

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Комп'ютеризована система управління транспортним роботом

Виконала: студентка IV курсу, групи СІЗс-42

спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Тонкошкур І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Баран І.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Тим С.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Гладь Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.
(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Тонкошкур Ірині Василівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система управління транспортним роботом

Керівник роботи Баран Ігор Олегович., к.т.н., доц., декан ФІС
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» 04 2022 року № 4/7-290

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15.06. 2022р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз технічного завдання. 1.1 Аналіз предметної області. 1.2 Огляд існуючих аналогів транспортних роботів. 1.3. Обґрунтування вибору прийнятого рішення.

1.4. Вихідні дані для виконання кваліфікаційної роботи. 2. Проектна частина.

2.1. Інформаційна модель системи керування. 2.2. Розробка структурної схеми системи.

2.3. Розробка функціональної схеми. 2.4. Функціональна схема системи.

2.5 Схема електрична принципова прототипу системи управління

3. Практична частина. 3.1. Розробка блок-схем алгоритму роботи системи та підпрограм.

3.2. Моделювання прототипу системи. 4. Безпека життєдіяльності, основи хорони праці.

Висновки.

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

1. Огляд існуючих аналогів транспортних роботів. 2. Структурна схема системи управління транспортним роботом. 3. Функціональна схема системи.

4. Блок-схема алгоритму роботи СКТР. 5. Моделювання системи у Proteus

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи хорони праці</i>	<i>Гурик О.Я., доц. кафедри МТ</i>		

7. Дата видачі завдання _____ 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи</i>	<i>28.04 – 30.04</i>	<i>Виконано</i>
2.	<i>Розробка технічного завдання</i>	<i>01.05 – 06.05</i>	<i>Виконано</i>
3.	<i>Підбір джерел про системи управління транспортним роботом</i>	<i>07.05 – 10.05</i>	<i>Виконано</i>
4.	<i>Опрацювання джерел про системи управління транспортним роботом</i>	<i>11.05 – 15.05</i>	<i>Виконано</i>
5.	<i>Виконання дослідження щодо розробки та налаштування системи управління транспортним роботом</i>	<i>16.05 – 19.05</i>	<i>Виконано</i>
6.	<i>Розроблення програмного коду</i>	<i>20.05 – 24.05</i>	<i>Виконано</i>
7.	<i>Оформлення розділу «Аналіз технічного завдання»</i>	<i>25.05 – 27.05</i>	<i>Виконано</i>
8.	<i>Оформлення розділу «Проектна частина»</i>	<i>28.05 – 31.05</i>	<i>Виконано</i>
9.	<i>Оформлення розділу «Практична частина»</i>	<i>01.06 – 03.06</i>	<i>Виконано</i>
10.	<i>Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності, основи хорони праці»</i>	<i>26.05 – 02.06</i>	<i>Виконано</i>
11.	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	<i>03.06 – 07.06</i>	<i>Виконано</i>
12.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>03.06 – 08.06</i>	<i>Виконано</i>
13.	<i>Перевірка на плагіат</i>	<i>03.06 – 09.06</i>	<i>Виконано</i>
14.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>06.06 – 10.06</i>	<i>Виконано</i>
15.	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>16.06</i>	

Студент

(підпис)

Тонкошкур І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Баран І.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система управління транспортним роботом // Кваліфікаційна робота бакалавра // Тонкошкур Ірина Василівна // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІзс-42 // Тернопіль, 2022 // с. – 54, рис. – 24, табл. – 8, аркушів А1 – 5, бібліогр. – 41.

Ключові слова: МІКРОКОНТРОЛЕР, ТРАНСПОРТНИЙ РОБОТ, ДАВАЧ, ЕЛЕКТРОДВИГУН, СТЕЛЛАЖ, СХЕМА

Кваліфікаційна робота присвячена моделюванню та створенню прототипу мікроконтролерної системи керування транспортним роботом у складських приміщеннях.

Проведено аналіз існуючих аналогів транспортних роботів та обґрунтовано вибір прийнятого технічного рішення. Побудовано інформаційну модель комп'ютеризованої системи. Розроблено структурну та функціональну схеми системи керування. Вибрано всі її складові компоненти. Основним елементом є мікроконтролер Atmel ATmega8535. Розроблено схему електричну принципову прототипу системи керування транспортним роботом.

Для наочного відображення роботи системи в реальності та взаємодії її компонент один з одним було проведено моделювання прототипу у вибраному середовищі Proteus. Результати симуляції засвідчують, що прототип системи керування транспортним роботом є цілком життєздатним та готовим до використання в реальних умовах функціонування.

ANNOTATION

Computerized transport robot control system // Bachelor thesis // Tonkoshkur Iryna // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Systems and Nets // Ternopil, 2022 // p.- 54, fig. – 24, table. – 8, Sheets A1 – 5, Ref. – 41.

Keywords: MICROCONTROLLER, TRANSPORT ROBOT, SENSOR, ELECTRIC MOTOR, SHELVES, DIAGRAM

The qualification work deals with the modeling and creation of a prototype of a microcontroller control system for transport work in warehouses.

The analysis of existing analogues of transport robots is carried out and the choice of the accepted technical decision is substantiated. An information model of a computerized system has been built. The structural and functional schemes of the control system are developed. All its constituent components are selected. The main element is the microcontroller Atmel ATmega8535. The scheme of the electric basic prototype of the control system of the transport robot is developed.

To visualize the operation of the system in reality and the interaction of its components with each other, a prototype modeling was performed in the selected Proteus environment. The simulation results show that the prototype of the transport robot control system is quite viable and ready for use in real operating conditions.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	9
1.1 Аналіз предметної області.....	9
1.2 Огляд існуючих аналогів ТР	11
1.2.1 Kiva	11
1.2.2 ОТТО	12
1.2.3 Буксир-1	13
1.2.4 Casun (серія QF)	13
1.3 Обґрунтування вибору прийнятого рішення.....	14
1.4 Вихідні дані для виконання кваліфікаційної роботи.....	15
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	16
2.1 Інформаційна модель СУТР.....	16
2.2 Розробка структурної схеми системи.....	17
2.3 Розробка функціональної схеми	18
2.3.1 Мікроконтролер.....	18
2.3.2 Дисплей	19
2.3.3 Давач відстані	20
2.3.4 Функціональні кнопки	23
2.3.5 Індикатор аварійної ситуації.....	24
2.3.6 GSM-модуль.....	25
2.3.7 Електродвигун	26
2.3.8 Давачі номерів стелажів	29
2.3.9 Джерело живлення	30

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Тонкошкур І.В.				Лім.	Арк.	Аркуші	
Керівник.	Баран І.О.							
Реценз.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42			
Н. Контр.								
Затверд.								

2.4 Функціональна схема системи.....	32
2.5 Схема електрична принципова прототипу системи управління.....	33
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	36
3.1 Розробка блок-схем алгоритму роботи системи та підпрограм.....	36
3.2 Моделювання прототипу СУТР.....	40
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ...	44
4.1 Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці з ПК	44
4.2 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування.	46
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ	
Додаток А Технічне завдання	

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

АКБ – акумуляторні батареї.

БД – база даних.

ПЗ – програмне забезпечення.

РКІ – рідкокристалічний індикатор.

ТР – транспортний робот.

САПР – система автоматизованого проектування.

СКА – свинцево-кислотний акумулятор.

СУТР – система керування транспортним роботом.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У світі сучасні технології займають центральне місце у оточуючому людину середовищі, ба, і у її житті. Саме завдячуючи технологіям темпи розвитку дуже швидко зростають у різних сферах, зокрема будівництві, медицині, освіті, культурі, науці, спорті. Також, на сьогоднішній день дуже актуальна тема роботів та робототехніки загалом. Ще зовсім недавно ці пристрої існували тільки в уяві авторів науково-фантастичної літератури. Сьогодні на багатьох підприємствах роботи активно беруть участь у всіх сферах виробництва, спрощуючи роботу людини.

Робот є автоматичним пристроєм, котрий створений за принципами розпізнавання, утримання та переміщення об'єктів у шкідливому, небезпечному або інших середовищах, призначений для здійснення різного виду операцій для виробництва, що діє за наперед поміщеною в його пам'ять програмою та одержує інформацію про положення та стан навколишнього простору за допомогою датчиків. Робот виконує самостійно виробничі та інші допоміжні операції, що задовольняють виробничі потреби. Він повністю чи частково здатен замінити працю звичайної людини [1].

Метою роботи є моделювання та прототипування мікроконтролерної СУТР у складських приміщеннях.

Завдання, необхідні для досягнення даної мети:

- виконати аналіз існуючих аналогів ТР та обґрунтування вибору прийнятого рішення;
- розробити інформаційну модель СУТР;
- розробити структурну та функціональну схеми СУТР;
- вибрати компоненти для СУТР;
- розробити схему електричну принципову прототипу СУТР;
- розробити ПЗ для прототипу системи керування;
- провести моделювання прототипу у вибраному середовищі.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз предметної області

Полегшення праці людей – не єдина «заслуга» роботів. Застосування роботів збільшує продуктивність праці у 2-3 рази. Крім цього застосування сучасних автоматичних маніпуляторів, у повному розумінні слова «мислячих» машин, приладів, котрі здатні «навчатися», дає можливість швидко перебудувувати виробництво на випуск нової продукції.

Використання роботів відкриває перспективи створення принципово нових технологічних процесів, у яких неможлива безпосередня участь людини. Наприклад, людина за стоградусної спеки або в умовах сильної радіації працювати не зможе, а робот - набагато стійкіший до подібного робочого середовища. Також при розмінуванні вибухонебезпечних предметів використання роботів є особливо корисним, що надзвичайно актуально для нашої країни зараз та упродовж найближчих декількох місяців, а можливо і років.

Роботи візьмуть на себе практично всю некваліфіковану працю. Вони замінять людину на важкій, небезпечній, монотонній, малоцікавій роботі, а людина стане кваліфікованим оператором, керуватиме, навчатиме їх і налаштуватиме [2].

Існує безліч видів роботів, найпопулярнішими є такі види [3]:

- промислові роботи, основне завдання яких полягає у автоматизації різноманітних технологічних операцій (зварювання, металообробка, збирання готових виробів тощо) на виробництві будь-якої продукції;
- будівельні роботи дозволяють аналогічно автоматизувати значне число різноманітних операцій, що виконуються в процесі ремонту приміщень різного

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Тонкошкур І.В.				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>
<i>Керівник.</i>		Баран І.О.					<i>Аркушів</i>
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
						ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42	

роду або будівництва нових об'єктів;

– побутові роботи застосовуються в побуті та офісах. Яскравим прикладом побутової автоматизованої машини є робот-пилосос, котрий набрав пристойну популярність;

– аграрні роботи застосовуються для виконання монотонних, а також трудомістких процесів у аграрній сфері;

– військові роботи покликані вивести збройні конфлікти та призначені для мінімізації безпосередньої участі людини у бойових діях з метою скорочення або виключення зовсім людських втрат, а також для роботи в умовах, котрі є несумісними із можливостями людини для досягнення визначених військових цілей;

– дослідницькі роботи використовуються для збору різноманітних видів інформації щодо досліджуваних об'єктів, її переробки та передачу оператору. Об'єктами можуть бути найрізноманітнішими: поверхні космічних тіл, елементи підводного світу, печери, місцевість, котра перебуває у зараженому стані та інші області і сфери, які є важкодоступними для людини;

– перед охоронними роботами ставляться завдання захисту територій або приміщень. У найпростішому випадку зазначені роботи виконують патрулювання периметрів, що охороняються, і у разі фіксації проникнення зловмисників сигналізують про це черговим операторам. Конструктивно складніші пристрої здатні реагувати на ймовірні загрози шляхом застосування спеціальних засобів;

– ТР використовуються для автоматичного переміщення вантажів або автономного управління різного роду транспортними засобами. ТР є самохідні візки, автопілоти тощо.

З усіх розглянутих роботів найпоширенішими є ТР. Для реалізації їх управління використовується безліч різноманітних систем, але їх архітектура та технічна організація є досить складними.

Тому у випускній кваліфікаційній роботі буде розроблено мікроконтролерну СУТР з обмеженим функціоналом, призначеним для

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевезення вантажів у складських приміщеннях, яка перебуватиме у відкритому доступі.

1.2 Огляд існуючих аналогів ТР

Основне призначення складських роботів - це проведення різних операцій на складах. Також існують комплексні рішення власне автоматизації складів, що використовують, наприклад, промислові маніпулятори, палетайзери, мобільні роботизовані візки та інше [4]. Кожне із цих рішень має кілька різновидів. Автоматизація складів триває високими темпами, немає сумнівів, що найближчими роками тут також залишиться мало вакансій для людей.

Було розглянуто кілька ТР, призначених для ведення операцій у складських приміщеннях:

- Kiva;
- ОТТО;
- Буксир-1;
- Casun (серія QF).

1.2.1 Kiva

Вантажний робот Kiva, компанії Kiva Systems (придбана Amazon Robotics), здатний самостійно пересуватися по складському приміщенню зі швидкістю близько 8 км/год, перевозячи вантажі до 317 кг. Вага пристрою – близько 145 кг, висота – 0.4 метра.

Для використання робота Kiva потрібна спеціальна розмітка на підлозі приміщення складу [5]. На рис. 1.1 зображено зовнішній вигляд робота Kiva.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – ТР Kiva

1.2.2 ОТТО

Робот ОТТО, компанії Clearpath Robotics - це роботранспортер, здатний перевозити вантажі вагою приблизно до 1,5 тони по території складів повністю автономно. На рис.1.2 зображено зовнішній вигляд робота ОТТО.



Рисунок 1.2 – Робот ОТТО

ОТТО не вимагає намальованих на підлозі штрих-кодів або смуг, як, наприклад, складські роботи Kiva Systems, верхнього освітлення, маяків на стінах. Спереду та ззаду платформа оснащена лазерними локаторами, що здатні вимірювати відстані до об'єктів на дистанції до 20 метрів.

ОТТО готовий впоратися зі змінами розміщення об'єктів на території, а також рухатися, не стикаючись з різними об'єктами. ОТТО має миготливі світлодіоди і ввічливо попросить себе пропустити, якщо шлях йому перегороджують люди. Власна вага робота – 500 кг, максимальна швидкість – до 2 м/с [6].

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.3 Буксир-1

Робот компанії "Стандарт-ПАК" Буксир-1 здатний переміщувати вантажі, оснащений давачами руху та пересувається зі швидкістю від 0,5 м/с. Сумарна потужність двигунів мах 80 Вт. Система живлення робота 12 В. Працює за певною або переналагоджуваною програмою. Старт проводиться кнопкою пуск або легким зсувом робота по ходу руху.

Має систему в визначення перешкод на шляху прямування та зупинки, індикатором заряду батареї, кнопкою живлення, роз'ємом для підключення зарядки, світловою індикацією. Робот орієнтується, як за лінією (нанесеною на підлогу або створеною системою відбивачів), так і іншим системам визначення положення робота у просторі на базі Arduino [7]. На рис. 1.3 зображено зовнішній вигляд робота Буксир-1.



Рисунок 1.3 – Робот Буксир-1

1.2.4 Casun (серія QF)

Це робот-тягач тунельного типу, вузький і невисокий, призначений для переміщення візків з вантажем усередині цеху. Роботи цього типу активно застосовуються для доставки комплектуючих на робочі місця складальних конвеєрів. Є надійними - їх термін служби більше 10 років, і універсальними - здатні транспортувати візки різних розмірів. Вантажопідйомність ТР тунельного типу від 500 до 1200 кг, швидкість руху до 0,8 м/с.

Тунельний робот під'їжджає під візок і зчіпляється з ним за допомогою висувного штока. Далі візок транспортується до місця призначення.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливістю роботів тунельного типу є траєкторія їх руху, обумовлена вантажем, що транспортується - візком - повороти робота направо або наліво здійснюються по дузі. Деякі моделі даних роботів здатні переміщатися лише вперед, праворуч або ліворуч, тобто маршрут їх руху має бути замкненим. Інші моделі здатні переміщатися як уперед, і назад.

Для позиціонування роботів тунельного типу застосовується магнітна стрічка, розміщена на підлозі цеху.

На рис. 1.4 показано зовнішній вигляд TP Casun серії QF.



Рисунок 1.4 – TP Casun (серії QF)

1.3 Обґрунтування вибору прийнятого рішення

Проаналізувавши аналоги, можна дійти невтішного висновку, що більшість TP пересувається по спеціальних розмітках на підлозі. Це не зовсім зручно, оскільки такі розмітки необхідно малювати у всьому складському приміщенні, що тягне за собою принаймні значні часові та грошові витрати.

Однією з переваг аналогів є те, що вони мають спеціальний давач, котрий виявляє перешкоди на шляху пересування робота, і, якщо на расі руху робота зустрілася перешкода – загоряється світлодіод. Один з роботів може працювати за програмою, що переналагоджується. Це надзвичайно зручно, адже колись необхідно, щоб робот, наприклад, виявляв перешкоди на більшій відстані. Але в жодного з цих роботів немає можливості інформувати працівника складського приміщення про наявність аварійної ситуації з використанням будь-якого

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

способу.

У складських приміщеннях необхідно доставляти дуже важкі вантажі, транспортування котрих не під силу звичайній людині. Створювана система буде мінімальна у своєму обладнанні, котре використовується, і тим самим буде фінансово доступна для навіть невеликих організацій. З цього випливає, що з існуючої множини наявних ТР їхня актуальність від цього не зникає.

1.4 Вихідні дані для виконання кваліфікаційної роботи

Треба сформулювати ряд вимог до ТР та СУТР, котрі будуть вхідними даними для проведення дослідження за вибраною темою:

- рух ТР здійснюватиметься транспортним коридором зі стелажми та шлаковим покриттям підлоги. Таке покриття забезпечує найменше проковзування коліс по ходу руху робота;
- для обробки даних та управління всією системою буде здійснювати мікроконтролер Atmel ATmega8535;
- визначення номера необхідного стелажу відбуватиметься за допомогою датчиків номерів стелажів;
- для запобігання зіткненню ТР зі стелажом необхідні датчики відстані від ТР до стелажів;
- забезпечення вводу потрібного стелажу, а також команди доставки вантажу забезпечуватиметься функціональними кнопками;
- у процесі доставки вантажу на шляху робота можуть виникнути аварійні ситуації, про них повідомлятиме індикатор аварійних ситуацій;
- рух робота забезпечуватиметься двома електродвигунами (по одному на ліве та праве колеса);
- джерелом живлення будуть акумуляторні батареї.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Інформаційна модель СУТР

На основі СУТР, що розробляється, можна скласти інформаційну модель даної системи.

Після завантаження вантажу на платформу ТР оператор вводить номер необхідного стелажу за допомогою функціональних клавіш 0-9, який відображається на дисплеї. Далі оператор натискає функціональну кнопку відправлення вантажу, і виконавчі пристрої починають рух робота транспортним коридором. Під час руху давачі відстані від ТР до стелажів контролюють безпечну відстань. Якщо відстань ліворуч від робота до стелажа менша, ніж задана, тоді виконавчий пристрій повертає вправо на певну кількість градусів, як тільки ця відстань стане більшою, ніж задана, виконавчий пристрій повертає вліво на стільки ж градусів, на скільки він повернув вправо. Аналогічно і для відстані праворуч від робота.

Наявність перешкод на шляху контролює давач відстані попереду робота. Якщо ця відстань менша або рівна заданій, відбувається зупинка робота і включається індикатор аварійної ситуації, разом з цим надходить сигнал на GSM-модуль, який посилає повідомлення оператору про наявність аварійної ситуації. Після того, як перешкода на шляху робота прибрана, давач відстані вимірює відстань попереду робота, якщо вона більша за задану, то вимикається індикатор аварійної ситуації та рух робота відновлюється.

Паралельно з цим робот зчитує давачі номерів стелажів методом послідовного підрахунку і порівнює з введеним номером, якщо ці значення збігаються, це означає, що робот досяг заданого стелажа і здійснив доставку вантажу до нього.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Тонкошкур І.В.			Лім.	Арк.	Аркуші
Керівник.		Баран І.О.					
Реценз.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42		
Н. Контр.							
Затверд.							

2.2 Розробка структурної схеми системи

Виходячи з інформаційної моделі, описаній в п.2.1 СУТР, що розробляється, можна скласти структурну схему системи управління, котра зображена на рис. 2.1.

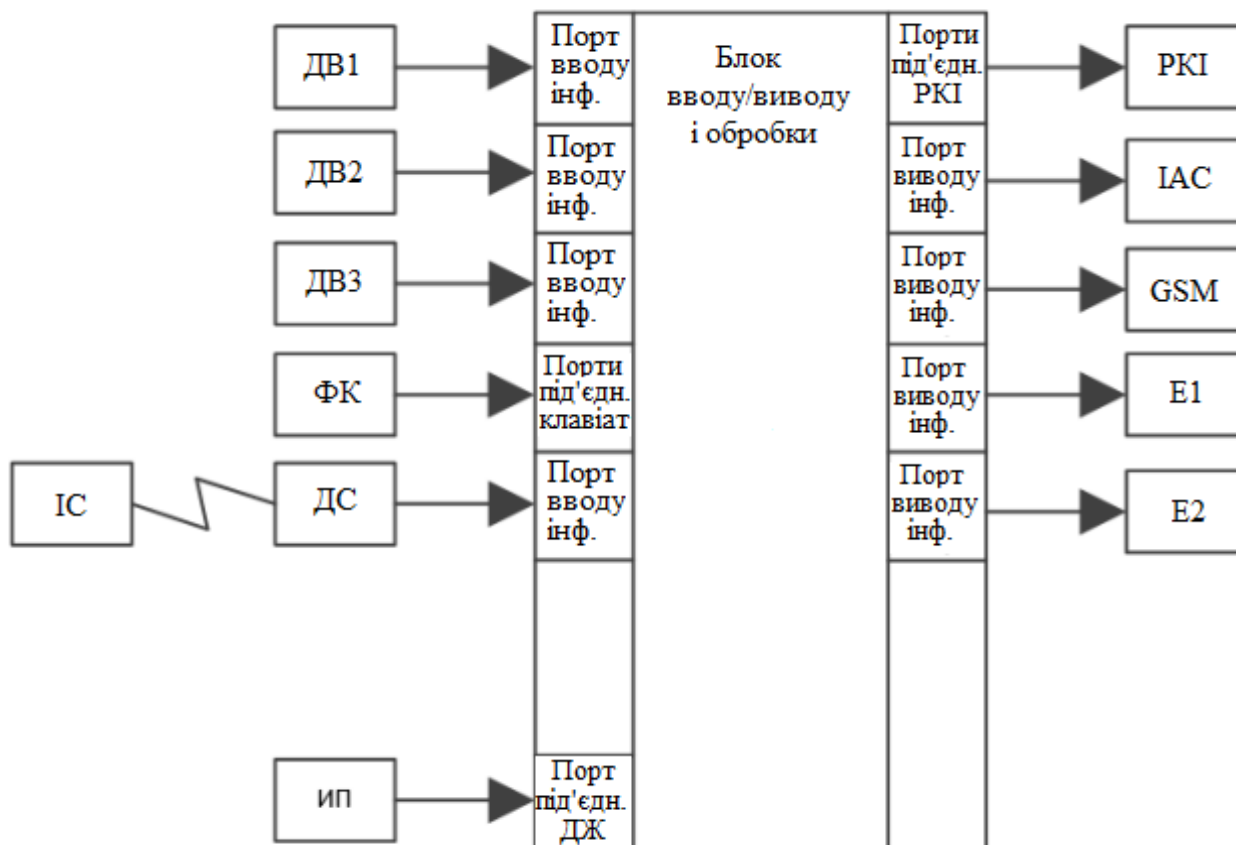


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи управління

Схема включає такі позначення:

- блок вводу/виводу та обробки - приймає, посилає та обробляє необхідну інформацію;
- ДВ1, ДВ2 - давачі відстані ліворуч і праворуч від ТР до стелажів;
- ДВ3 – давач відстані спереду ТР. Контролює наявність перешкод по дорозі;
- ФК - функціональні клавіші з цифрами від 0 до 9, з кнопкою доставки вантажу та кнопкою скидання системи;

- ІС – ідентифікатор стелажу;
- ДС – давач стелажу. Приймає інформацію від ІС та передає її для подальшої обробки в блок воду/виводу;
- ДЖ – джерело живлення;
- РКІ - рідкокристалічний індикатор;
- ІАС – індикатор аварійних ситуацій;
- GSM – GSM - модуль;
- E1, E2 - електродвигуни для лівого та правого колеса.

2.3 Розробка функціональної схеми

2.3.1 Мікроконтролер

Це мікросхема, котра призначена для управління різноманітними електронними девайсами. Мікроконтролери об'єднують процесор, пам'ять, ПЗП і периферію в одному корпусу, котрий схожий на мікросхему. Їх виробляють кожного року у багато разів більше, ніж самих процесорів, а потреба в них тільки зростає. Мікроконтролери виготовляються багатьма фірмами, існують 32-, 16- і навіть 8-бітні їх версії [8]. В даний час існує понад 200 їх модифікацій. Популярними є 8-бітові мікроконтролери фірми Microchip Technology та AVR фірми Atmel [8].

За завданням необхідно використовувати мікроконтролер фірми Atmel ATmega8535, основні характеристики якого наведені нижче:

- розвинена RISC архітектура: 130 команд, більшість виконуваних за машинний такт; 32x8 робочих регістру; до 16 MIPS продуктивність;
- енергонезалежна пам'ять програм та пам'ять даних: 8Кб FLASH пам'яті програм, 512б EEPROM, 512б внутрішньої SRAM;
- периферія: два 8-бітні таймери/лічильники; один 16-бітний таймер/лічильник, програмований послідовний USART, 8 канальний, 10-бітний АЦП;
- 32 програмованих входи-виходи;

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

– робоча напруга живлення 2.7-5.5 В, потужність 1Вт.

На рис. 2.2 зображено зовнішній вигляд мікроконтролера АТmega8535.



Рисунок 2.2 – Мікроконтролер АТmega8535

2.3.2 Дисплей

Для відображення номера введеного стелажу оператором потрібний дисплей. Нижче наведено характеристику деяких дисплеїв.

Монохромний дисплей ST7567 має роздільну здатність 128x64 (по 128 символів на кожні 64 рядки). Для взаємодії із цим контролером використовується послідовна шина SPI. На екрані дисплея можна відобразити текст, зображення та різні фігури за допомогою відповідної бібліотеки. Для живлення дисплея використовується напруга 3,3В. Розмір цього дисплея 60x55x20 мм. Вартість цього дисплея орієнтовно 120 грн. [10].

PKI HD44780 - символний LCD- дисплей, що має роздільну здатність 16x2 (по 16 символів на кожні 2 рядки) на базі контролера HO44780, розроблений фірмою Hitachi. Має два рядки для виведення символів, по 40 символів на кожен рядок. Є можливість підключення як по 4-розрядній шині даних (дані передаються за два такти), так і по 8-розрядній (дані передаються за один такт), працює від напруги живлення 5В. Середня потужність 0,5Вт. Вартість цього дисплея близько 25 грн. [11].

З розглянутих вище дисплеїв найкраще підходить LCD - дисплей HD44780. Він дуже дешевий у порівнянні з дисплеєм ST7567. Інформації на

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

екран буде небагато, хоча дисплей ST7567 і дозволяє виводити картинки і різні фігури. Також дисплей HD44780 може бути підключений по 4-розрядній шині даних, що дозволяє заощадити порти введення/виводу мікроконтролера. Крім цього, LCD дисплей HD44780 є найпопулярнішим у любителів електроніки.

Робота LCD дисплея HD44780 відбувається так: на вхід D0-D7 приходять інформація, яка може бути даними, якщо на вході RS логічна одиниця, або командою, якщо на вході RS логічний нуль. Далі обмін інформацією відбувається побайтно, мікроконтроллер виставляє на входи D0-D7 логічні одиниці та нулі, далі на вхід E формується стробуючий імпульс, по задньому фронту якого LCD зчитує дані [12]. На рис. 2.3 зображено зовнішній вигляд LCD дисплея HD44780.

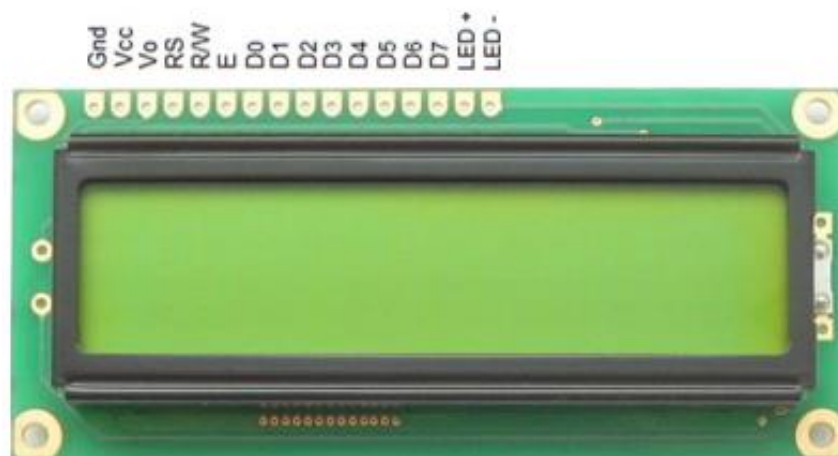


Рисунок 2.3 – LCD дисплей HD44780

2.3.3 Давач відстані

На ринку спеціального обладнання можна купити різні давачі, котрі застосовуються для вимірювання віддалі. Нижче представлені наступні їх різновиди:

- оптичні давачі відстані випромінюють світловий пучок, спрямований на об'єкт або спеціальний відбивач та аналізують відбите світло. Основний принцип їх роботи заснований на вимірі швидкості проходження променя, який

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

відображається від спеціальної відмітної мітки, розташованої на об'єкті, або безпосередньо від самого об'єкта. Оптичні давачі мають великий робочий діапазон (до 130 м) та високу роздільну здатність (1 мм). Основним недоліком є чутливість до спрямованості давача [13];

– ультразвукові вимірювачі – є ідеальним рішенням для визначення положення та віддаленості об'єкта у важких умовах експлуатації, точність їх - до міліметра. Вони не схильні до впливів середовища і дають змогу здійснювати вимірювання у об'єктах, котрі в диму і пилюці, а також там, де є висока шумність. Також давачі можуть міряти відстань до об'єктів будь-якої геометрії, кольорової гами та типорозміру, і зроблених із різних конструктивних матеріалів. Спрацьовують вони у надзвичайно широкому діапазоні: від 100 мм до 6 м [14];

– головна перевага магнітних давачів відстані - велика відстань спрацьовування за компактних габаритних розмірів давача. Єдина умова, яка накладає застосування цього типу давача відстані - це оснащення об'єкта вимірювань постійним магнітом. Між об'єктом із постійним магнітом та давачем можуть бути розташовані будь-які зовнішні об'єкти. Мають діапазон спрацьовування від 0 до 120 мм [15];

Оскільки проектувана система створюється для використання ТР в складських приміщеннях, де досить високий рівень шуму, пилу та інших перешкод для вимірювання відстані, то ультразвуковий давач відстані підходить для використання. Він не схильний до впливів навколишнього середовища, добре придатний для визначення положення та віддаленості об'єкта у важких умовах експлуатації. У складських приміщеннях відстань між стелажем 2,2-3,5м [16], що повністю задовільняє його діапазон вимірювань.

У таблиці 2.1 наведено характеристики деяких ультразвукових давачів відстані.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Характеристики ультразвукових давачів відстані

Назва	Напруги живлення, В	Діапазон виявлення, см	Потужність, Вт
HC-SR04	5	2-500	0,2
SEN-13959	5	2-400	0,15
POLOLU PARALLAX PING	4,5-6	2-300	0,15

Виходячи з представлених давачів у табл. 2.1 як давач безпечної відстані від ТР до стелажів був обраний ультразвуковий давач відстані HC-SR04. Він має напругу живлення 5В і діапазон виявлення об'єкта до 5м, що підходить для відстаней між транспортним роботом і стелажом (2,2-3,3м).

Також, для запобігання аварійній ситуації даний давач відстані буде служити контролем відстані попереду робота.

Даний давач відстані працює так: на вихід TRIG подається сигнал високого рівня, тривалістю 10-15 мікросекунд. Після цього на вивід ECHO буде поданий сигнал високого рівня тривалістю, котра пропорційна вимірній відстані. Тобто мікроконтролеру достатньо виміряти тривалість сигналу ECHO для підрахунку відстані до об'єкта. Для того щоб перевести вимірне значення у сантиметри, потрібно тривалість імпульсу поділити на 58 [20]. На рис. 2.4 зображено зовнішній вигляд ультразвукового давача відстані HC-SR04.



Рисунок 2.4 – Ультразвуковий давач відстані HC-SR04

2.3.4 Функціональні кнопки

Необхідні для введення номера стелажу, відправки вантажу та скидання системи. Існує безліч кнопок, і всі вони схожі одна на одну. Відрізняються вони лише формою та розміром. У таблиці 2.2 представлено порівняльну характеристику деяких кнопок.

Таблиця 2.2 – Характеристика функціональних кнопок

Назва	Робоча напруга, В	Робочий струм, А	Висота, мм	Типорозмір
KLS7-TS1204-7.3-180	12	0,05	7	12x12
KLS7-TS1202-4.3-180	12	0,05	4,3	12x12
KLS7-TS6601-4.3-180	12	0,05	4,3	6x6
KLS7-TS6601-11-180	12	0,05	11	6x6

Представлені кнопки в табл. 2.2 мають однакову робочу напругу та робочий струм. Відрізняються один від одного висотою та типорозміром. З усіх представлених кнопок було обрано кнопку KLS7- TS6601-4.3-180. Вона має невеликі розміри, а значить займатиме менше місця. Таких кнопок знадобиться 12 штук: 10 кнопок із цифрами від 0 до 9, 1 кнопка відправки вантажу та 1 кнопка скидання. На рис. 2.5 зображено зовнішній вигляд кнопки.



Рисунок 2.5 – Функціональна кнопка

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.5 Індикатор аварійної ситуації

Таким пристроєм може бути як дисплей, так і звуковий сигнал. Дисплей може відображати якість повідомлення, але це погано інформує про наявність аварійної ситуації. Звуковий сигнал добре підходить для інформування щодо наявності аварійної ситуації на відстані. У табл. 2.3 представлені деякі звукові сигнали та його характеристики.

Таблиця 2.3 – Характеристики звукових сигналів

Назва	Потужність, Вт	Діапазон частот, Гц	Напруга, В	Гучність, дБ
M26	32	335	12	70
DL50	32	310	12	75
M100	16	350	12	73

Виходячи з представлених звукових сигналів у табл. 2.3 як звуковий індикатор аварійної ситуації підходить звуковий сигнал M100. Він має гучність в 73 дБ і найменшою споживаною потужністю в 16Вт.

На рис. 2.6 представлений зовнішній вигляд звукового сигналу M100.



Рисунок 2.6 – Звуковий індикатор M100

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.6 GSM-модуль

Це радіоприймач, котрий містить sim -карту якогось оператора і контролер для опрацювання даних, що надходять та виходять. БД модуля повинна містити телефонні номери тих користувачів, котрим власне надано право керувати чимось. Модернові моделі можуть записувати та зберігання біля 2000 таких номерів, проте існують і дорожчі модифікації, котрі дають змогу оперувати до 10000 номерів [23].

Для інформування оператора про наявність аварійної ситуації можна застосувати будь-який GSM - модуль, котрий вміє надсилати повідомлення на телефон.

Модуль SIM900 застосовується у різноманітних системах автоматизації. При допомозі інтерфейсу UART проходить обмін інформацією з девайсами. Технічно забезпечене виконання дзвінків, надсилання повідомлень у текстовому форматі. Власне робота модуля реалізується на компоненті SIM900, створеній фірмою SIMCom Wireless Solution. З використанням девайсу можна забезпечити відстежування маршруту транспортного засобу вкупі із GPS - пристроєм. Функція надсилання смс необхідна для бездротової сигналізації та для систем охорони різних видів [24].

Технічні характеристики:

- діапазон напруги 4,8-5,2В;
- підтримка 2G;
- потужність передачі: 1Вт 1800 та 1900Мгц, 2Вт 850 та 900Мгц;
- у звичайному режимі струм досягає 450мА, максимальний струм у імпульсному режимі 2А, потужність 2,25Вт;
- GPRS multi-slot class10/8;
- є вбудовані протоколи TCP та UDP [24].

На рис. 2.7 зображено зовнішній вигляд GSM -модуля SIM900.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.7 – GSM-модуль SIM900

2.3.7 Електропривід

Виходячи із типу приводу, які можуть застосовуватися у роботах, впливає їх доцільність і продуктивність [28]. Варто розглянути кілька типів приводів.

Гідравлічний привід. Для приведення в рух виконавчого органу застосовується рідина. Потрібен насос, котрий створить тиск такої рідини у напірній магістралі, що з'єднана з гідродвигуном. Вподальшому двигун перетворить тиск рідини на механічний. При цьому, застосовуються регулятори, котрі і управляють у гідродвигуні його швидкістю та напрямком руху. Такий тип приводу переважно застосовується у промисловій робототехніці [28]. Переваги приводу: відносно малі розміри та вага; хороша продуктивність; плавне регулювання сили; діапазон температур роботи – від -50 до +100 °С. Недоліки: за великого тиску можливий витік рідини; високовартісне обслуговування; постійна потреба в енергії; складнощі із точністю.

Кроковий двигун - привід, котрий часто застосовується в робототехніці. Такі приводи обертаються кроками. Окремий крок є частиною цілого оберту. Ці двигуни є у верстатах з ЧПК та роботах [28]. Переваги: хороша точність роботи, при поданні потенціалів на обмотки привід зробить рух на визначений кут; мала вартість; можна застосовувати для автоматизації окремих механізмів та систем, де відсутня висока динаміка. Недоліки: проблема «проковзування» ротора при збільшеному навантаженні на вал; ліміт кроків (максимум 1000 об/хв).

Сервопривід – не обертається постійно, як кроковий, а за сигналом здійснюють рух в певне положення і тримають його аж до чергового сигналу.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Тут застосовується принцип зворотного зв'язку, який дає змогу опрацювати можливі помилки та відразу виправити їх у позиціонуванні. Система такого виду називається слідкуючою [28]. Переваги: краща точність обертання; велика потужність; позиція механізму завжди доступна для коригування. Недоліки: достатньо складне під'єднання та керування; потрібна кваліфікована обслуга; велика вартість.

З представлених типів двигунів кроковий двигун найпростіший у використанні. Низька вартість, порівняно з іншими двигунами. У табл. 2.4 представлені характеристики деяких крокових двигунів.

Таблиця 2.4 - Характеристики крокових двигунів

Назва	Виводи двигуна	Крок, °	Напруга, В	Крутний момент, кгхсм	Струм фази, мА
42STH60-1206A	6	1,8	7,2	не менше 6,5	1200
28STH45-0674A	4	1,8	4,4	не менше 0,9	670
42STH47-0406A	6	1,8	12	не менше 0,17	400
36HT20-0504MA	4	0,9	5	не менше 0,95	500

З представлених крокових двигунів табл. 2.4, двигун 36HT20-0504MA має найточніший крок - $0,9^\circ$, що дозволяє розбити один його повний оберт на 400 кроків. Біполярний двофазний кроковий двигун 36HT20-0504MA - привід, котрий може здійснювати поворот на визначене число кроків. Виводи двигуна – 4 дроти: по два на кожну з обмоток, наявних двох фаз. Рекомендована напруга живлення двигуна 5В. Потужність 5Вт. При цьому струм через обмотки становитиме 500мА. Якщо пристрою складно отримати вказаний режим живлення, то можна обертати двигун і за допомогою меншої напруги. У цьому випадку відповідно знизиться споживаний струм і крутний момент [28]. На рис. 2.8 представлений зовнішній вигляд крокового двигуна 36HT20-0504MA.



Рисунок 2.8 – Кроковий двигун 36HT20-0504MA

Необхідний спеціальний пристрій, який здійснював би перетворення управляючих сигналів слабкої потужності в струми, величин котрих достатньо для керування двигунами. Такий пристрій носить назву драйвера двигунів [30].

Мікросхема L293D містить чотири Н -напівмостів. Це може бути застосовано для незалежного управління або двома двигунами постійного струму або для контролю одного біполярного крокового двигуна [30].

Характеристики L293D:

- напруга живлення управління (V_{cc1}): 4,5 - 36 В;
- напруга живлення навантаження (V_{cc2}): УЕЕ1 - 36 В;
- максимальний струм: 600 мА на канал;
- максимальний піковий струм (до 100 мкс): 1200 мА на канал [30].

На рис. 2.9 представлено зовнішній вигляд драйвер L293D.



Рисунок 2.9 – Драйвер L293D

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.8 Давачі номерів стелажів

Як ідентифікатор номера стелажа служитиме джерело інфрачервоного випромінювання, яке розташовуватиметься на стелажах, а приймачем буде фототранзистор, розташований на транспортному роботі. Щоразу, коли інфрачервоне випромінювання потраплятиме на фототранзистор, у мікроконтролер надходитиме сигнал про те, що черговий стелаж досягнутий. Таким чином, щоразу, коли на фототранзистор потраплятиме інфрачервоне випромінювання, збільшуватиметься лічильник номера стелажу.

Фототранзистор - є напівпровідниковим пристроєм, котрий застосовується для керування струмом при допомозі визначеного оптичного випромінювання [32]. Він включає базу, колектор і емітер. При неробочій основі перехід колектора фототранзистора зміщується у напрямку, а перехід емітера у напрямі. Прилад залишається без активності доти, доки промінь світла не висвітлить його основу. Чутливість фототранзистора перебуває у залежності від довжини хвилі власне падаючого випромінювання. Для кремнієвих приладів максимум чутливості знаходиться в діапазоні 850-930нм – червоний та ближній інфрачервоний діапазони [33].

Фототранзистор BPW85C має чутливість у діапазоні 620-980нм та кут чутливості $\pm 25^\circ$. На рис. 2.10 зображено зовнішній вигляд фототранзистора BPW85C [34].



Рисунок 2.10 – Фототранзистор BPW85C

Інфрачервоний лазерний модуль I8P8503-6.510 має інфрачервоний колір світіння з довгою хвилі 850нм, а також точку у вигляді випромінювання, що дуже

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

добре для потрапляння на фототранзистор [36]. На рис. 2.11 зображено зовнішній вигляд лазерного модуля I8P8503-6.510.

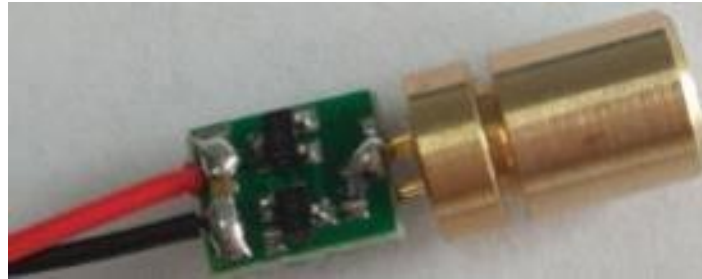


Рисунок 2.11 – Лазерний модуль DSP8503-6.510

2.3.9 Джерело живлення

АКБ – це обладнання, що складається з кількох акумуляторів [25].

Нижче буде розглянуто специфіку найпопулярніших типів акумуляторних батарей.

СКА сьогодні найбільш актуальні через їх низьку вартість та універсальність [25].

Літій-іонні акумулятори активно застосовуються у побутовій техніці, електронних пристроях [25].

СКА підходить для використання. Він має великий різновид підтипів акумуляторів з різною величиною напруги, на відміну від літій-іонних акумуляторів, які не зможуть заживити мікроконтролер з напругою 5В.

Приблизний час роботи робота варіюватиметься в межах від 4 до 6 годин. Склавши всі потужності складових компонентів системи та скориставшись формулою для знаходження ємності акумулятора, знаходимо, що для 4 годин ємність акумулятора буде: приблизно $15\text{A} \cdot \text{год}$, а при 6 годинах - $25\text{A} \cdot \text{год}$., отже, потрібен акумулятор з ємністю в межах $15\text{-}25\text{A} \cdot \text{год}$.

У табл. 2.5 представлені атрибути деяких СКА [26].

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Параметри СКА

Назва	Напруга, В	Ємність, А*г	Розмір, мм	Термін служби, р
Alfa Battery FB 18-12	12	18	80x75x167	1-3
Delta GEL 12-20	12	20	81x77x167	10-12
AQQU HP12-116W	12	20	81x77x167	3-5
DELTA GX 12-24	12	24	75x166x125	10-12

З представлених СКА в табл. 2.5, акумулятор DELTA GX 12-24 хоч досить габаритний, зате має найбільшу ємність в 24А * год і має термін служби 10-12 років, що дозволяє не турбуватися про швидку зміну даного акумулятора. На рис. 2.12 зображено СКА DELTA GX 12-24.



Рисунок 2.12 – СКА DELTA GX 12-24

Даний СКА видає напругу 12В, а багато елементів працюють від напруги 5В, тому необхідний понижувальний перетворювач напруги, який перетворює 12В у 5В.

Такий перетворювач LM2596 потребує вхідної напруги 4-40 В, має можливість регулювання напруги на виході в діапазоні 1,3 до 30В, максимальний вихідний струм 3 А [27]. На рис. 2.13 зображено вигляд перетворювача LM2596.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



Рисунок 2.13 – Перетворювач LM2596

2.4 Функціональна схема системи

Виходячи з обраних компонентів п. 2.3, можна скласти функціональну схему СКТП, котра зображена на рис. 2.14.

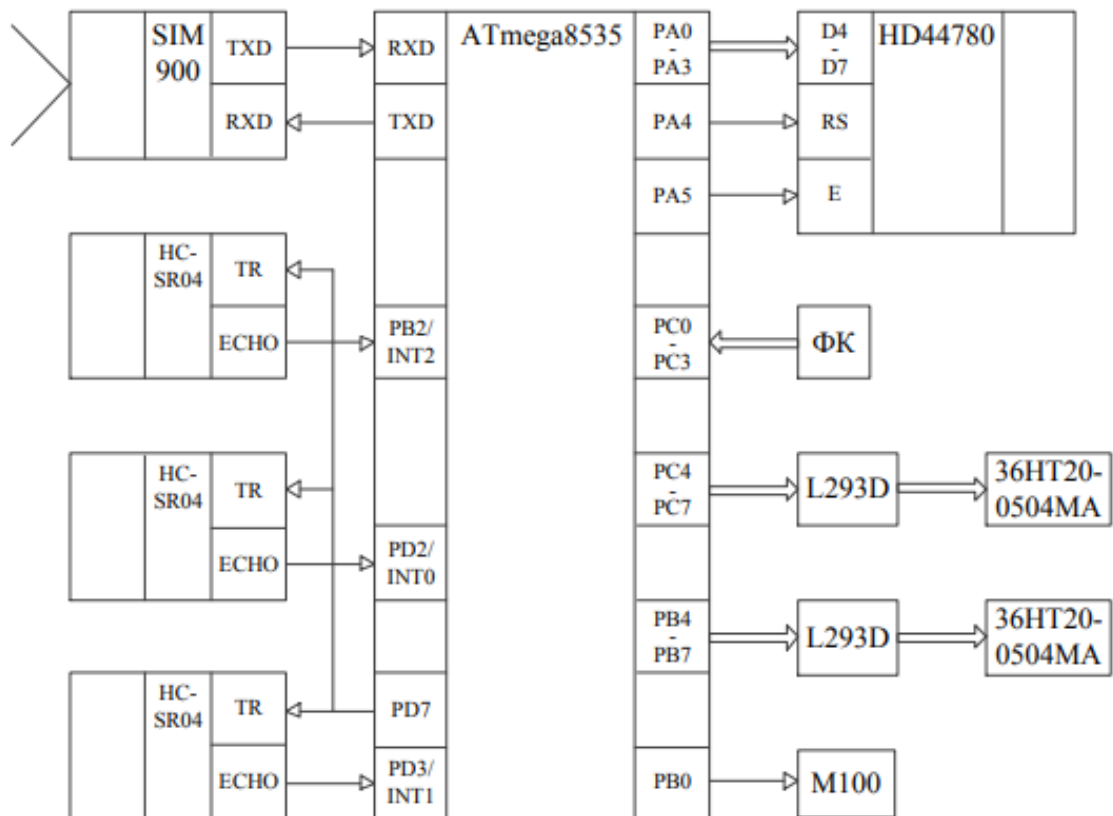


Рисунок 2.14 – Функціональна схема СКТП

Схема включає наступні позначення:

- GSM-модуль SIM900;
- мікроконтролер ATmega8535;
- РКІ HD44780;
- давачі відстані HC-SR04;
- функціональні кнопки ФК;
- крокові двигуни 36HT20-0504MA;
- драйвери крокових двигунів L293D;
- звуковий індикатор M100.

2.5 Схема електрична принципова прототипу системи управління

Через те, що на етапі проектування СКТП немає можливості купити окремі складові більшої потужності, то на етапі прототипування акумулятор та електродвигуни буде замінено на меншу потужність.

СКТП складається з наступних елементів:

- мікроконтролер ATmega8535 (DD1);
- DC-DC перетворювач LM2596 (DD2);;
- два драйвери крокового двигуна L293D (DD3, DD4));
- чотири конденсатори;
- кварцовий резонатор;
- котушка індуктивності;
- тринадцять резисторів;
- діод Шотки;
- фототранзистор BPW85C;
- шістнадцять діодів;
- вилка, роз'єми.

Мікроконтролер ATmega8535 є "ядром" усієї системи. До його портів підключаються світлодіоди, резистори, а також всі периферійні пристрої системи, такі як:

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- РКІ HD44780 – роз'єм XS1;
- звуковий індикатор M100 – роз'єм XS2;
- GSM-модуль SIM900 – роз'єм XS3;
- давачі відстані HC-SR04 – роз'єм XS4, XS6, XS7;
- драйвери крокових двигунів L293D – мікросхеми DD3, DD4;
- кнопки – SW1-SW12.

У табл. 2.6 показано під'єднання роз'єму XS1 до портів мікросхеми DD1.

Таблиця 2.6 – Під'єднання XS1 до DD1

Входи XS1	Порти DD1	Призначення входів XS1
D4-D7	PA0-PA3	Передача даних
E	PA5	<u>Стробуючий ефект (1-0)</u>
RS	PA4	RS=1 – дані, RS=0 – команда

Вхід OUT роз'єму XS2 під'єднуються до порту PB1 мікросхеми DD1.

Входи TXD, RXD роз'єму XS3 під'єднуються до портів PD0, PD1 відповідно мікросхеми DD1.

Вхід ECHO роз'єму XS4 під'єднується до порту PB2 мікросхеми DD1. Порт PB2 відповідає за зовнішнє переривання порту ECHO. Воно викликається щоразу, коли порт PB2 змінює свій логічний стан. Вхід TR підключається до порту PB0. Порт PB0 подає команду на вхід TR роз'єму XS4.

Для управління кроковими двигунами XS7, XS8 входи IN1-IN4 драйверів DD3 та DD4 підключаються до портів PD4-PD7 та PC4-PC7 відповідно до мікросхеми DD1.

У табл. 2.7 наведено під'єднання кнопок SW1-SW3, SW5-SW12 до портів PC0-PC3 мікросхеми DD1.

Таблиця 2.7 – Під'єднання кнопок до мікросхеми DD1

Ім'я кнопки	Діод	Порт під'єднання	Код кнопки на портах PC3-PC0
SW5	-	PC0	0001
SW6	-	PC1	0010
SW7	VD3, VD4	PC1, PC0	0011
SW8	-	PC2	0100
SW9	VD5, VD6	PC2, PC0	0101
SW10	VD7, VD8	PC2, PC1	0110
SW11	VD9, VD10, VD11	PC2, PC1, PC0	0111
SW12	-	PC3	1000
SW1	VD12, VD13	PC3, PC0	1001
SW2	VD14, VD15	PC3, PC1	1010
SW3	VD16, VD17, VD18	PC3, PC1, PC0	1011

На DC-DC перетворювач подається +12В і на виході напруга становить +5В, яка подається на всі інші роз'єми. Для працездатності до перетворювача встановлено конденсатори C1 та C2, діод Шотки VD1 та котушка індуктивності L1. Котушка індуктивності забезпечує необхідний номінал вихідної напруги.

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка блок-схем алгоритму роботи системи та підпрограм

На рис. 3.1 представлено блок-схему алгоритму роботи СУТР

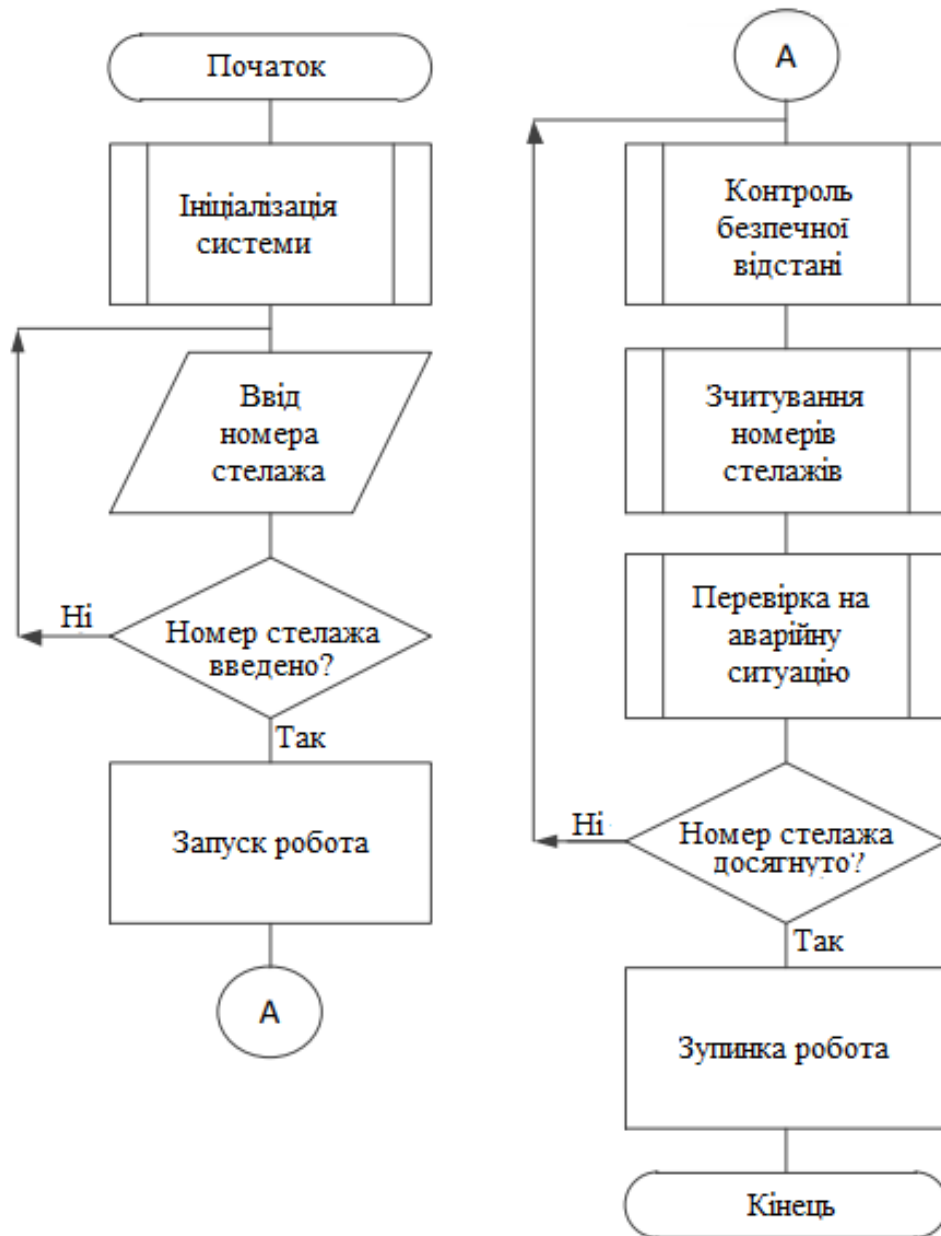


Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи СУТР

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Тонкошкур І.В.			Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник.		Баран І.О.					
Реценз.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42		
Н. Контр.							
Затверд.							

На рис. 3.2 представлено блок-схему алгоритму ініціалізації системи.

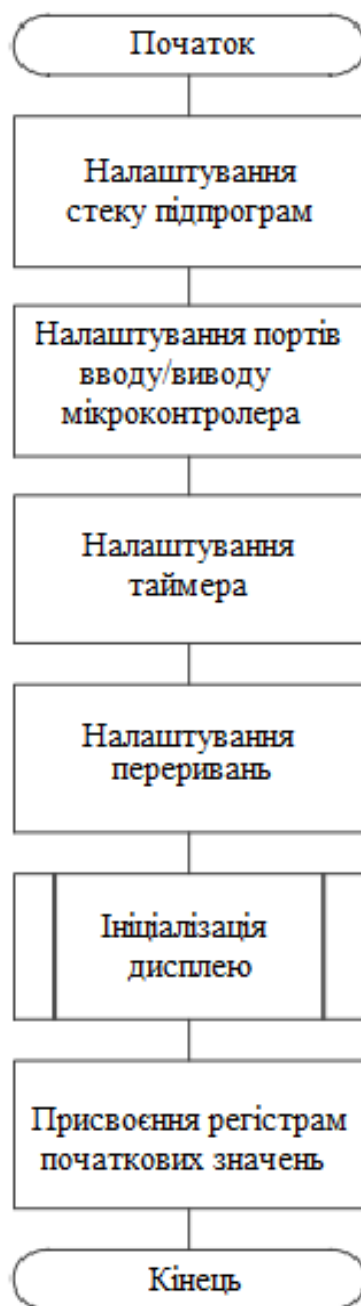


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму ініціалізації системи

На рис. 3.3 показано блок-схему алгоритму контролю безпечної відстані.

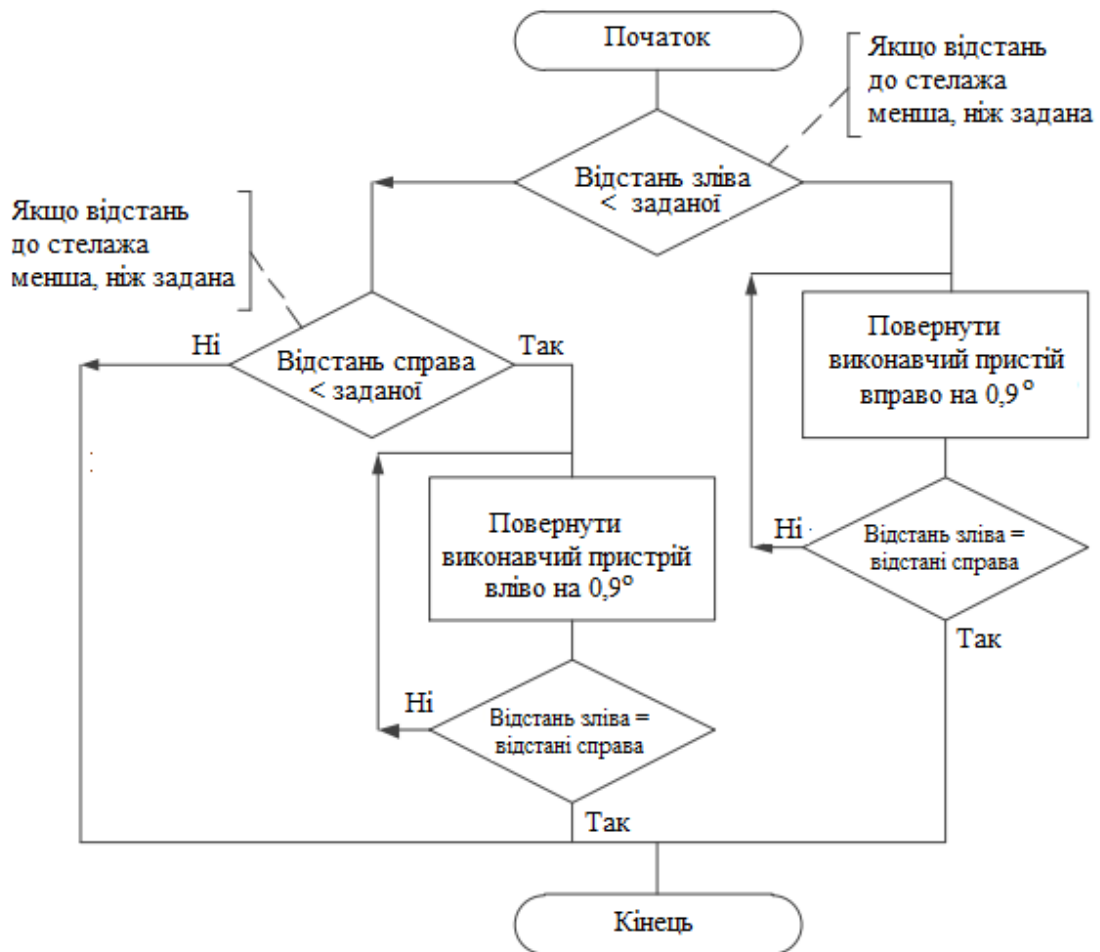


Рисунок 3.3 – Блок-схема алгоритму контролю безпечної відстані

На рис. 3.4 наведено блок-схему алгоритму зчитування номерів стелажів.



Рисунок 3.4 – Блок-схема алгоритму зчитування номерів стелажів

На рис. 3.5 представлено блок—схему алгоритму перевірки аварійної ситуації.

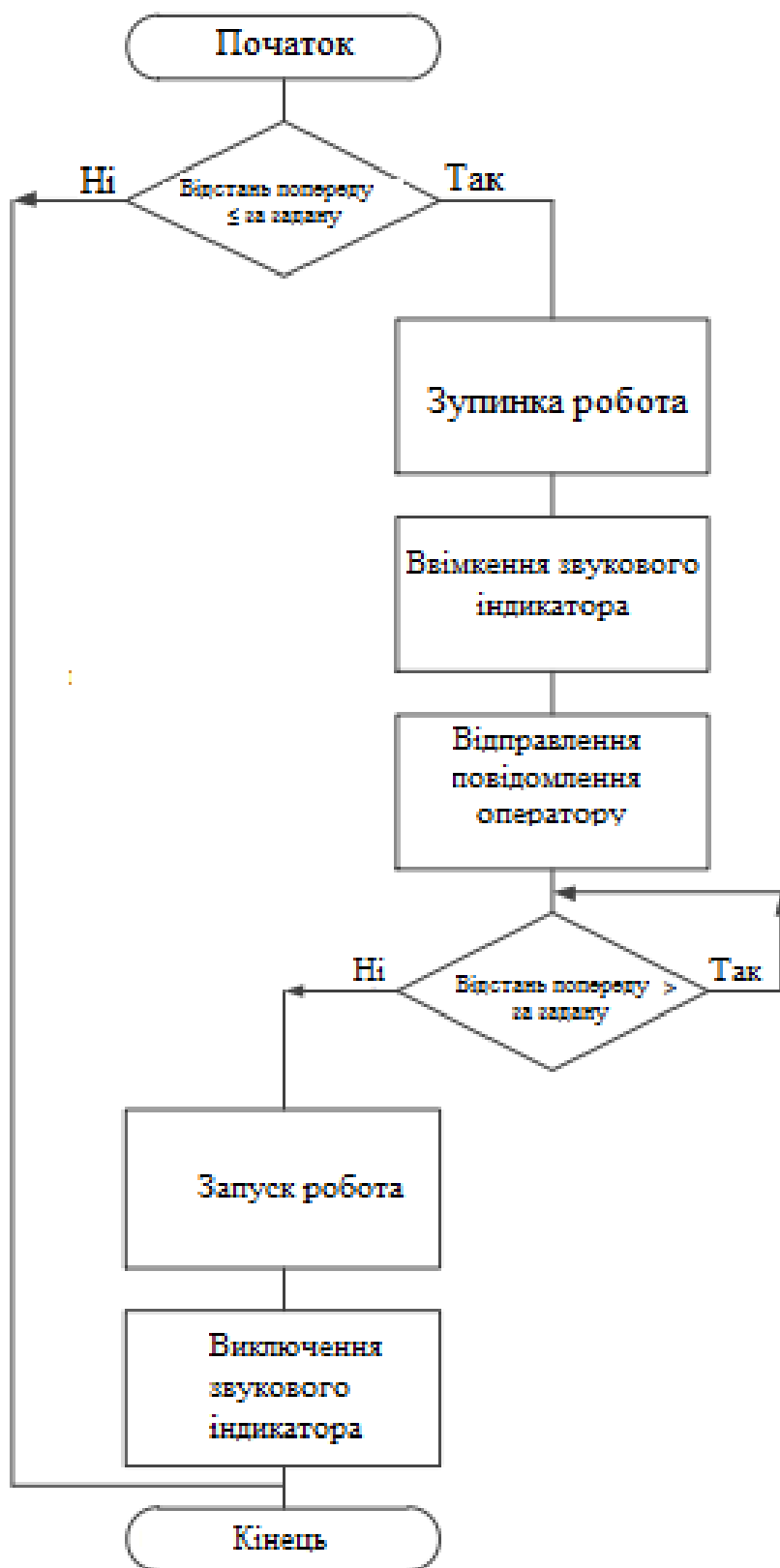


Рисунок 3.5 – Блок—схема алгоритму перевірки аварійної ситуації.

3.2 Моделювання прототипу СУТР

На сьогоднішній день існує велика різноманітність ПЗ, котре призначене для проектування компонент електронних пристроїв та їх схем. У таких програмах одна з важливих функцій – симуляція електричних схем.

Вона дозволяє наочно побачити, як створювана система працюватиме в реальності, і як її компоненти взаємодіятимуть один з одним. Найбільш популярними є такі програми: Proteus, Micro-Cap, NI Multisim, LabVIEW, LTSpice.

Proteus – найпотужніша САПР, що дозволяє провести віртуальну симуляцію роботи величезної кількості аналогових та цифрових пристроїв. Пакет містить у своєму складі понад 6000 компонентів електроніки з необхідними даними, а також вже готові демонстраційні ознайомлювальні проекти. Він є системою схемотехнічної симуляції на базі моделей стандартних електронних елементів. Особливістю Proteus – наявність функції симуляції роботи власне програмованих пристроїв, зокрема мікроконтролерів, мікропроцесорів. Також в склад восьмої версії вбудовано спеціалізований додак VSM Studio, котрий дає змогу створити програмний код для мікроконтролера, що використовується в проекті, та здійснити його компіляцію [37].

Micro-Cap – ще одна професійний засіб аналогової, цифрової та змішаної симуляції та проведення аналізу нескладних ланцюгів власне електронних пристроїв. Інтерфейс ПЗ є інтуїтивно зрозумілим, невибагливість до обчислювальних ресурсів персонального комп'ютера та великий спектр можливостей стали основою популярності Micro-Cap серед радіоаматорів, студентів та викладачів мікроелектроніки. Процес роботи складається з створення електричного ланцюга в спеціальному графічному редакторі, вказання параметрів аналізу та вивчення готових даних, котрі отримані після проведення аналізу.

Графічний редактор використовує спеціальні бібліотеки стандартних

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електронних компонентів, у котрі можна додавати нові об'єкти шляхом експериментальних або довідкових даних з використанням вбудованого додатку Shape Editor. Моделювання включає цілий набір різних аналізів: перехідних процесів, передавальних характеристик по постійному струму, малосигнальних частотних характеристик, чутливостей по постійному струму і багато інших [38].

Ще один популярний пакет - NI Multisim, котрий застосовується для симуляції електронних схем та виконання розводки друкованих плат. Відмінна риса засобу – наочність і простота інтерфейсу, існування потужних інструментів для здійснення графічного аналізу отриманих даних симуляції, можливість використання віртуальних пристроїв вимірювання, котрі здатні копіювати реальні аналоги. Є електромеханічні моделі, імпульсні джерела живлення, перетворювачі потужності. У Multisim реалізовано багато функцій для професійного проектування мікроелектронних пристроїв, однією з яких є імітація роботи мікроконтролерів [39].

З розглянутих програм для моделювання мікроконтролерної системи було обрано САПР Proteus. Вона має зрозумілий інтерфейс, великий вибір електронних компонентів, а найголовніше, даний програмний продукт надає вбудований додаток VSM Studio,

Код для моделювання писався мовою Ассемблер, оскільки Proteus може застосовувати цю мову програмування. Ассемблер дозволяє краще зрозуміти роботу мікроконтролера і запрограмувати його так, як потрібно розробнику.

На рис. 3.6 наведений скріншот моделювання системи у Proteus.

На рис. 3.6 зображено:

- драйвер крокового двигуна L293D (U4);
- кроковий двигун (1);
- давачі відстані SRF04 (U2, U3);
- світлодіод індикатора аварійних ситуацій (D17);
- РКІ LCD HD44780 (2);
- мікроконтролер ATMEGA8535 (3);
- функціональні клавіші: "0-9", "Відправити", "Скидання";

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- інвертор сигналу NOT (U1).

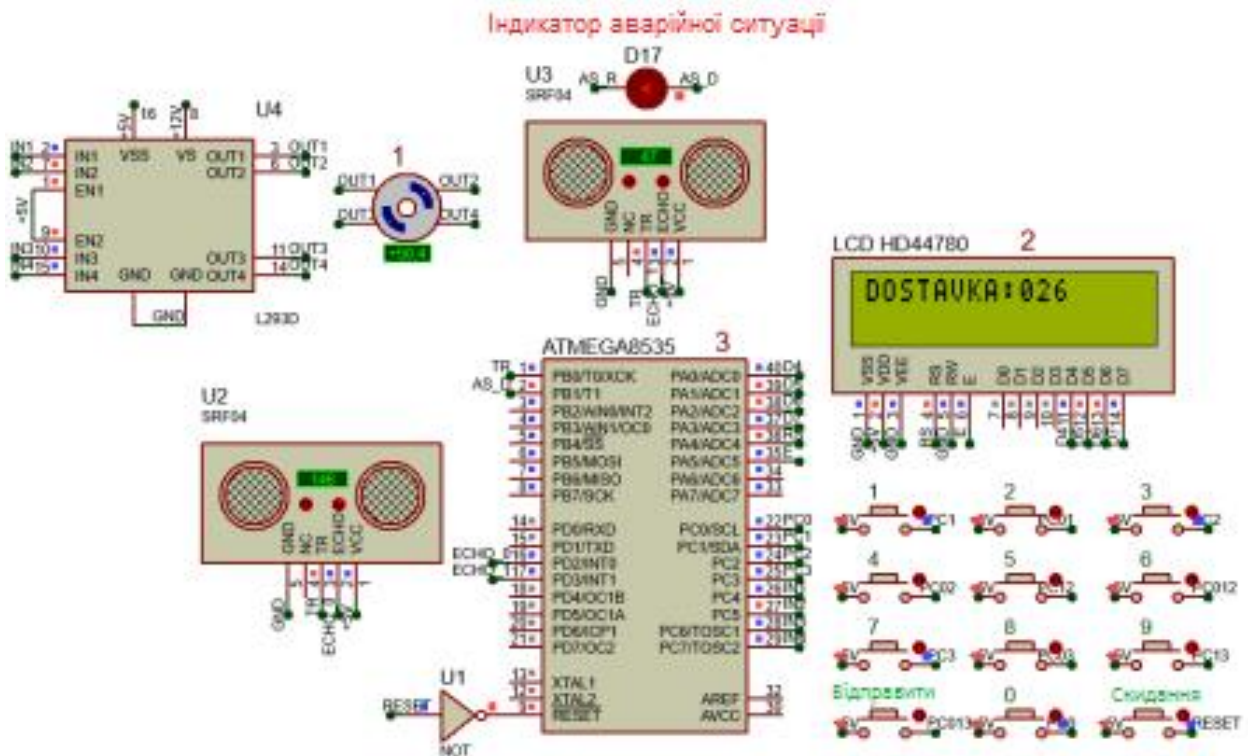


Рисунок 3.6 – Моделювання системи у Proteus

Після запуску моделювання на дисплей (2) відображається повідомлення «STELLAZH:». Система знаходиться в режимі очікування і чекає на введення необхідного стелажа. За допомогою функціональних клавіш «0-9» відбувається введення номера стелажу та його відображення на дисплеї. Після того, як необхідний стелаж введено, відбувається натискання кнопки «Надіслати».

Для візуальної наочності процесу доставки вантажу, на дисплей виводиться повідомлення ««DOSTAVKA:» і виводяться номери проміжних стелажів, які робот зчитує по ходу руху.

Давач відстані (U3) спереду робота контролює наявність перешкод на шляху. Якщо відстань менша за задану, в даному випадку це 50см, то рух робота зупиняється і загоряється індикатор аварійної ситуації (D17). Як тільки відстань спереду робота буде більшою за 50см, індикатор аварійної ситуації гасне і рух робота відновлюється.

Контроль безпечної відстані до стелажів фіксується давачем відстані (U2)

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

ліворуч від робота, щоб запобігти зіткненню робота зі стелажом. Якщо ця відстань менша за задану, в даному випадку це 150см, то кроковий двигун (1) починається повертати робота вправо на певну кількість градусів, як тільки відстань ліворуч від робота стане більше 150см, то кроковий двигун починає повертати робота вліво на стільки ж градусів, на скільки він повертав праворуч.

Після досягнення необхідного стелажу на дисплей виводиться повідомлення «DOSTAVLENO» і можна натиснути кнопку «Скидання» та ввести наступний необхідний стелаж.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці з ПК

Санітарні правила і норми влаштування і обладнання кабінетів комп'ютерної техніки в навчальних закладах та режиму праці учнів на персональних комп'ютерах встановлюють нормативи фізичних чинників, що створюються комп'ютерами при їх роботі, та гігієнічні вимоги до проектування, виготовлення і експлуатації вітчизняних та експлуатації імпортних персональних комп'ютерів, що застосовуються в навчально-виховному процесі.

Вимоги до приміщень та розташування робочих місць з ПК: приміщення, призначені для роботи з ПК, повинні мати природне освітлення. Орієнтація вікон повинна бути на північ або північний схід, вікна повинні мати жалюзі, які можна регулювати, або штори; не дозволяється розміщувати кабінети обчислювальної техніки у підвальних приміщеннях будинків; кабінети, обладнані комп'ютерною технікою, в навчальних закладах повинні розміщуватись в окремих приміщеннях з природним освітленням та організованим обміном повітря; стіни, стеля і підлога та обладнання кабінетів комп'ютерної техніки повинні мати покриття із матеріалів з матовою фактурою з коефіцієнтом відбиття: стін — 40- 50 %, стелі — 70 - 80 %, підлоги — 20-30 %, предметів обладнання — 40-60 % (робочого столу — 40-50 %, корпуса дисплею та клавіатури — 30-50 %, стелажів — 40-60 %); поверхня підлоги повинна мати антистатичне покриття та бути зручною для вологого прибирання; забороняється використовувати для оздоблення інтер'єру приміщень комп'ютерних кабінетів полімерні матеріали (дерев'яно-стружкові плити, шпалери, що придатні для миття, плівкові та рулонні синтетичні матеріали, шаровий паперовий пластик та ін.), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини, які перевищують гранично допустимі концентрації; вміст

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Тонкошкур І.В.				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>
<i>Керівник.</i>		Баран І.О.					<i>Аркушів</i>
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
						ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42	

шкідливих хімічних речовин в повітрі дошкільних та учбових приміщень з комп'ютерною технікою не повинен перевищувати середньодобові концентрації [40].

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць: приміщення з ПК повинні мати природне та штучне освітлення; штучне освітлення в приміщеннях з ПК повинно здійснюватись системою загального освітлення; як джерела світла при такому освітленні повинні застосовуватись переважно люмінесцентні лампи; яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50° до 90° з вертикаллю в поздовжній та поперечній площинах повинна складати не більше 200 кд/м², захисний кут світильників повинен бути не менше 40; загальне освітлення повинно бути виконано у вигляді суцільних або переривчастих ліній світильників; штучне освітлення повинно забезпечувати на робочих місцях в кабінетах з ПК освітленість не нижчу, а на екранах дисплеїв — не вище приведених в таблиці 4.1; коефіцієнт запасу для освітлювальних установок загального освітлення приймається рівним 1,4; необхідно проводити чищення скла вікон та світильників не менше двох разів на рік, а також заміну перегорілих ламп по мірі їх виходу з ладу; в кабінетах з ПК слід обмежити нерівномірність розподілу яскравості в полі зору учнів [41]. Співвідношення яскравості між робочим екраном та близьким оточенням не повинно перевищувати 5:1, між поверхнями робочого екрану і оточенням (стіл, обладнання) — 10:1; величина коефіцієнту пульсації освітленості не повинна перевищувати 5 %. Газорозрядні лампи повинні застосовуватись в світильниках загального та місцевого освітлення з високочастотними пускорегулюючими апаратами; необхідно передбачити обмеження прямого блиску від джерел природного та штучного освітлення; яскравість великих поверхонь (вікна, світильники і таке інше), що знаходяться у полі зору, не повинна перевищувати 200 кд/м², мірою захисту від прямого блиску має бути зниження яскравості видимої частини джерел світла застосуванням спеціальних розсіювачів, відбивачів та інших світлозахисних пристроїв, а також правильне розміщення робочих місць відносно джерел світла; повинні передбачатись заходи щодо

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обмеження відбитого блиску на робочих поверхнях (екран, стіл, клавіатура); яскравість полисків на екрані не повинні перевищувати 80 кд/кв. м. Яскравість стелі при застосуванні системи відбитого освітлення не повинна перевищувати 200 кд/кв. м.

Таблиця 4.1 — Норми освітленості в кабінетах з ПК

Характеристика роботи	Робоча поверхня	Площина	Освітленість,лк	Примітка
Робота переважно з екранами дисплеїв ПК (50 % та більше робочого часу)	Екран	вертикальна	200	не вище
	Клавіатура	горизонтальна	400	не нижче
	Стіл	горизонтальна	400	не нижче
Робота переважно з екранами дисплеїв ПК (менше 50 % робочого часу)	Екран	вертикальна	200	не вище
	Клавіатура	горизонтальна	400	не нижче
	Стіл	горизонтальна	500	не нижче
	Дошка	вертикальна	500	не нижче
Проходи основні	Підлога	горизонтальна	100	

Вимоги, що забезпечують захист від впливу іонізуючих та неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань: ВДТ на електронно-променевих трубках можуть бути потенційними джерелами гігієнічно значимих рівнів електромагнітних випромінювань в діапазоні частот 50Гц-300 МГц; інтенсивність ультрафіолетового випромінювання на відстані 0,3м від екрану не повинна перевищувати в діапазоні довжин хвиль 400 - 320 нм — 2 Вт/м², 320 - 280 нм — 0,002 Вт/м², ультрафіолетового випромінювання в діапазоні 280 - 200 нм — не повинно бути.

4.2 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування

Приміщення для роботи з ВДТ повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 (на заміну СНиП II-4-79).

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче ніж 1,5%. Розраховується він за методикою, викладеною в ДБН В.2.5-28-2006. За виробничої потреби дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби. Вікна приміщень з ВДТ повинні мати регульовальні пристрої для відкривання, а також жалюзі, штори, зовнішні козирки та ін.

Штучне освітлення приміщення з робочими місцями, обладнаними ВДТ ЕОМ загального та персонального користування, має бути обладнане системою загального рівномірного освітлення. У виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях, де переважають роботи з документами, допускається вживати систему комбінованого освітлення (додатково до загального освітлення встановлюються світильники місцевого освітлення).

Загальне освітлення має бути виконане у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розміщуються збоку від робочих місць (переважно зліва) паралельно лінії зору працівників. Допускається застосовувати світильники таких класів світлорозподілу: світильники прямого світла – П; переважно прямого світла – Н; переважно відбитого світла – В. При розташуванні ВДТ за периметром приміщення лінії світильників штучного освітлення повинні розміщуватися локально над робочими місцями. Для загального освітлення необхідно застосовувати світильники із розсіювачами та дзеркальними екранними сітками або віддзеркалювачами, укомплектовані високочастотними пускорегульовальними апаратами (ВЧ ПРА). Застосування світильників без розсіювачів та екранних сіток забороняється [42].

Як джерело світла при штучному освітленні повинні застосовуватися, як правило, люмінесцентні лампи типу ЛБ. При обладнанні відбивного освітлення у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях можуть

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосовуватися металогалогенні лампи потужністю до 250 Вт. Допускається у світильниках місцевого освітлення застосовувати лампи розжарювання.

Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50° до 90° відносно вертикалі в подовжній і поперечній площинах повинна складати не більше 200 кд/м², а захисний кут світильників повинен бути не більшим за 40°. Коефіцієнт запасу відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 для освітлювальної установки загального освітлення слід приймати рівним 1,4. Коефіцієнт пульсації повинен не перевищувати 5 % і забезпечуватися застосуванням газорозрядних ламп у світильниках загального і місцевого освітлення. За відсутності світильників з ВЧ ПРА лампи багатолампових світильників або розташовані поруч світильники загального освітлення необхідно підключати до різних фаз трифазної мережі.

Рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документів має бути в межах 300...500 лк. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрану та збільшення освітленості екрану більше ніж до 300 лк. Світильники місцевого освітлення повинні мати напівпрозорий відбивач світла з захисним кутом не меншим за 40°. Необхідно передбачити обмеження прямої блискості від джерела природного та штучного освітлення, при цьому яскравість поверхонь, що світяться (вікна, джерела штучного світла) і перебувають у полі зору, повинна бути не більшою за 200 кд/м². Необхідно обмежувати відбиту блискість шляхом правильного вибору типів світильників та розміщенням робочих місць відносно джерел природного та штучного освітлення. При цьому яскравість відблисків на екрані відеотерміналу не повинна перевищувати 40 кд/м², яскравість стелі при застосуванні системи відбивного освітлення не повинна перевищувати 200 кд/м² [41].

Необхідно обмежувати нерівномірність розподілу яскравості в полі зору осіб, що працюють з відеотерміналом, при цьому відношення значень яскравості

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочих поверхонь не повинно перевищувати 3:1, а робочих поверхонь і навколишніх предметів (стіни, обладнання) – 5:1.

Необхідно використовувати систему вимикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також дозволяє освітлювати тільки потрібні для роботи зони приміщення.

Для забезпечення нормованих значень освітлення в приміщеннях з відеотерміналами ЕОМ загального та персонального користування необхідно очищати віконне скло та світильники не рідше ніж 2 рази на рік, та своєчасно проводити заміну ламп, що перегоріли.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Основні результати, отримані в рамках виконання випускної кваліфікаційної роботи:

- проведено аналіз предметної області;
- проаналізовано існуючі аналоги;
- складено інформаційну модель СУТР;
- на її основі розроблено структурну схему системи;
- обрані компоненти з яких складатиметься система;
- на їх основі розроблена функціональна схема системи керування;
- розроблено схему електричну принципову;
- розроблено блок-схему алгоритму роботи системи;
- проведено моделювання системи у вибраному середовищі.

Запропонований прототип СУТР є фактично мінімальним за використаним обладнанням, тому є у матеріальному плані доступним навіть для малих організацій.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Словники та енциклопедії на Академіці. Що таке робот. URL: <https://academyua.com/ua/stati/32-shcho-take-robototekhnika> (дата звернення 03.05.2022).
2. Роботи - помічники людини. URL: <https://futurum.today/roboty-pomichnyku-5-naikorysnishykh-domashnikh-robotiv/> (дата звернення 03.05.2022).
3. Класифікація роботів. URL: <https://uk.warbletoncouncil.org/los-6-tipos-robots-principales-15683> (дата звернення 13.05.2022).
4. Складські роботи. URL: <https://wareteka.com.ua/uk/blog/roboti-na-skladah-prikladi-avtomatizaciyi/> (дата звернення 13.05.2022).
5. RoboTrends. Робот Kiva . URL: <http://robotrends.ru/robopedia/kiva> (дата звернення 03.05.2022).
6. RoboTrends. Робот ОТТО. URL: <http://robotrends.ru/pub/1540/robot-otto> (дата звернення 14.05.2022).
7. RobotTrends. Робот Буксир-1. URL <http://robotrends.ru/robopedia/buksir> (дата звернення 14.05.2022).
8. ELECTRIK INFO. URL: <http://elektrik.info/main/automation/549-chtotakoe-mikrokontrollery-naznachenie-ustroystvo-princip-rabotv-soft.html> (дата звернення 11.05.2022).
9. ATMEL 8-bit AVR Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash. ATmega8535 ATmega8535L, Orchard Parkway, USA, 2006 313 стор // datasheet
10. ПАКПАК. Монохромний РКІ 128x64. URL: <http://расрас.ru/product/dfr0287-lcd12864-shield-for-arduino/> _ _ (дата звернення 11.05.2022).
11. RadioProg. Символьний дисплей LCD 16x2 HD44780. URL <http://radioprogram.ru/shop/merch/28> _ _ (дата звернення 09.05.2022).
12. HD44780U (LCD-II) (Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver) HITACHI, Japan, Tokyo, 60стор. // Datasheet.

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Сенсорика. Оптичні давачі відстані. URL: <http://www.sensorica.ru/s2-1.shtml> (дата звернення 13.05.2022).

14. Сенсорика. Ультразвукові давачі відстані. URL: <http://www.sensorica.ru/s2-2a.shtm> (дата звернення 13.05.2022).

15. Сенсорика. Магнітні давачі відстані. URL: <http://www.sensorica.ru/s2-6.shtml> (дата звернення 13.05.2022).

16. Складська логістика. URL: <https://www.skladovka.ua/uk/chto-takoe-skladskaya-logistika/> (дата звернення 16.05.2022).

17. Амперка. Ультразвуковий далекомір HC-SR04. URL: <http://amperka.ru/product/hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module> (дата звернення 19.05.2022).

18. Electronic Components Ультразвуковий далекомір SEN-13959. URL: <https://www.tme.eu/ru/details/sf-sen-13959/moduli-datchikov/sparkfun-electronics-inc/sen-13959/> (дата звернення 19.05.2022).

19. Electronic Components Ультразвуковий далекомір POLOLU PARALLAX PING. URL: <https://www.tme.eu/ru/details/parallax-ping/moduli-datchikov/pololu/parallax-ping/?brutto=1&gclid=EAIaIQobChMIq-qW9Y6H2wIVU2UZCh1e4gNmEAYYASABEgKylvD BwE> (дата звернення 20.05.2022).

20. ELEC Freaks, Ultrasonic Ranging Модули HC - SR04 3стор. // Datasheet.

21. ЧИП І ДКп. Електронні компоненти для пристроїв. Тактові кнопки. URL: <https://www.chipdip.ru/catalog-show/tact-switches?x.153=ieu&x.852=ркМ&sort=hits> (дата звернення 20.05.2022).

22. Автоподіум. Магазин автоелектроніки Звукові сигнали. URL: <https://avtopodium.net/catalog/stroboskopv-signalv-sgu/signalv-avtomobilnve> (дата звернення 20.05.2022).

23. ARZE.ru GSM модуль для дистанційного керування. URL: <http://arze.ru/securitv/barriers/gsm-moduli-dlva-distantionnogo-upravleniva.html> (дата звернення 21.05.2022).

24. ArduinoMaster. Все про Ардуїно. GSM та GPRS модулі для Arduino

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

URL: [https://arduinomaster.ru/datchiki- __ _ arduino/gsm-gprs-modul-arduino/](https://arduinomaster.ru/datchiki-__arduino/gsm-gprs-modul-arduino/) (дата звернення 21.05.2022).

25. ЕЛЕКТРОСАМ.РУ Електрика та електрообладнання, електротехніка та електроніка - інформація! Акумуляторні батареї. Види, особливості, пристрій, застосування URL: <https://electrosam.ru/glavnaia/ielektrooborudovanie/ielektropitanie/akkumuliatornve-batarei/> (дата звернення 13.05.2022).

26. 1000VA Інтернет-магазин Акумуляторів та ДБЖ на ринку з 2004р. Акумулятори, акумуляторні батареї. URL: <http://www.1000va.ru/shop/akkumulvatornie batarei/> (дата звернення 13.05.2022).

27. Texas Instruments LM2596 SIMPLE SWITCHER Power Converter 150-kHz 3-A Step-Down Voltage Regulator, Dellas, Texas, Novemver 1999- Revised May 2018, 45стор. // Datasheet. (дата звернення 18.05.2022).

28. NanoJam. Магазин роботів. 7 популярних приводів для роботів. URL: [https://nanoiam.ru/news/7 populvarnih privodov dlva robotov](https://nanoiam.ru/news/7_populvarnih_privodov_dlva_robotov) (дата звернення 19.05.2022).

29. Амперка. Крокові двигуни. URL: <http://amperka.ru/collection/stepper-motor> (дата звернення 22.05.2022).

30. Мій робот. Роботи, робототехніка, мікроконтролери. Драйвер двигунів L293D. URL: https://mvrobot.ru/stepbvstep/el_driver.php (дата звернення 22.05.2022).

31. Добро Є! Довідкова інформація. Штриховий код (штрихкод). Опис, види та розшифровка штрих-коду. URL: <http://spravka.dobro-est.com/spravochnik/kodvi/shtrihovov-kod-shtrihkod-opisanie-vidvi-i-rasshifrovka-shtrihkoda.html> (дата звернення 23.05.2022).

32. Asutpp.ru Автоматизація та електрика. URL: https://www.asutpp.ru/avtomatizaciva-_proizvodstva/fototranzistor.html (дата звернення 23.05.2022).

33. ЕЛЕКТРОСАМ.РУ Електрика та електрообладнання, електротехніка та електроніка - інформація! Фототранзистори. Пристрій. Робота. Застосування. Особливості. URL <https://electrosam.ru/glavnaia/slabotochnve-seti/oborudovanie/fototranzistorv/> (дата звернення 23.05.2022).

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

34. ЧИП І ЕКІ. Електронні компоненти для пристроїв. Фототранзистори. URL: <https://www.chipdip.ru/catalog-show/phototransistors> (дата звернення 27.05.2022).

35. Охорона праці. Інформаційний ресурс. Лазерне випромінювання та захист від нього на виробництві. URL <http://ohrana-bgd.ru/bgdproiz/bgdproiz155.html> (дата звернення 26.05.2022).

36. ЧИП І ЕКІ. Електронні компоненти для пристроїв. Лазерні модулі. URL: <https://www.chipdip.ru/catalog-show/laser-modules> (дата звернення 27.05.2022).

37. Proteus. Офіційний сайт Proteus. URL: <https://www.labcenter.com/> (дата звернення 29.05.2022).

38. Micro-Cap. Офіційний сайт Micro-Cap. URL: <https://microcap.com/> (дата звернення 29.05.2022).

39. National Instruments. Офіційний сайт NI Multisim. URL: <http://www.ni.com/multisim/> (дата звернення 29.05.2022).

40. Основи охорони праці: Підручник.; 3-тє видання, доповнене та перероблене / За ред. К. Н Ткачука. К.: Основа, 2011. 480 с.

41. Яремко З. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. Львів., 2005. 301 с.

42. Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18> (дата звернення: 01.06.2022).

					КС КРБ 123.394.00.00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“Затверджую”

Завідувач кафедри КС

_____ Осухівська Г.М.

“ ___ ” _____ 2022 р

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

ТРАНСПОРТНИМ РОБОТОМ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 9 листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студентка групи СІзс-42

_____ к.т.н., доц. Баран І.О..

_____ Тонкошкур І.В.

« ___ » _____ 2022 р.

« ___ » _____ 2022 р.

Тернопіль 2022

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютеризована система управління транспортним роботом».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.217.00.00

1.2 Виконавець

Студентка групи СІзс-42, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерної інженерії, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тонкошкур Ірина Василівна.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№ 4/7-290 від 28.04.2022 р.)

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 28.04.2022 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 15.06.2022 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Порядок оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу здійснюється у відповідності до чинних норм та правил ІСО, ГОСТ, ЕСКД, ЕСПД та ДСТУ.

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи.

Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи на 90% , наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи відбувається шляхом захисту на відповідному засіданні ЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Комп'ютеризована система управління транспортним роботом призначена для керування транспортним роботом у складських приміщеннях.

До складу комп'ютеризованої системи повинні входити як апаратна складова, так і програмна. У кваліфікаційній роботі бакалавра необхідно виконати аналіз існуючих аналогів транспортних роботів, обґрунтувати вибір прийнятого технічного рішення, побудувати інформаційну модель системи. Розробити структурну та функціональну схеми, вибрати всі її складові компоненти. Розробити схему електричну принципову прототипу системи керування транспортним роботом.

Для наочного відображення роботи системи в реальності та взаємодії її компонент один з одним було проведено моделювання прототипу у вибраному середовищі Proteus.

Користувачами комп'ютерної системи є складські працівники невеликих підприємств.

2.2 Мета створення системи

Основна мета проектування комп'ютеризованої системи управління транспортним роботом полягає в створенні повнофункціонального прототипу для керування складським роботом.

Для того, щоб досягти поставленої мети роботи, необхідно розв'язати наступні задачі:

- виконати аналіз існуючих аналогів ТР та обґрунтування вибору прийнятого рішення;
- розробити інформаційну модель системи управління транспортним роботом;
- розробити структурну та функціональну схеми системи управління транспортним роботом;
- вибрати компоненти для системи управління транспортним роботом;
- розробити схему електричну принципову прототипу системи управління транспортним роботом;
- розробити ПЗ для прототипу системи керування;
- провести моделювання прототипу у вибраному середовищі.

2.3 Характеристика об'єкту

2.3.1 Основні задачі та функції об'єкту

Комп'ютеризована система управління транспортним роботом може використовуватись на невеликих фірмах та організаціях для забезпечення якісної роботи щодо переміщення вантажів у складських приміщеннях.

При проектуванні складових системи, необхідно проаналізувати предметну область. У складських приміщеннях необхідно доставляти дуже важкі вантажі, транспортування котрих не під силу звичайній людині. Створювана система буде мінімальна у своєму обладнанні, котре використовується, і тим самим буде фінансово доступна для навіть невеликих організацій

В системі має бути присутня можливість інформувати працівника складського приміщення про наявність аварійної ситуації з використанням будь-якого способу.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система управління транспортним роботом в повинна забезпечувати можливість оповіщення про аварійну ситуацію, яка трапилася, швидко та надійно реагувати на поточні зміни. В цілому, у проєктованій системі повинні бути забезпечені:

- надійність роботи апаратної частини;
- точність визначення факту зіткнення;
- продуктивність роботи програмного забезпечення;
- часова ефективність та ефективність використання ресурсів комп'ютеризованої системи;
- надання зручного користувацького інтерфейсу для роботи з відповідним програмно-апаратним забезпеченням.
- рух ТР здійснюватиметься транспортним коридором зі стелажми та шлаковим покриттям підлоги. Таке покриття забезпечує найменше проковзування коліс по ходу руху робота;
- визначення номера необхідного стелажу відбуватиметься за допомогою давачів номерів стелажів;
- для запобігання зіткненню ТР зі стелажем необхідні давачі відстані від ТР до стелажів;
- забезпечення вводу потрібного стелажу, а також команди доставки вантажу забезпечуватиметься функціональними кнопками;
- у процесі доставки вантажу на шляху робота можуть виникнути аварійні ситуації, про них повідомлятиме індикатор аварійних ситуацій;
- рух робота забезпечуватиметься двома електродвигунами (по одному на ліве та праве колеса);
- джерелом живлення будуть акумуляторні батареї.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

До структури та функціонування комп'ютеризована система управління транспортним роботом входять:

- мікроконтролер Atmel ATmega8535 (для обробки даних та управління всією системою);
- LCD дисплей HD44780;
- ультразвукові давачі відстані HC-SR04;
- функціональні кнопки;
- Звуковий індикатор M100;
- GSM-модуль SIM900;
- Кроковий двигун 36HT20-0504MA;
- Драйвер L293D;
- Давачі номерів стелажів (Фототранзистор BPW85C, Лазерний модуль DSP8503-6.510);
- Акумулятор DELTA GX 12-24;
- Перетворювач LM2596.

В цілому, концептуальна модель комп'ютерної системи повинна відображати предметну область, а також процес передавання сигналу. Клієнтська частина програмного забезпечення відповідає за можливості обліку даних та забезпечення їх захисту.

Функціональні вимоги, що висуваються до комп'ютерної системи, виглядають наступним чином:

- можливість зчитування та запису даних;
- можливість вводу, редагування та знищення даних;
- можливість запобігання неавторизованому доступу (логічного);
- можливість керування правами доступу до інформаційних ресурсів;
- розподіл прав доступу;
- масштабованість програмної та апаратної складових системи.

3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи

Взаємодія базується на методі передачі інформації від давачів. Протокол передачі інформації, який при цьому використовується – TCP/IP. Під час руху давачі відстані від TP до стелажів контролюють безпечну відстань. Якщо відстань ліворуч від робота до стелажа менша, ніж задана, тоді виконавчий пристрій повертає вправо

на певну кількість градусів, як тільки ця відстань стане більшою, ніж задана, виконавчий пристрій повертає вліво на стільки ж градусів, на скільки він повернув вправо. Аналогічно і для відстані праворуч від робота.

Наявність перешкод на шляху контролює датчик відстані попереду робота. Якщо ця відстань менша або рівна заданій, відбувається зупинка робота і включається індикатор аварійної ситуації, разом з цим надходить сигнал на GSM-модуль, який посилає повідомлення оператору про наявність аварійної ситуації. Після того, як перешкода на шляху робота прибрана, датчик відстані вимірює відстань попереду робота, якщо вона більша за задану, то вимикається індикатор аварійної ситуації та рух робота відновлюється.

3.1.3 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностика комп'ютеризована система управління транспортним роботом відбувається у відповідності до затвердженого розкладу профілактичних заходів.

3.1.4 Перспективи розвитку системи

Перспективами розвитку комп'ютеризована система управління транспортним роботом є:

- можливість переміщень вантажів більшої ваги;
- підвищення точності і стабільності роботи системи в цілому;

3.1.5 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функціональні вимоги та задачі, які повинна реалізовувати комп'ютеризована система управління транспортним роботом полягають в наступному:

- визначення номера необхідного стелажу;
- формування зворотного зв'язку при успішній чи невдалій спробі визначення стелажу;
- запобігання зіткненню ТР зі стелажем;
- надання точних та адекватних результатів на запит користувачів;
- забезпечення часової ефективності роботи системи;
- подання звукового сигналу при створенні аварійної ситуації;

- забезпечення зручності використання програмного продукту.

3.1.6 Вимоги до апаратного забезпечення

- процесор – 2,2 ГГц або більш потужний з кількістю логічних ядер >8;
- RAM – 16 ГБ або більше;
- об'єм дискового простору – 1Тб.

3.1.7 Вимоги до програмного забезпечення

- Середовище модулювання Proteus;
- Мова програмування Ассемблер.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 - 1 Огляд існуючих аналогів транспортних роботів.
 - 2 Структурна схема системи управління.
 - 3 Функціональна схема системи.
 - 4 Блок-схема алгоритму роботи системи.
 - 5 Моделювання системи у Proteus.

*Примітка: У комплект документації можуть вноситися міни та доповнення в процесі розробки.

5 Техніко-економічні показники

Планована собівартість комп'ютеризована система управління транспортним роботом повинна становити не більше 10 000 грн.

*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1	Розробка технічного завдання	01.05-06.05.2022
2	Аналіз технічного завдання	07.05-10.05.2022
3	Аналіз існуючих рішень щодо створення системи керування транспортним роботом	11.05-15.05.2022
4	Проектування схеми комп'ютерної системи	16.05-19.05.2022
5	Обґрунтування вибору апаратного забезпечення комп'ютерної системи	
6	Проектування та реалізація програмного забезпечення комп'ютерної системи	20.05-24.05.2022
8	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	26.05-02.06.2022
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	03.06-07.06.2022
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	06.06-10.06.2022
11	Захист кваліфікаційної роботи	16.06.2022

7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

Під час виконання кваліфікаційної роботи у дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.