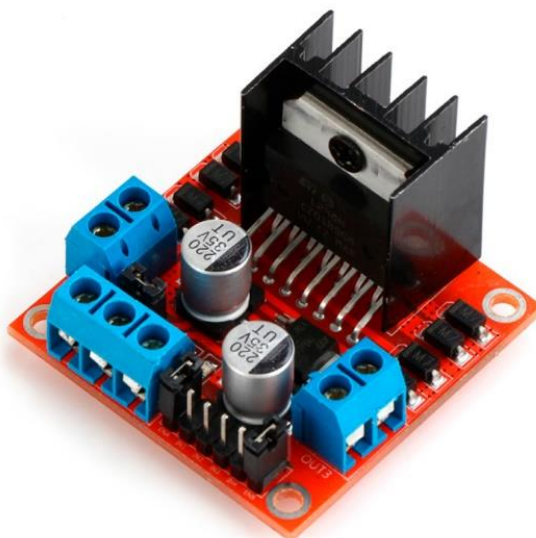


Рисунок 3.5 — Драйвер двигунів L298N

Розглянемо технічні характеристики:

- живлення двигунів до 35 В;
- робочий струм двигунів 2 А;
- вага 33 г.

Розглянемо елементи, розташовані на даному модулі на рисунку 3.6.

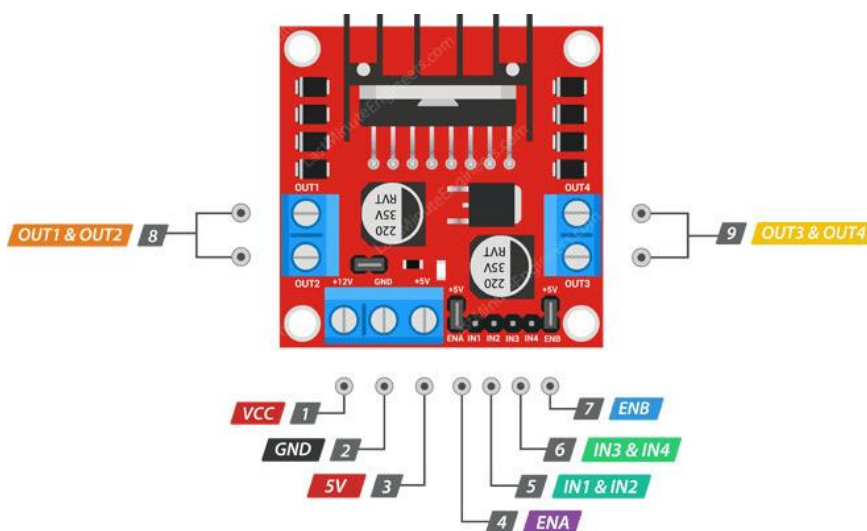


Рисунок 3.6 — Призначення виводів драйвера L298N

Для реалізації віддаленого керування скористаємося Bluetooth модулем HC-06 (рис. 3.7).

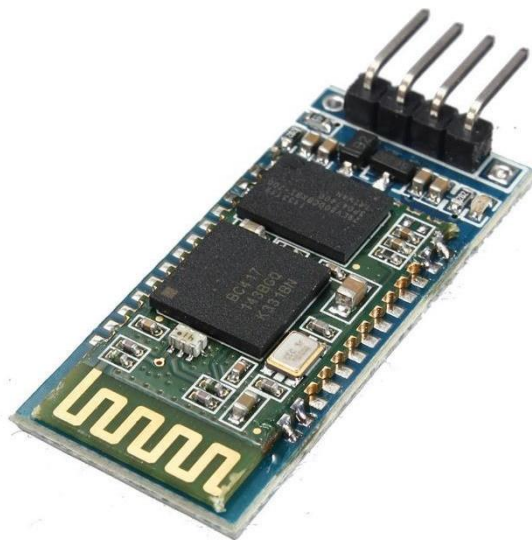


Рисунок 3.7 — Bluetooth модуль HC-06

Цей модуль служить для бездротового керування системою автоматичного керування. Підключається до Arduino Leonardo послідовним портом RX/TX. Розглянемо основні технічні характеристики:

- вхідна напруга становить 5В;
- вихідна напруга логічної одиниці 3,3;
- струм споживання 50 мА;
- дальність зв'язку 30 м-кodu.

Джерелом живлення буде батарея типу «Крона» з напругою 9В (рис. 3.8).

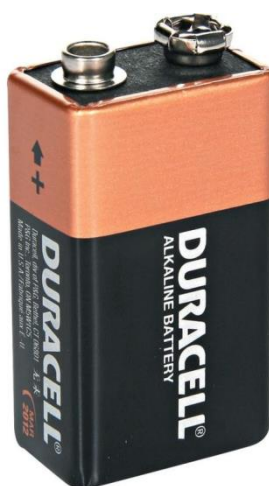


Рисунок 3.8 — Батарея типу «Крона»

Для розрахунку, пройденого роботом шляху, скористаємося датчиком швидкості, що складається з диска енкодера (рис. 3.9) і плати з оптичною парою (рис. 3.10).



Рисунок 3.9 — Диск енкодера

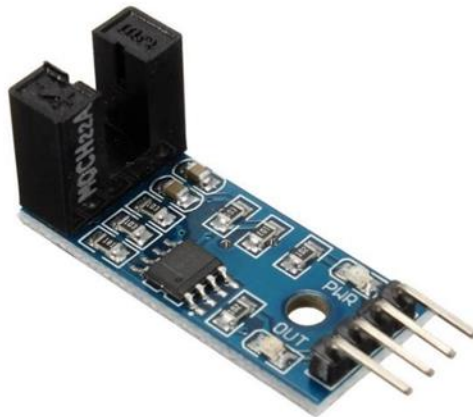


Рисунок 3.10 — Датчик швидкості V83609

Як видно скористаємося диском енкодера з 20 отворами. У комплексі даний пристрій є датчиком швидкості, диск енкодера якого приєднується до осі двигуна і відповідно отримує від нього обертання. Під час обертання диска працює оптична пара у вигляді випромінюючого інфрачервоне світло діода і приймаючого фототранзистора. Даний датчик надсилає цифровий сигнал у вигляді логічної одиниці при проходженні світла через отвір енкодера. Таким чином, можлива

реалізація алгоритму підрахунку пройденого шляху, розрахувавши відношення кількості імпульсів до довжини кола колеса робота.

Для роздачі живлення також скористаємося макетною платою (рис. 3.11), до якої припаємо 3 штекери (рис. 3.12).

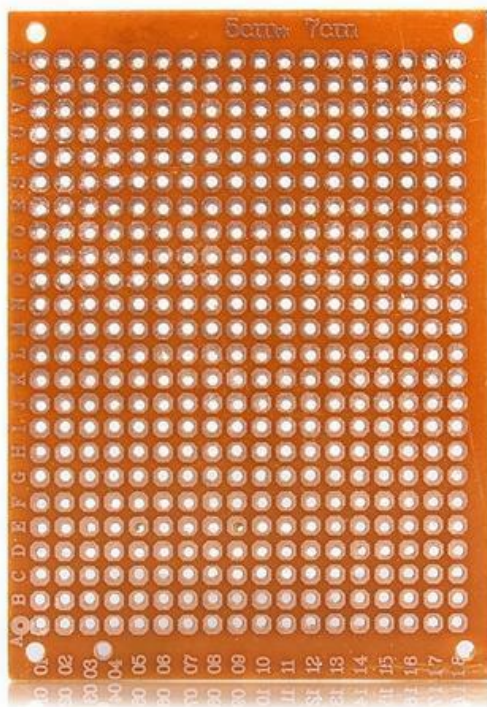


Рисунок 3.11 — Макетна плата



Рисунок 3.12 – Роз'єм живлення

Завдяки даній макетній платі та штекерам вдасться розпаралелити живлення від акумуляторної батареї на драйвер та контролер Arduino.

Отже, обрали необхідні компоненти та матеріали, які потрібні для реалізації проекту.



### 3.2 Розробка алгоритмів роботи

Визначившись із набором необхідних компонентів, належить виконати таке завдання: описати алгоритм роботи, написати керуючу програму, зібрати, скомпонувати та з'єднати всі елементи в єдину систему та завантажити керуючу програму в контролер.

Автоматизована система управління, керована дистанційно та орієнтована у прямокутній системі координат, тому опишемо кілька алгоритмів, які будуть реалізовувати такі операції:

- загальний вигляд алгоритму роботи;
- робота модуля Bluetooth;
- робота датчика швидкості;
- обробка сигналів;
- керування рухом робота.

Ідея реалізації переміщення робота в системі прямокутних координат така: користувач пристрою, підключеного до роботи через Bluetooth, надсилає два числа: перше – координата X, друге – Y, даний сигнал обробляється і за допомогою тригонометричних формул перекладається в полярні координати: D — відстань та  $\varphi$  — кут повороту. Знаючи відношення кількості імпульсів датчика швидкості до пройденної відстані та куту повороту робота, можна порахувати необхідну кількість сигналів для повороту та подолання дистанції, див. (3.1), (3.2).

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{\Delta x}{\Delta y}. \quad (3.1)$$

$$D = \frac{\Delta x}{\sin(\varphi)}. \quad (3.2)$$

Опишемо загальний алгоритм роботи системи, а також алгоритми роботи його модулів:

- увімкнення робота;
- позиціонування себе у точці  $0; 0$  прямокутної системи координат;
- очікування сигналу з модуля Bluetooth;
- сигнал отримано;
- переведення прямокутних координат у полярні координати (зворотне геодезичне завдання);
- визначення кількості імпульсів для повороту та переміщення;
- поворот робота на  $\varphi$  градусів;
- рух робота на відстань  $D$  у сантиметрах;
- зупинка;
- додавання  $\Delta x$  і  $\Delta y$  до початкових нульових координат, запам'ятовування поточної позиції;
- виведення значень координат  $x$  та  $y$ ;
- очікування сигналу з модуля Bluetooth.

Зобразимо цей алгоритм як блок-схема на рисунку В.1.

Розглянемо кожну операцію окремо. Опишемо алгоритм роботи функції з виконання зворотного геодезичного завдання:

- отримання значень параметрів  $x$  та  $y$ ;
- перевірка на окремий випадок;
- визначення чверті прямокутної системи координат;
- розрахунок кута повороту  $\varphi$ ;
- розрахунок дальності  $D$ ;
- повернення значень параметрів  $\varphi$  та  $D$ .

Розглянемо блок-схему зворотного геодезичного завдання при окремому випадку для даного алгоритму за окремого випадку на рисунку 3.13.

Опишемо алгоритм роботи функції визначення необхідної кількості імпульсів для повороту машини і руху вперед. Для цього нам необхідно вибрати діаметр колеса, наприклад, він дорівнює 65 см.



Розглянемо блок-схему алгоритму зворотної геодезичної задачі у звичайному випадку на рисунку 3.14.

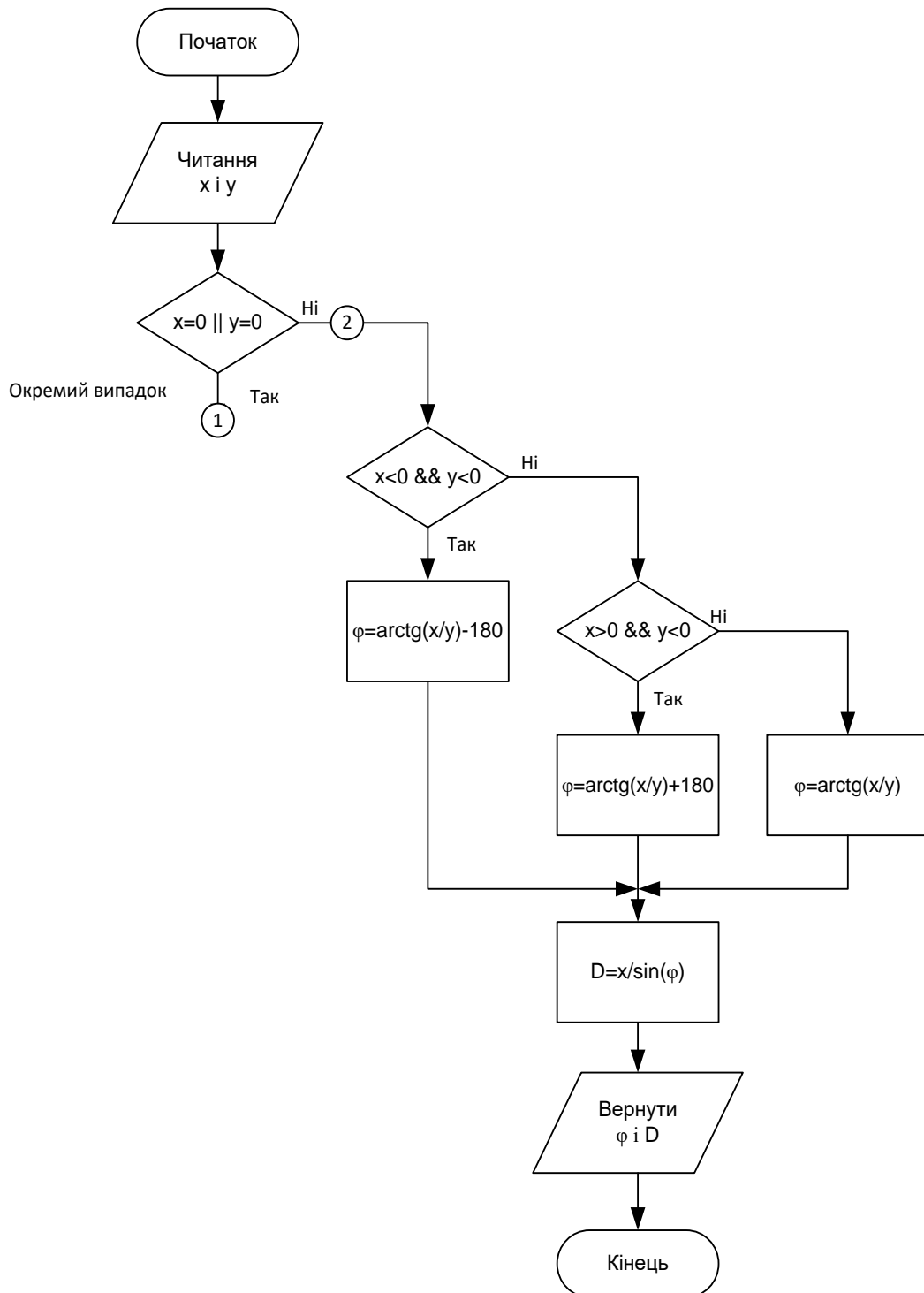


Рисунок 3.14 — Блок-схема алгоритму зворотного геодезичного завдання

За формулою (3.3) знайдемо довжину кола колеса.

$$L = \pi \cdot D. \quad (3.3)$$

Довжина кола колеса дорівнює 20,4 см. Далі за формулою (3.4) знайдемо відстань, що проходить система за 1 імпульс датчика швидкості.

$$L_{имп} = \frac{L}{N_{имп}}. \quad (3.4)$$

Усього отворів у диску енкодера  $N_{имп} = 20$ , отже, пройдена відстань за 1 імпульс  $L_{имп} = 1,02$  см. Неважко підрахувати, що поворот на  $360^\circ$  система виконує за 523 імпульси, за формулою (3.5) розрахуємо кут повороту за 1 імпульс.

$$\varphi_{имп} = \frac{\varphi}{N_{имп}}. \quad (3.5)$$

За один імпульс робот повертається на  $0,6^\circ$ . Таким чином, виходячи з розрахованих даних, знайдемо необхідну кількість імпульсів для досягнення роботом точки із заданими нами координатами.

Щоб при відомих значеннях параметрів кута  $\varphi$  і дальності  $D$  визначити кількість імпульсів, звернемося до наступних формул (3.6), (3.7).

$$I_{\varphi} = \frac{\varphi}{0,6}. \quad (3.6)$$

$$I_D = \frac{D}{1,02}. \quad (3.7)$$

Алгоритм цієї операції виглядатиме так:

- отримання значень параметрів  $\varphi$  та  $D$ ;
- розрахунок кількості імпульсів для повороту за формулою (3.6);
- розрахунок кількості імпульсів для руху вперед за формулою (3.7);
- повернення значень параметрів  $I_{\varphi}$  (ImpF) та  $I_D$  (ImpD);

Розглянемо блок-схему даного алгоритму розрахунку кількості імпульсів, який представлено на рисунку 3.15.



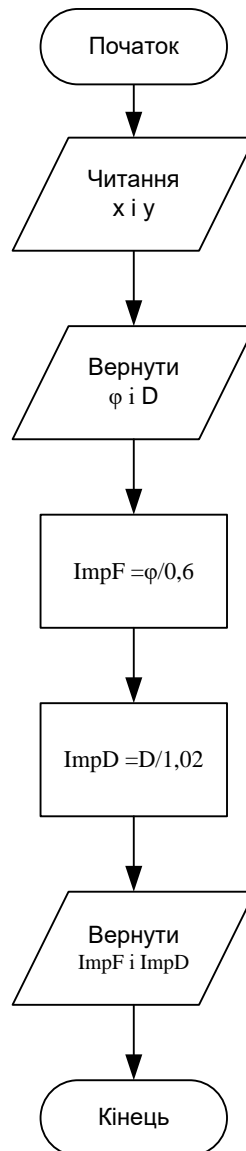


Рисунок 3.15 — Блок-схема алгоритму розрахунку кількості імпульсів

Після визначення кількості імпульсів необхідного для правильного переміщення системи в намічену нами точку насамперед її необхідно повернути на розрахований кут. Розглянемо алгоритм роботи цієї функції:

- отримання значень параметра  $ImpF$ ;
- перевірка знаку параметра  $ImpF$ ;
- поворот робота;
- зупинка.

Значення змінної  $ImpF$  при певних початкових параметрах  $x$  і  $y$  може бути негативним або позитивним, знак визначить сторону, в яку повертатиме система.

Розглянемо блок-схему алгоритму цієї функції малюнку 3.16.

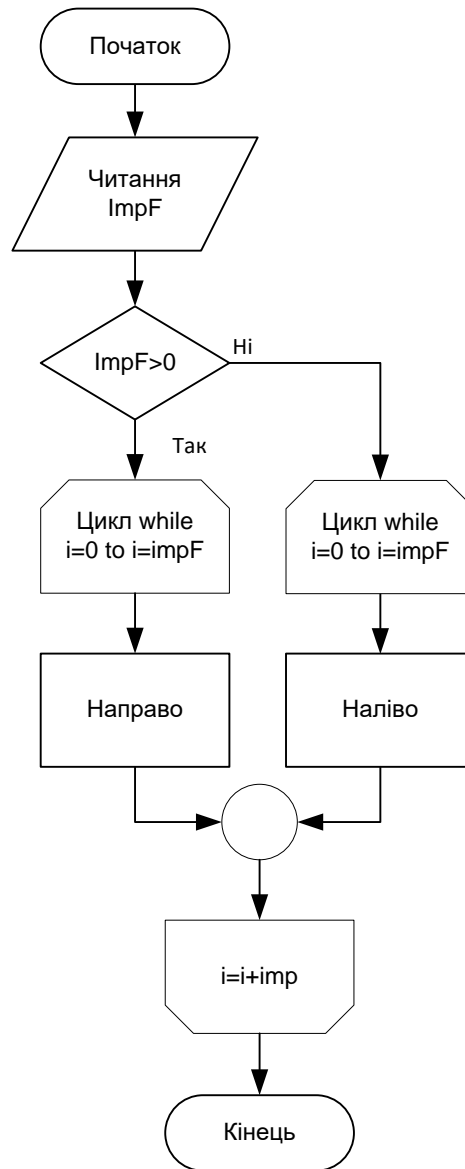


Рисунок 3.16 — Блок-схема алгоритму функції повороту системи

Після повороту система поїде на розраховану кількість імпульсів датчика швидкості. Розглянемо алгоритм роботи цієї функції:

- одержання значення ImpD;
- рух вперед;
- зупинка.

Опишемо цей алгоритм руху вперед блок-схемою, яка показана на рисунку 3.17.

Таким чином описали та зобразили у вигляді блок-схем основні алгоритми функцій, що візьмуть участь у роботі нашої автоматизованої системи. У наступному

пункті буде розглянуто код, написаний мовою C/C++ в середовищі розробки Arduino IDE.

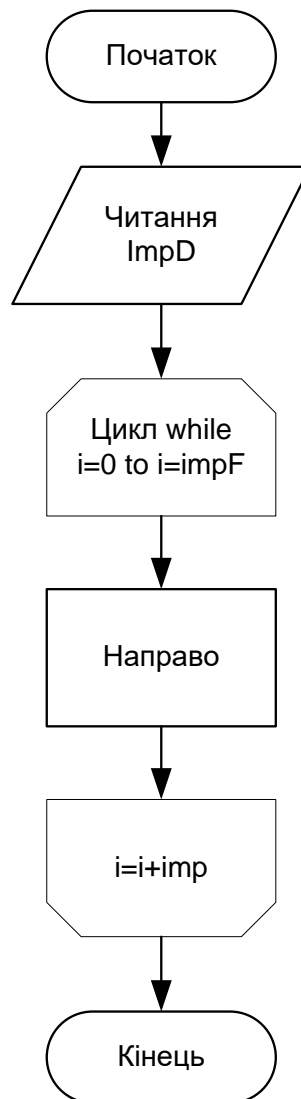


Рисунок 3.17 — Блок-схема алгоритму руху вперед

### 3.3 Написання керуючої програми

Для написання програми скористаємося середовищем розробки Arduino IDE (див. лістинг 1).

Лістинг 1 – код керуючої програми

```
// Підключення бібліотеки математичних функцій
#include "math.h"
// Блок змінних
```

```
#define engB 3
#define in1 8
#define in2 7
#define in3 6
#define in4 5
#define engA 9
#define enc_imp 13
int X;
int Y;
int X0 = 0;
int Y0 = 0;
double F = 0;
double D = 0;
int impF = 0;
int impD = 0;
boolean flag = HIGH;
// Блок функцій та методів
// Основний метод роботи системи
void doWork()
{
definePollar();
impCounter();
turn();
forward();
}
// Переклад із градусів у радіани
double rad(double deg) {
double rad;
rad = deg*PI/180;
return rad;
```

```

}
// Програмна реалізація блок-схем рисунків 3.14, 3.15
void definePollar() {
if (X == 0 || Y == 0) { // Окремий випадок
if (X == 0 && Y == 0) {
F = 0;
D = 0;
} else if (X == 0) { if (Y > 0) {
F = 0; D = Y; } else {
F = 180;
D = abs(Y);
}
} else if (X > 0) { F = 90;
D = X; } else {
F = -90;
D = abs(X);
}
} else if (X < 0 && Y < 0) {
// Стандартний випадок  $F = (180 * \text{atan}(X / Y)) / \text{PI} - 180$ ;
D = X/sin(rad(F));
} else if (X > 0 && Y < 0) {
F = (180 * atan (X / Y)) / PI + 180; D = X/sin(rad(F));
} else {
F = (180 * atan(X / Y)) / PI; D = X/sin(rad(F));
}
F = F - F0;
F0 = F + F0;
}
// Програмна реалізація блок-схеми 3.16
void impCounter() {

```



```

impF = F/0.6; impD = D/1.02;
//    Програмна реалізація блок-схеми 3.17
void turn() {
if (impF > 0) {    //    Поворот праворуч
for (int i = 0; i = ! impF; i = i + digitalRead(enc_imp)) {
digitalWrite(in4, HIGH);
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in2, LOW);
digitalWrite(in1, HIGH);
}
} else {    //    Поворот вліво
for (int i = 0; i = ! abs(impF); i = i + digitalRead(enc_imp)) {
digitalWrite(in4, LOW);
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in2, HIGH);
digitalWrite(in1, LOW);
}
}
stopEng();
}
//    Програмна реалізація блок-схеми 3.18
void forward() {    // Вперед
for (int i = 0; i = ! impD; i = i +
digitalRead(enc_imp)) {
digitalWrite(in4, LOW);
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW);
digitalWrite(in1, HIGH);
}
stopEng();
}

```

```

}
//    Подача живлення на двигуни
void enEng() {
digitalWrite(engA, HIGH); digitalWrite(engB, HIGH);
}
//    Блокування двигунів
void stopEng() {
digitalWrite(in4, HIGH);
digitalWrite(in3, HIGH);
digitalWrite(in2, HIGH);
digitalWrite(in1, HIGH);
}
//    Попередні налаштування
void setup() {
  Serial1.begin (9600); pinMode (engB, OUTPUT); pinMode (in1, OUTPUT);
pinMode (in2, OUTPUT); pinMode (in3, OUTPUT); pinMode (in4, OUTPUT); pinMode
(engA, OUTPUT); pinMode (enc_imp, INPUT); enEng();
}
//    Тіло нескінченного циклу
void loop() {
if (flag == HIGH) {
Serial1.println("X = " || X0, "Y = " || Y0); flag = LOW;
}
if (Serial1.available() > 0 ) { // Перевірка на наявність сигналу
X = Serial1.read() - X0; // Присвоєння змінної X значення сигналу
delay(100);
while (Serial1.available() == 0) { // Очікування наступного сигналу
delay(100);
}
Y = Serial1.read() - Y0; // Присвоєння змінної значення Y слід. сигналу

```

```

flag = HIGH;
doWork(); // Виконання основної функції
X0 = X0 + X; // Зміна фактичних координт
Y0 = Y0 + Y;
}
delay(100);
}

```

Ось і вдалося написати програму засобами Arduino IDE. У наступному пункті буде розглянуто процес компонування модулів робота та схема підключення досліджуваної системи.

### 3.4 Компоновка модулів системи

Представимо таблицю з'єднань модулів системи, а також зобразимо загальну схему підключення всіх компонентів розробки.

Розроблену засобами САПР Catia v5 модель очікуваного виду автоматизованої системи управління рухомою платформою наведено в додатку.

Розглянемо таблицю 3.1— таблицю 3.3 з'єднань всіх модулів системи.

Таблиця 3.1 — З'єднання Arduino та L298N

Ім'я модуля	Співвідношення пінів					
Arduino	3	5	6	7	8	9
L298N	enB	in4	in3	in2	in1	enA

Таблиця 3.2 — З'єднання Arduino та HC-06

Ім'я модуля	Співвідношення пінів			
Arduino	RX	TX	5v	Gnd
HC-06	TX	RX	Vcc	Gnd

Таблиця 3.3 — З'єднання Arduino та датчика швидкості B83609

Ім'я модуля	Співвідношення пінів		
Arduino	13	5v	Gnd
B83609	Out	Vcc	Gnd

Розглянемо схему підключення модулів рисунку 3.18.

Також розглянемо наочну схему підключення з іншими компонентами, зображену з допомогою програми Fritzing рисунок 3.19 .

Останнім етапом розробки є завантаження програмного забезпечення в контролер Arduino Leonardo.

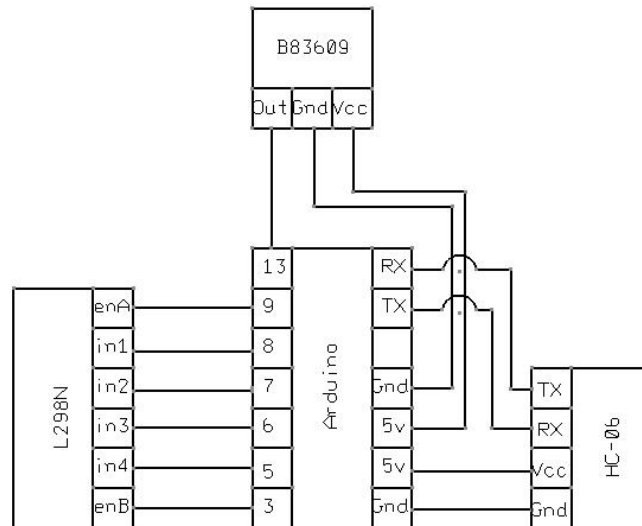


Рисунок 3.18 — Загальна схема підключення

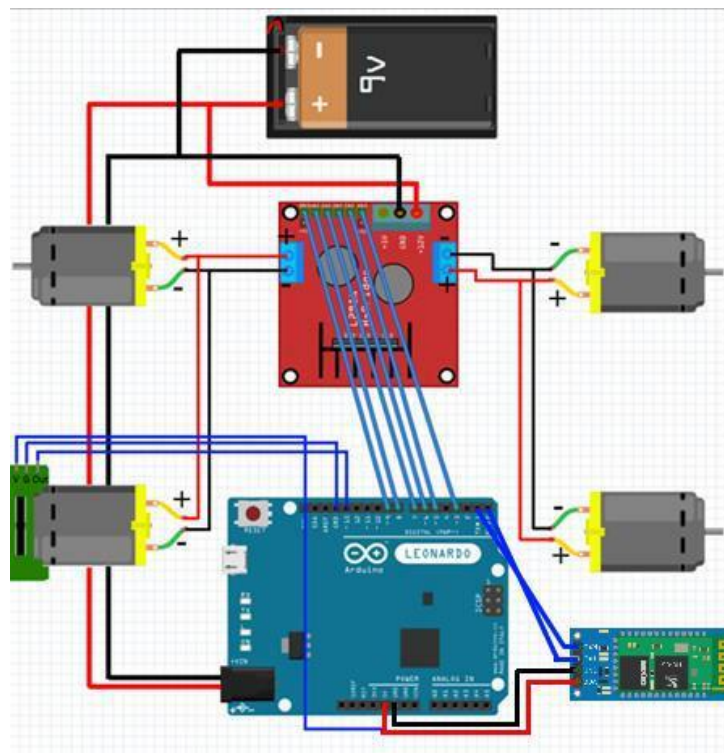


Рисунок 3.19 — Схема підключення в середовищі Fritzing

## ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврського дипломної роботи було вивчено основну концепцію робототехніки та її розвиток і його вплив на сучасний світ і на найближче майбутнє.

У бакалаврській роботі було розроблено автоматизовану систему управління рухомою платформою.

В результаті виконаної роботи було вирішено такі задачі:

- здійснено огляд існуючих автоматизованих та роботизованих систем управління рухомими платформами;
- здійснено огляд мікропроцесорних платформ;
- досліджено роботу модуля Bluetooth;
- досліджено роботу датчика швидкості;
- стабілізовано систему обробки сигналів;
- розроблено автоматизовану систему управління рухомою платформою.



## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Тепловидение для инженеров: учебное пособие. Вавилов В.П.; Издательство Томского политехнического университета, — г. Томск: 2012г. — 129 с.
2. Инфракрасная термография и тепловой контроль (издание: 2-е). Вавилов В.П.; Издательский дом «Спектр» – г. Москва: 2013г. – 544 с.
3. Современные датчики: справочник. Дж. Фрайден; Книжное издательство «Техносфера» - г. Москва: 2005г. – 592 с.
4. Инфракрасная техника и электронная оптика (издание: 3-е). Пономаренко В.П., Филачев А.М.; Издательство «Физматкнига» - г. Москва: 2013г. – 384 с.
5. Интернет вещей с ESP8266. Марко Шварц; Издательство «BNV-Peterburg» - г. Санкт-Петербург: 2018г. – 192 с.
6. Искусство схемотехники (издание 7-е). Хоровиц Пауль, Хилл Уинфилд; Издательство «Бином» - г. Москва: 2016г. – 704 с.
7. Что нужно знать цифровому разработчику об аналоговой электронике. Бонни Бэйкер; Издательство «Додека-XXI» - г. Москва: 2010г. – 360 с.
8. Справочник по основам инфракрасной техники. Крискунов Л.З.; Издательство «Советское радио» - г. Москва: 1978г. – 400 с.
9. Датчики в современных измерениях. Котюк А.Ф.; Издательство «Горячая линия-Телеком» - г. Москва: 2006г. – 96 с.
10. Интернет вещей. Будущее уже здесь. Грингард Сэмюэл; Издательство «Альпина Паблицер» - г. Москва: 2019г. – 188 с.
11. Тепловизор: кому полезен и где применяется [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pergam.ru/articles/teplovizor.htm> - Дата доступа: 01.05.2022.
12. Раскрываем тайны бесконтактных датчиков температуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://barnaul.terraelectronica.ru/news/5502> - Дата доступа: 02.05.2022.

13. NUCLEO-L053R8 [Електронний ресурс] Режим доступу:  
<https://www.st.com/en/evaluation-tools/nucleo-l053r8.html#overview> – Загл. з екрану.

14. Teensy++ 2.0 [Електронний ресурс]. Режим доступу:  
<https://radioprogram.ru/shop/merch /14> - Загл. з екрану.

15. NodeMcu v3 [Електронний ресурс]. Режим доступу:  
<https://arduinomaster.ru/platy-arduino/esp8266-nodemcu-v3-lua/> - Загл. з екрану.

16. TFT01-22SP [Електронний ресурс]. Режим доступу:  
<http://wiki.amperka.ru/продукти:tft-lcd-240x320> - Загл. з екрану.

17. 3641BS [Електронний ресурс]. Режим доступу:  
[http://codius.ru/articles/Arduino\\_UNO\\_4розрядний\\_7сегментний\\_індикатор\\_12\\_pin\\_3641BS\\_red](http://codius.ru/articles/Arduino_UNO_4розрядний_7сегментний_індикатор_12_pin_3641BS_red) - Загл. з екрану.

18. SDSHield Arduino[Електронний ресурс].Режимд оступу:  
<http://freeduino.ru/arduino/SD-shield.html> - Загл. з екрану.

19. Автоматизована система управління рухомою платформою. Савицька Л. А., І. С. Колесник, В. В. Ярцун. Електронні наукові видання, LI Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії. – 2022. – 3 с.

## ДОДАТОК А

Міністерство освіти та науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ ВНТУ

д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_ О. Д. Азаров

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської дипломної роботи  
«Автоматизована система управління рухомою платформою»

08-23.БДП.019.00.000 ТЗ

Науковий керівник к.т.н., доц. каф. ОТ

\_\_\_\_\_ Савицька Л.А.

Студент групи 1КІ-186

\_\_\_\_\_ Ярцун В.В.

Вінниця 2022

### 1 Найменування та область застосування

Автоматизована система управління рухомою платформою.

### 2 Основи для розробки

Необхідність реалізації автоматизованих систем управління рухомою платформою для виконання різноманітних операцій.

### 3 Мета та призначення розробки

Теоретичне та практичне дослідження застосування автоматизованої системи управління рухомою платформою для різних об'єктів.

### 4. Етапи бакалаврської дипломної роботи (БДР) та очікувані результати

Робота виконується в п'ять етапів, що наведені в таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Етапи виконання роботи

№ з/п	Назва етапів виконання бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1	Постановка задачі роботи	11.02.22	
2	Огляд інформаційних джерел	12.02-28.02.22	
3	Аналіз сучасного стану галузі	01.03-12.03.22	
4	Підготовка матеріалів та опис розробки	20.03-22.03.22	
5	Оформлення ПЗ та ілюстративного матеріалу	23.04-29.04.22	
6	Аналіз виконання роботи, висновки, додатки	30.04-17.05.22	
7	Перевірка якості виконання бакалаврського проекту та усунення недоліків	18.05.22	

## 5 Матеріали, що подаються до захисту БДР

До захисту подається: пояснювальна записка, графічні і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту БДР на кафедрі, відзив наукового керівника, рецензія опонента, анотації українською та іноземною мовами, протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень.

## 6 Порядок контролю виконання та захисту БДР

Виконання етапів графічної та розрахункової документації БДР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист БДР відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженою наказом ректора.

## 7 Вимоги до оформлення БДР

— ДСТУ 3008 : 2015 «Звіти в сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання»;

— ДСТУ 8302 : 2015 «Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання»;

— ГОСТ 2.104-2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи»;

— документами на які посилаються у вище вказаних.

Технічне завдання до виконання отримав \_\_\_\_\_ Ярцун В. В.

## ДОДАТОК Б

## Структурна схема автоматизованої системи

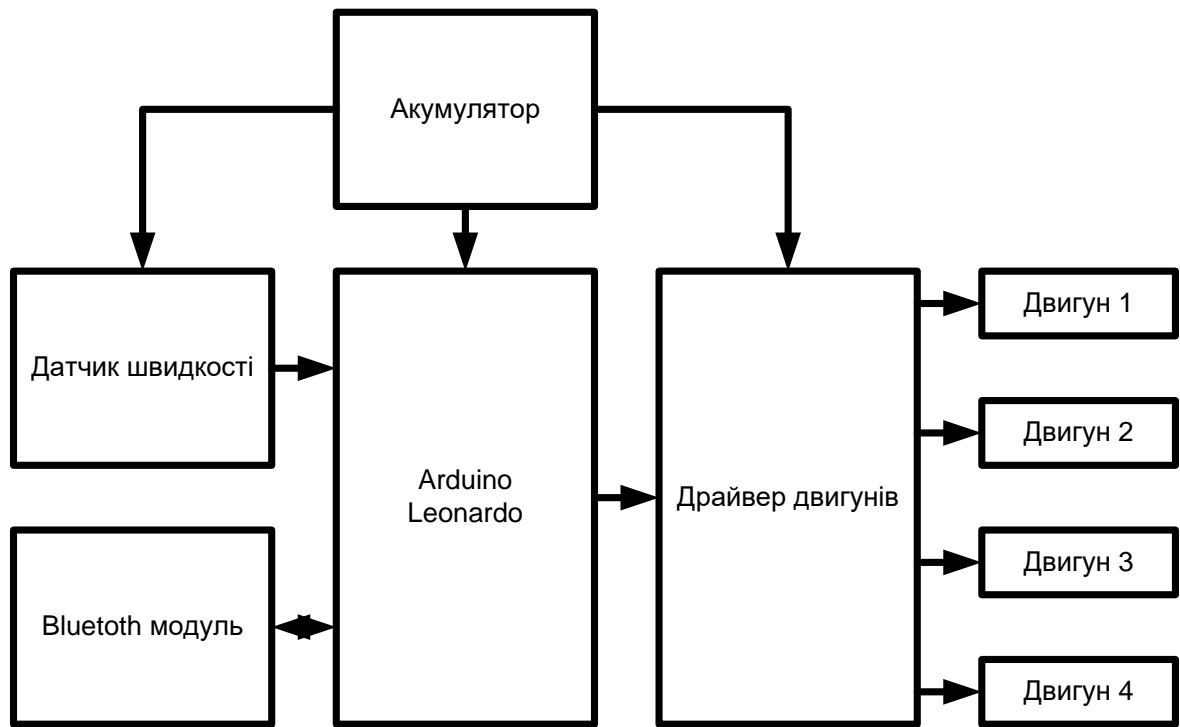


Рисунок Б.1 — Структурна схема автоматизованої системи

## ДОДАТОК В

## Блок-схема основного алгоритму роботи

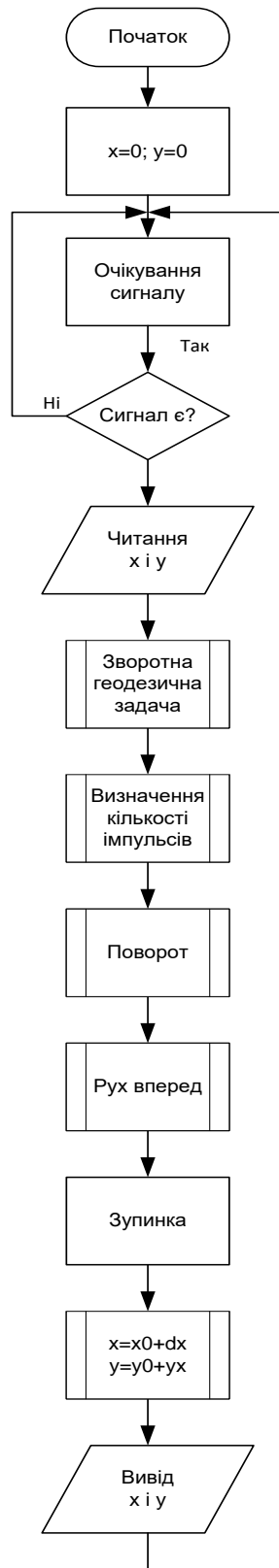


Рисунок В.1— Блок-схема основного алгоритму роботи



## ДОДАТОК Г

Блок-схема зворотного геодезичного завдання при окремому випадку

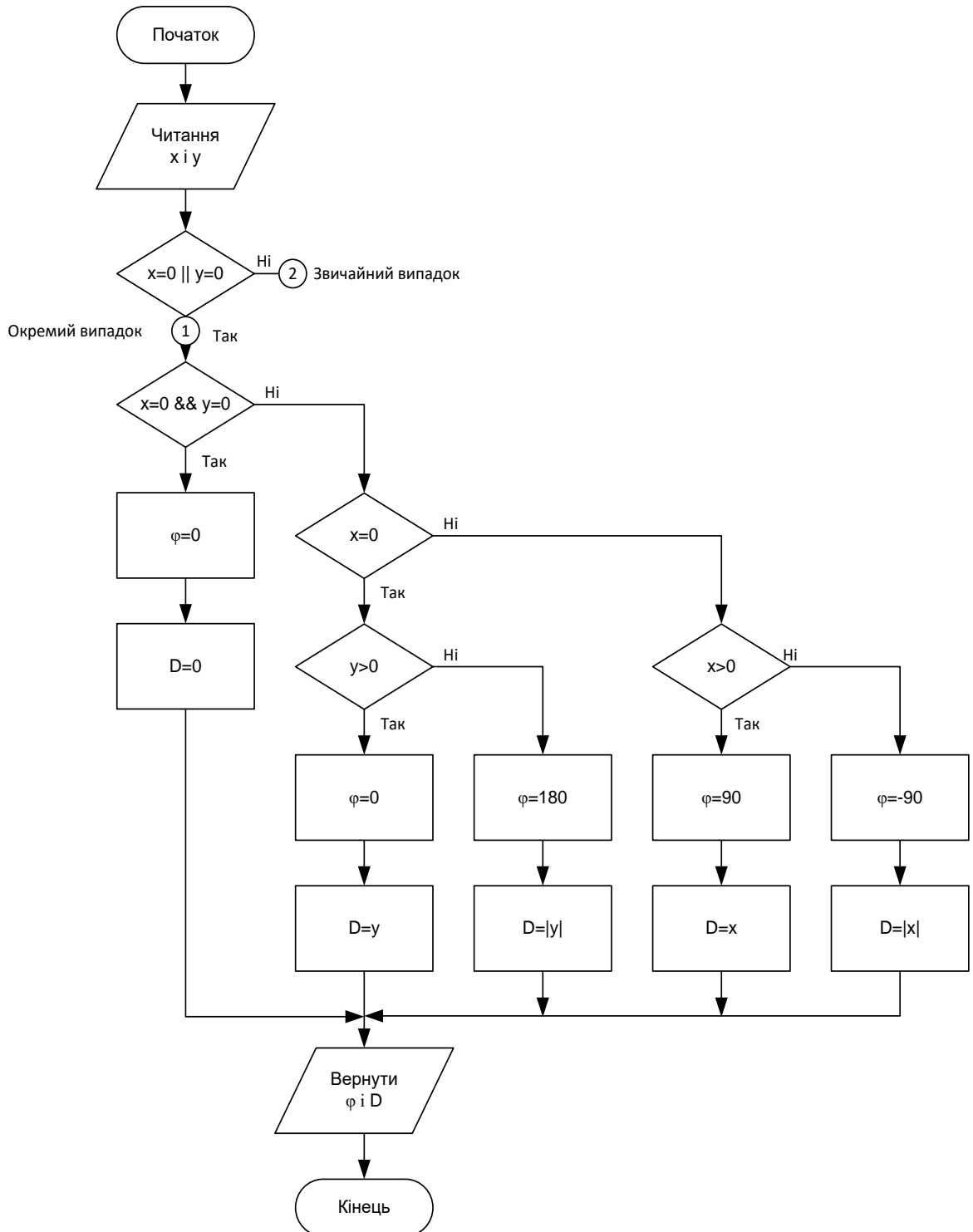


Рисунок Г.1 — Блок-схема зворотного геодезичного завдання при окремому випадку

## ДОДАТОК Д

## Блок-схема алгоритму зворотного геодезичного завдання

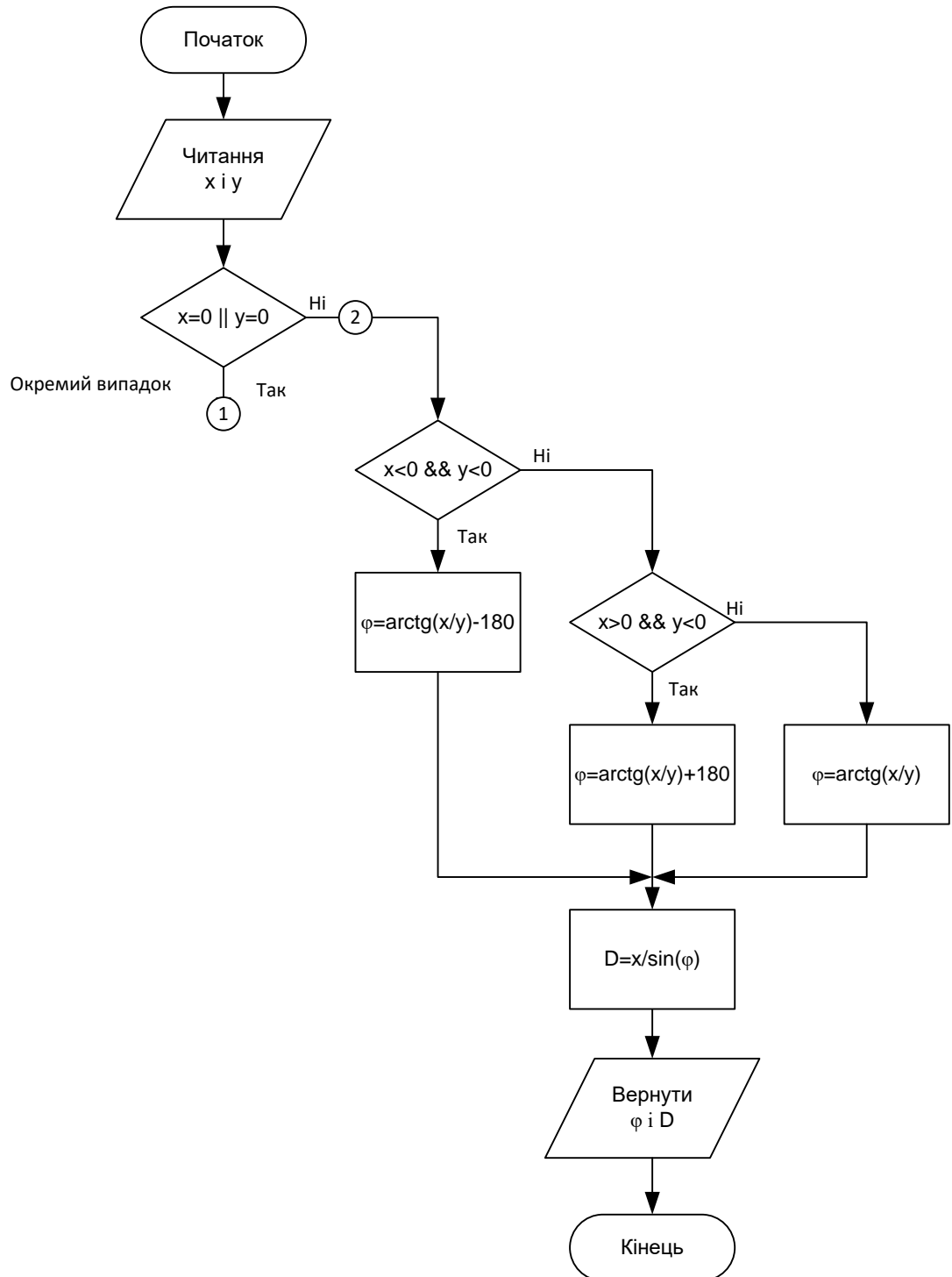


Рисунок Г.1 — Блок-схема алгоритму зворотного геодезичного завдання

## ДОДАТОК Е

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Автоматизована система управління рухомою платформою

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота

(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра обчислювальної техніки

(кафедра, факультет)

## Показники звіту подібності

## Unicheck

Оригінальність 98,1% Схожість 1,9%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку \_\_\_\_\_ Захарченко С.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи \_\_\_\_\_ Ярцун В.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Савицька Л.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)