

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'ютерна система безпечного паркування

транспортного засобу в гараж

Виконав: студент

IV курсу, групи CI-42

спеціальності

123 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Клюшенко Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Баран І.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Палка О.В.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

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)

« 25 » 04 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

Студенту Клюшенкову Данилу Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютерна система безпечного паркування
транспортного засобу в гараж

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

Затверджені наказом ректора від « 24 » 04 2026 року № 4/9-188

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19.06. 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ.

1. Аналіз технічного завдання.

2. Проектна частина.

3. Практична частина.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки

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

1. Структурна схема

2. Принципова схема

3. Алгоритм роботи пристрою

4. Результати роботи пристрою при моделюванні у Tinkercad

АНОТАЦІЯ

Клюшенко Д.О. Комп'ютерна система безпечного паркування транспортного засобу в гараж: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра: спец. 123 — комп'ютерна інженерія. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2026

Ключові слова: мікроконтролер, паркування, світлодіодна стрічка, ультразвуковий давач, Arduino IDE, Tinkercad

У першому розділі роботи проаналізовано запропоновані на ринку засоби допомоги при паркуванні автомобіля в гараж, були виявлені переваги та недоліки їх роботи.

У другому розділі були виявлені характерні переваги, котрі властиві обраній апаратній платформі Arduino UNO. Виконано вибір ультразвукового давача відстані, світлодіодну стрічку. Згідно із запропонованою елементною базою розроблені структурна схема (відтворює систему керування допомоги при паркуванні) та електрична принципова схема (відображає усі потрібні електричні з'єднання і зв'язки між компонентами).

У третьому розділі представлена блок-схема алгоритму управління пристроєм, котра складається з трьох частин. Кожна з них відповідає за конкретну стадію функціонування програми. Також із застосуванням Arduino IDE розроблена керуюча програма на базі використовуваної периферії. Розглянуто під'єднання спеціалізованої бібліотеки для світлодіодної стрічки. Описано логіку функціонування програми і під'єднання ультразвукових давачів та світлодіодної стрічки. Після розроблення програмного коду, його було завантажено в мікроконтролер для перевірки роботоздатності.

Була розроблена та протестована математична модель у середовищі Tinkercad. Виконано симуляцію функціонування її алгоритму для різних дистанцій до перешкоди (3 варіанти кодових ключів).

ANNOTATION

Kliushenkov Danylo. Computer System for Safe Vehicle Parking in a Garage: Bachelor's Graduation Thesis: speciality 123 — computer engineering. Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2026

Keywords: microcontroller, parking, LED strip, ultrasonic sensor, Arduino IDE, Tinkercad

The first section of the Thesis analyzed the available parking assistance devices in the garage, and identified the advantages and disadvantages of their operation.

In the second section, the characteristic advantages inherent in the selected Arduino UNO hardware platform were identified. An ultrasonic distance sensor and an LED strip were selected. According to the proposed element base, a structural diagram (reproducing the parking assistance control system) and an electrical schematic diagram (reflecting all the necessary electrical connections and connections between components) were developed.

In the third section, a block diagram of the device control algorithm is presented, which consists of three parts. Each of them is responsible for a specific stage of the program's operation. Also, using the Arduino IDE, a control program was developed based on the used peripherals. The connection of a specialized library for the LED strip was considered. The logic of the program's operation and the connection of ultrasonic sensors and the LED strip were described. After developing the program code, it was loaded into the microcontroller to check its operability.

A mathematical model was developed and tested in the Tinkercad environment. The functioning of its algorithm was simulated for different distances to the obstacle (3 code key options).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	11
1.1 Аналіз відомих рішень.....	11
1.1.1 Park ranger parking aid	11
1.1.2 Parking target IPI-100 peel-n-stick parking aid	12
1.1.3 Maxxa 37312 dual laser parking assist.....	13
1.1.4 Cobra tuning LED stop sign.....	14
1.2 Висновки до першого розділу.....	16
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	18
2.1 Обґрунтування вибору мікроконтролера.....	18
2.2 Обґрунтування вибору ультразвукового давача	21
2.3 Обґрунтування вибору світлодіодної стрічки	25
2.4 Розробка структурної схеми.....	27
2.5 Розробка принципової схеми	28
2.4 Висновки до другого розділу	28
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	30
3.1 Розробка алгоритму роботи.....	30
3.2 Розробка керуючої програми	33
3.2.1 Під'єднання бібліотек та оголошення змінних	34
3.2.2 Програмування ультразвукових давачів.....	35
3.2.3 Програмування логіки та світлодіодної стрічки	36
3.3 Проектування моделі пристрою та налагодження в пакеті автоматизованого проектування.....	39

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Клюшенко Д.О.				Літ.	Арк.	Аркушів		
Керівник.	Баран І.О.								
Реценз.	Палка о.в.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42				
Н. Контр.	Луцик Н.С.								
Затверд.	Осухівська Г.М								

3.4 Висновки до третього розділу.....	41
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	43
4.1 Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці з ПК	43
4.2 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування	45
4.3 Висновки до четвертого розділу.....	48
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
Додаток А Технічне завдання	

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

IDE (Integrated Development Environment — інтегроване середовище розробки) – програмний комплекс для розробки ПЗ, що об'єднує редактор коду, компілятор/інтерпретатор, налагоджувач та інструменти автоматизації в одному інтерфейсі.

ПЗ – програмне забезпечення.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасному світі однією з основних тенденцій є прагнення до підвищення комфорту та безпеки життя, а також зниження складності побуту. Не оминула ця тенденція і автомобільну сферу.

У наш час майже кожна сім'я має власний автомобіль, а іноді навіть не один. Наявність необхідності зберігання транспортних засобів та бажання власників мати гарантії захисту автомобіля від впливу навколишнього середовища та, якоюсь мірою, від угону, призводить до появи майже кожної сім'ї гаража в тому чи іншому вигляді. Однак наявність гаража, що часто має невеликі габаритні розміри, породжує елемент, що ускладнює побут людини, - процес паркування в обмеженому просторі. Помилки в процесі паркування в ускладнених умовах особливо часто призводять до пошкодження автомобіля, ремонт якого в наш час або дорогий, або вкрай ускладнений через логістичні труднощі з поставкою деталей.

Зменшити ризик пошкодження кузовних елементів автомобіля під час паркування в обмеженому просторі допомагають електронні помічники. На якихось моделях зустрічаються штатні системи допомоги при паркуванні, а на інших автовласник самостійно або за допомогою фахівців встановлює позаштатні системи. Однак, на загал, виникає проблема з вибором надійного, якісного та недорогого електронного пристрою. Найчастіше представлені на ринку системи виявляються ненадійними, при тому, що мають високу вартість. Відповідно виникає необхідність підвищення надійності таких пристроїв із збереженням невисокої вартості готового пристрою.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення надійності електронних систем допомоги при паркуванні зі збереженням невисокої вартості готового пристрою.

Завдання, необхідні для досягнення даної мети:

- провести аналіз існуючих на ринку пристроїв-аналогів;
- розробити схемотехнічне рішення електронної системи допомоги при

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

паркуванні автомобіля у гараж;

- розробити алгоритм роботи пристрою;
- написати програму, що керує, котра реалізує заданий алгоритм роботи;
- провести тестування розробленої моделі пристрою у програмі автоматизованого проектування.

.

					<i>КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз відомих рішень

Існує кілька рішень для допомоги паркування у гараж. Розглянемо деякі з них.

1.1.1 Park ranger parking aid

Дана система досить проста в користування. Для її роботи необхідно поставити автомобіль у гараж та наклеїти на бічну стіну цей пристрій. Червоні лінії цього пристрою повинні збігатися вертикально. Наступного разу при паркуванні рухайтесь до того моменту, доки лінії також збігатимуться. Вкрай залежить від положення сидіння. На рис. 1.1 наведено її зовнішній вигляд.



Рисунок 1.1 – Park ranger parking aid

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Клюшенко Д.О.</i>				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>
<i>Керівник.</i>		<i>Баран І.О.</i>					<i>Аркушів</i>
<i>Реценз.</i>		<i>Палка о.в.</i>			ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М</i>					

Park Ranger допомагає точно паркувати ваш автомобіль у гаражі, спереду назад. Він захищає цінні речі від удару вашим автомобілем, ваш автомобіль від удару гаражними воротами та дозволяє залишити простір для ходьби навколо вашого автомобіля. Він простий у використанні, простий в установці, не заважає та неймовірно точний. Дивовижно простий - заїжджайте та просто вирівнюйте лінії [1].

Він ідеально підходить для того самого водія в тому ж автомобілі з сидінням у тому ж положенні. Іншим водіям, можливо, доведеться скоригувати вирівнювання ліній.

Park Ranger був розроблений для підвішування як картини, тому монтажні елементи не видно, що дозволяє легко переміщувати його за потреби. Крім того, його можна встановити за допомогою клейкої основи.

Переваги:

- низька вартість;
- простота монтажу.

Недоліки:

- низька точність і, як наслідок, ненадійність;
- відсутність можливості швидкого регулювання.

1.1.2 Parking target IPI-100 peel-n-stick parking aid

Цей пристрій також досить простий у використанні. Для його застосування необхідно поставити автомобіль в гараж, після чого приклеїти на підлогу під колесо [2]. На рис. 1.2 відображено зовнішній вигляд пристрою.

Паркувальні пристрої ParkingTarget виготовлені з екологічно чистого комерційного пластику з клейкою стрічкою, прикріпленою до нижньої частини.

Паркувальні пристрої ParkingTargets – це простий спосіб вирішити поширену проблему. Їх легко встановити, до них можна під'їхати або переїхати, тому вони універсальні для різноманітного використання як у побуті, так і в комерційних цілях.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 – Parking target IPI-100 peel-n-stick parking aid

Переваги:

- економічність;
- простота встановлення.

Недоліки:

- рухливість, а отже, ненадійність,
- низька точність при паркуванні;
- відсутність можливості швидкого регулювання.

1.1.3 Maxxa 37312 dual laser parking assist

Maxxa 37312 працює за рахунок проектування двох лазерних променів на підлогу гаража. Лазери можна регулювати в залежності від місця, де вам зручно їх помітити, наприклад на приладову панель. Для визначення позиції необхідно знову ж таки спочатку поставити автомобіль, а потім відрегулювати лазер [3].

На рис. 1.3 наведено вигляд пристрою.

Подвійні лазери, що незалежно регулюються, ідеально підходять для гаражів на два автомобілі та показують, де паркуватися в гаражі, для уникнення стін, полиць та інших предметів, котрі знаходяться в гаражі. Білий колір для того, щоб зливатися з більшістю стель.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рисунок 1.3 – Maxsa 37312 dual laser parking assist

Вбудований датчик руху автоматично вмикає лазер, коли в'їжджає транспортний засіб, цей датчик залишається ввімкненим близько 15 секунд після того, як рух не виявлено.

Широке покриття датчика підходить для компактних автомобілів, позашляховиків та вантажівок у більшості гаражів; Самі лазери також повністю регулюються на 360 °.

Переваги:

- регулювання лазера для точного паркування;
- є датчик руху для активації роботи;
- зручний для великих гаражів.

Недоліки:

- висока вартість;
- відсутність гнучкості системи.

1.1.4 Cobra tuning LED stop sign

Цей пристрій призначений для позначення місця зупинки автомобіля. Але, перш ніж пристрій буде працювати за призначенням, необхідно виставити

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

автомобіль у гаражі після чого поставити знак перед транспортним засобом [4].

На рис. 1.4 зображено вигляд пристрою.



Рисунок 1.4 – Cobra tuning LED stop sign

Ідеально підходить для тісних місць, таких як гараж та під'їзна дорога – миготливий світлодіодний знак «Стоп» допомагає паркуватися в умовах низької освітленості, запобігаючи зіткненню вашого автомобіля з вм'ятинами, предметами та подряпинами.

Постачається у комплекті з 4 секціями, включаючи: 2 портативні обважені основи, які можна скріпити разом, гнучкий стрижень, миготливий світлодіодний індикатор.

Перевагами є:

- простота встановлення,
- простота використання.

Недоліками є:

- висока вартість;

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- рухливість;
- неточність.

1.2 Висновки до першого розділу

Аналізуючи запропоновані на ринку пристрої допомоги при паркуванні, були виявлені недоліки цієї групи пристроїв, залежно від їхнього типу. Для технічних рішень, механічного типу, що мають низьку вартість, характерні такі недоліки як низька точність і надійність системи, а також відсутність можливості налаштування пристрою під певні зовнішні умови без зміни або переробки конструкції, іншими словами - відсутність гнучкості. Для технічних рішень, що мають, згідно з досвідом експлуатації користувачами, достатню, за певних умов, надійність та точність характерна висока вартість готового пристрою та досить обмежена адаптивність системи під конкретні зовнішні умови.

У рамках цієї кваліфікаційної роботи пропонується для усунення недоліків відомих технічних рішень, а, отже, досягнення поставленої мети розробити електронний пристрій допомоги при паркуванні в гараж.

					<i>КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						16
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування вибору мікроконтролера

Для реалізації цієї системи необхідно вибрати мікроконтролер. За вихідними даними напруга живлення системи керування, а також напруга ланцюгів керування 5 Вольт постійного струму. Як систему управління використовувати мікроконтролер. Експлуатація пристрою – у приміщенні.

Вибиратимемо між Arduino Nano та Arduino UNO [5].

Arduino Nano (рис. 2.1) оснащена мікроконтролером ATmega328, який має тактову частоту 16 МГц і в залежності від чіпа від 16 до 32 Кбайт пам'яті Flash, від 1 до 2 Кбайт оперативної пам'яті та від 512 до 1 Кбайт енергонезалежної пам'яті EEPROM [6].



Рисунок 2.1 – Arduino Nano

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Клюшенко Д.О.						
Керівник.		Баран І.О.						
Реценз.		Палка о.в.						
Н. Контр.		Луцук Н.С.						
Затверд.		Осухівська Г.М						ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42

Одна з відмінностей між Arduino Nano і Arduino UNO полягає в тому, що Nano не має окремого роз'єму для під'єднання зовнішнього джерела живлення.

Натомість для живлення та зв'язку з комп'ютером використовується кабель mini-USB. Також Nano має штиркові контакти, завдяки яким плату можна встановити на макетну плату.

Одна з головних переваг Arduino Nano - її компактні розміри. Це дозволяє використовувати її у проектах, де потрібна невелика плата. Крім того, Arduino Nano є більш доступною альтернативою Arduino UNO, що робить її привабливою для масових користувачів. У результаті Arduino Nano – чудова платформа для реалізації різноманітних проектів, що потребують компактності та надійності. Вона має всі функції та можливості Arduino UNO (рис. 2.1), але при цьому займає менше місця.



Рисунок 2.2 – Arduino UNO

Плата заснована на чіпі ATmega328, цей чіп оснащений 32 кілобайтами флеш-пам'яті, 2 кілобайтами SRAM та 1 кілобайтом EEPROM. На його периферії знаходяться 14 дискретних каналів введення та виведення та 6 аналогових каналів, а також два виведення з апаратним перериванням [7]. Завдяки цим

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеристикам контролер здатний вирішувати основні завдання. Також слід підкреслити корисність цього мікроконтролера у сфері навчання та перевірки функціональності. Одна з ключових переваг цієї плати полягає в тому, що вона є однією з найдоступніших і найпоширеніших. Завдяки цьому її легко знайти та придбати. Ця плата відмінно підходить для освоєння роботи з мікроконтролерами, проте на ній можна успішно реалізовувати і складніші проекти, що не потребують безлічі цифрових входів [8].

Основний плюс та причина вибору цієї плати став роз'єм для зовнішнього живлення плати Power Jack (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – DC Power Jack

Цей роз'єм розрахований на постійний струм від 6 до 20 Вольт. Але рекомендована напруга становить 9 Вольт [9]. Тоді виникає питання, чому рекомендована напруга 9 Вольт, якщо робоча напруга становить 5 В ? При створенні цієї плати було продумано це питання. Arduino має вбудований регулятор напруги (рис. 2.4).

SPX1117M3-L-5 Regulator [11] – цей регулятор встановлений на платі. Він дозволяє подавати на плату до 20 Вольт позитивної полярності. Також є обмеження за силою струму до 0,8 Ампер, чого добре вистачить для нашого пристрою. Слід продумати вибір блоку живлення для плати, щоб регулятор довго прослужив, а разом із ним і плата. Для стабільної роботи плати потрібно 9 Вольт, щоб на виході стабілізатора були стабільні 5 Вольт. При подачі на плату 5 Вольт через роз'єм Power Jack, регулятор зріже цю напругу, виходячи з датів, (рис. 2.5)

					<i>КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приблизно на 1,1 Вольт і в результаті на виході буде приблизно 3,9 Вольт. Чого абсолютно не вистачить для роботи мікроконтролера, та й усієї системи загалом.



Рисунок 2.4 – Регулятор напруги

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Specifications with standard type are for an Operating Ambient Temperature of $T_A = 25^\circ\text{C}$ only; limits applying over the full Operating Junction Temperature range are denoted by a "*". Minimum and Maximum limits are guaranteed through test, design, or statistical correlation. Typical values represent the most likely parametric norm at $T_J = 25^\circ\text{C}$, and are provided for reference purposes only. Unless otherwise indicated, $C_{IN} = C_{OUT} = 10\mu\text{F}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
1.5V Version					
Output Voltage	1.485	1.500	1.515	V	$I_{OUT} = 5\text{mA}$, $V_{IN} = 3.0\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$
	1.470		1.530		• $5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 800\text{mA}$, $2.9\text{V} \leq V_{IN} \leq 10\text{V}$
1.8V Version					
Output Voltage	1.782	1.800	1.818	V	$I_{OUT} = 5\text{mA}$, $V_{IN} = 3.3\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$
	1.764		1.836		• $5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 800\text{mA}$, $3.2\text{V} \leq V_{IN} \leq 10\text{V}$
2.5V Version					
Output Voltage	2.475	2.500	2.525	V	$I_{OUT} = 5\text{mA}$, $V_{IN} = 4.0\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$
	2.450		2.550		• $5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 800\text{mA}$, $3.9\text{V} \leq V_{IN} \leq 10\text{V}$
3.3V Version					
Output Voltage	3.267	3.300	3.333	V	$I_{OUT} = 5\text{mA}$, $V_{IN} = 4.8\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$
	3.234		3.366		•
5.0V Version					
Output Voltage	4.950	5.000	5.050	V	$I_{OUT} = 5\text{mA}$, $V_{IN} = 6.5\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$
	4.900		5.100		• $5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 800\text{mA}$, $6.4\text{V} \leq V_{IN} \leq 12\text{V}$
All Voltage Options					
Reference Voltage	1.238	1.250	1.262	V	$I_{OUT} = 5\text{mA}$, $(V_{IN} - V_{OUT}) = 2\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$
	1.225		1.270		• $5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 800\text{mA}$, $1.4\text{V} \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 10\text{V}$
Output Voltage Temperature Stability		0.3		%	
Line Regulation (note 1)		3	7	mV	$V_{INMIN} \leq V_{IN} \leq 12\text{V}$, $V_{OUT} = \text{Fixed/Adj.}$, $I_{OUT} = 5\text{mA}$
Load Regulation (note 1)		6	12	mV	• $5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 800\text{mA}$, $V_{OUT} = \text{Fixed/Adj.}$
Dropout Voltage (note 2)		1.00	1.20	V	• $I_{OUT} = 100\text{mA}$
		1.05	1.25		• $I_{OUT} = 500\text{mA}$
		1.10	1.30		• $I_{OUT} = 800\text{mA}$
Quiescent Current		5	10	mA	• $4.25\text{V} \leq V_{IN} \leq 6.5\text{V}$
Adjust Pin Current		50	120	μA	•
Current Limit	1.0	1.5	2.0	A	$(V_{IN} - V_{OUT}) = 5\text{V}$
Thermal Regulation		0.01	0.1	%/W	25°C , 30ms pulse
Ripple Rejection	60	75		dB	$f_{RIPPLE} = 120\text{Hz}$, $(V_{IN} - V_{OUT}) = 2\text{V}$, $V_{RIPPLE} = 1\text{V}_{RIP}$

Рисунок 2.5 – Специфікація регулятора

На рис. 2.6 наведено приклад блоку живлення для даного проєкту. Блок має вбудоване регулювання напруги. Регулятор виставлено на 9 Вольт.



Рисунок 2.6 – Блок живлення

2.2 Обґрунтування вибору ультразвукового датчика

Виходячи із заданих даних, що система перебуватиме в приміщенні, вибір буде проводитися з двох датчиків, а саме GP2Y0A021YK0F та HC-SR04.

GP2Y0A021YK0F - це інфрачервоний далекомір (рис. 2.7), принцип його роботи досить простий: датчик випромінює промінь світла в інфрачервоному спектрі, який відбивається від поверхні об'єкта і повертається, потрапляючи назад на приймач.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.7 – GP2Y0A021YK0F інфрачервоний далекомір

Його технічні характеристики такі:

- діапазон вимірювання 10-80 сантиметрів;
- напруги живлення 4,5-5 Вольт;
- споживаний струм 30-40 міліампер;
- кут огляду 25 °.

Даний давач надмірно схильний до впливу сонячний променів, які можуть привести його в неробочий стан [13]. Також із недоліків - використання давача неможливе зі світлопоглинаючими об'єктами.

HC-SR04 - ультразвуковий давач, зовнішній вигляд котрого наведено на рис. 2.8.

Цей давач працює за принципом сонара: він випромінює пучок ультразвуку і вимірює час, який потрібно для повернення відбитого від об'єкта сигналу. Цей часовий інтервал є показником відстані до об'єкта шляхом перерахунку за формулою часу у відстань.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.7 – HC-SR04

Давач має високі точність і надійність вимірювань. Розмах вимірювання дальності знаходиться в межах від 2 до 400 см. Робота пристрою не схильна до значного впливу електромагнітних випромінювань і сонячної енергії.

Технічні параметри HC-SR04 наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні технічні характеристики HC-SR04

Параметр	Значення / величина
Напруга живлення	5 В
Робочі параметри сили струму	15 мА
Сила струму в пасивному стані	менше 2 мА
Оглядний кут	15 °
Сенсорна роздільна здатність	0,3 см
Вимірювальний кут	30 °
Ширина імпульсу	10 ⁻⁶ с

Давач має чотири виводи :

- живлення +5В;
- Trig – виведення сигналу входу;
- Echo – виведення сигналу виходу;
- GND – вивід «Земля».

Принцип дії давача показано на рис. 2.9.

Для виведення давача з режиму очікування потрібно подати стартовий імпульс на вхід Trig (позитивний імпульс тривалістю 10 мкс).

Давач генерує 8 імпульсів меандру з періодом 25 мкс (що відповідає частоті 40кГц) на ультразвуковий передавач.

По спаду останнього згенерованого імпульсу давач встановлює рівень логічної «1» на виході Echo, одночасно, давач чекає отримання відбитої ультразвукової хвилі тієї ж частоти на ультразвуковий приймач.

Отримавши останній імпульс відбитої хвилі, давач перетворюється на режим очікування, встановлюючи рівень логічного «0» на виході Echo. Аналогічні дії будуть здійснені, якщо протягом 38 мс давач не прийме відбиту ультразвукову хвилю. В результаті час наявності логічної «1» на виході Echo буде рівне часу подолання ультразвукової хвилі від давача до перешкоди і у зворотньому напрямку [14].

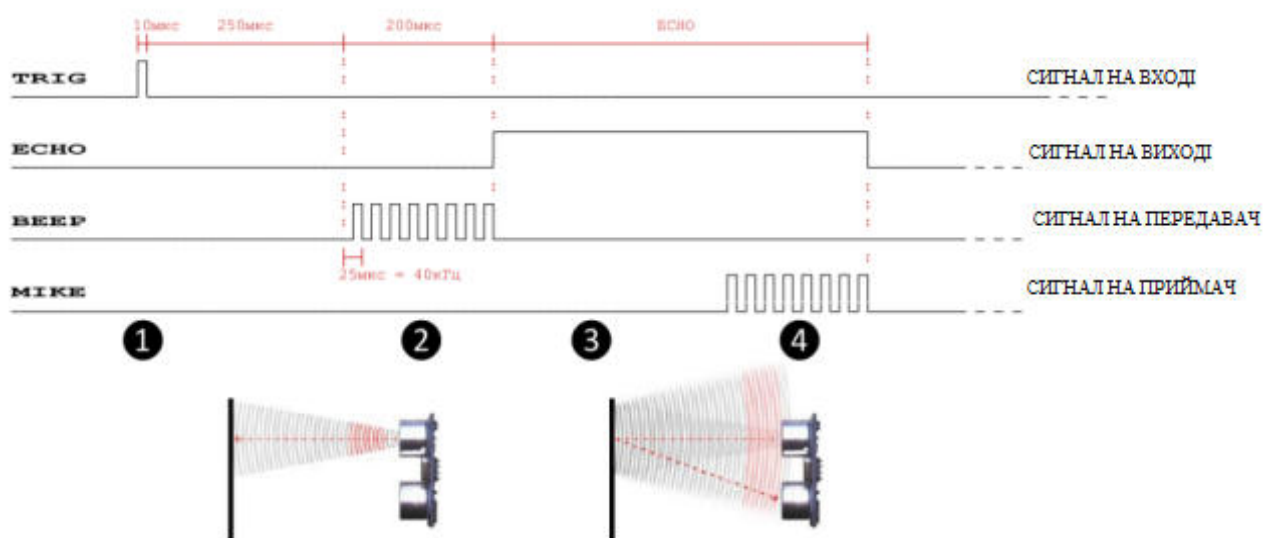


Рисунок 2.9 – Принцип дії

Напрямок імпульсів у просторі представлено на рис. 2.10.

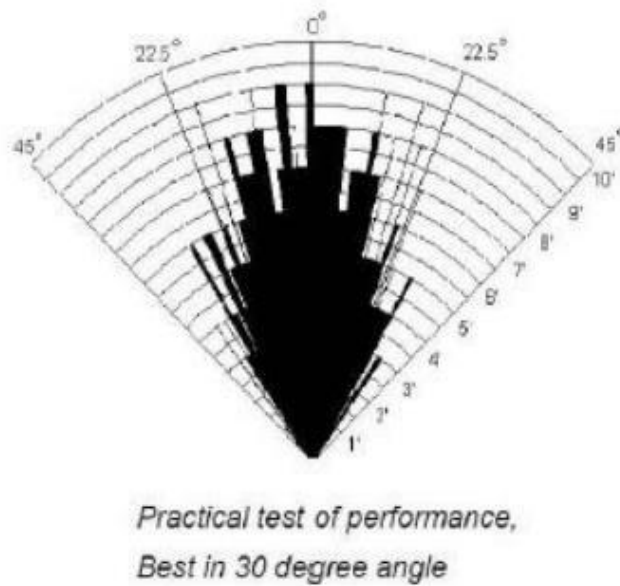


Рисунок 2.10 – Діаграма спрямованості ультразвукового давача

Розглянувши обидва давачі, для нашого пристрою найкраще підійде ультразвуковий давач HC-SR04. Вибір проводився на основі технічних характеристик. Основною характеристикою стала дистанція роботи давачів, для комфортної роботи системи необхідний запас по дальності, оскільки систему можна налаштувати програмним способом під будь-яку дистанцію.

2.3 Обґрунтування вибору світлодіодної стрічки

Важливою частиною є візуалізація процесу роботи системи. Для цього було обрано адресну світлодіодну стрічку WS2812B (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 – Адресна світлодіодна стрічка WS2812B

У табл. 2.2 наведені її технічні характеристики

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Основні технічні характеристики WS2812B

Параметр	Значення / величина
Розмір світлодіода	5*5 мм
Частота ШІМ	400 Гц
Швидкість передачі даних	800 кГц
Розмір даних	24 біти на світлодіод
Напруга живлення	5 В
Споживання при нульовій яскравості	1 мА на світлодіод
Споживання при максимальній яскравості	60 мА на світлодіод

Оснащено стрічку адресними світлодіодами (рис. 2.12):

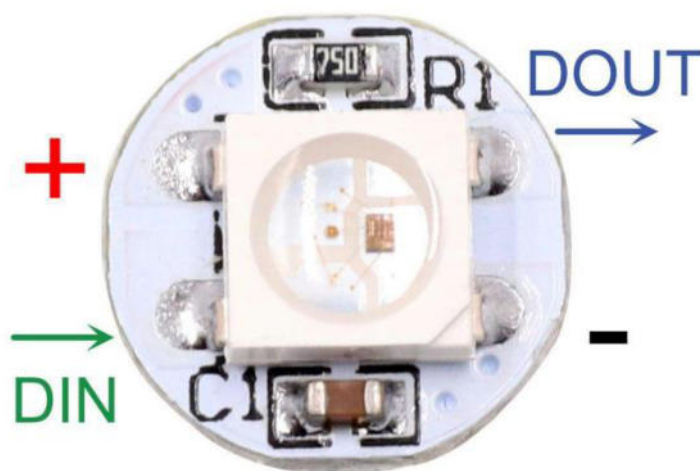


Рисунок 2.12 – Адресний світлодіод

Світлодіод оснащений двома ніжками живлення, входом та виходом. Команда приходить на кожен колір як послідовності 24 бітів по 8 біт за колір [15]. Ця послідовність приходить на вхід світлодіода. Щоб світлодіод зрозумів послідовність біт, сигнал подається так, що нуль та одиниця відрізняються за часом подачі: 0,4 мкс це нуль, а 0,85 мкс це одиниця. Час подачі одного світлодіода становить 30 мкс. Приклад передачі на один світлодіод показаний на

рис. 2.13.

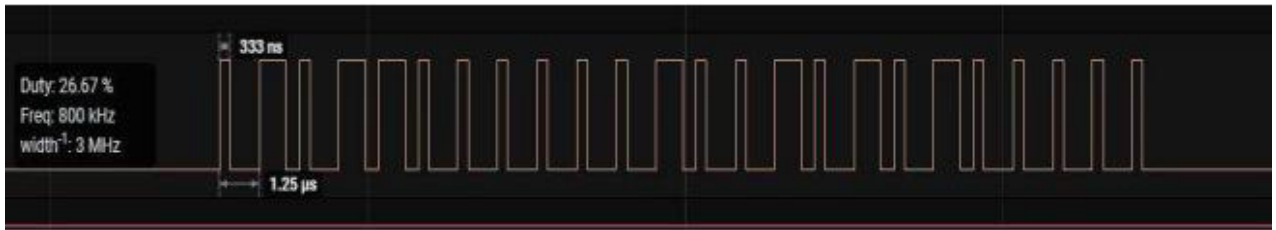


Рисунок 2.13 – Передача даних

Ця стрічка є досить популярною у різних проєктах. Також відмінно підходить під наші запити, маючи напруги живлення 5 Вольт та струму споживання на 10 світлодіодів за максимальної яскравості 0,6 Ампера. Тому вирішено було використати саме цю світлодіодну стрічку.

2.4 Розробка структурної схеми

Структурна схема, продемонстрована на рис. 2.14, це сукупність елементарних об'єктів і зв'язків між ними Є одним із видів графічної моделі.

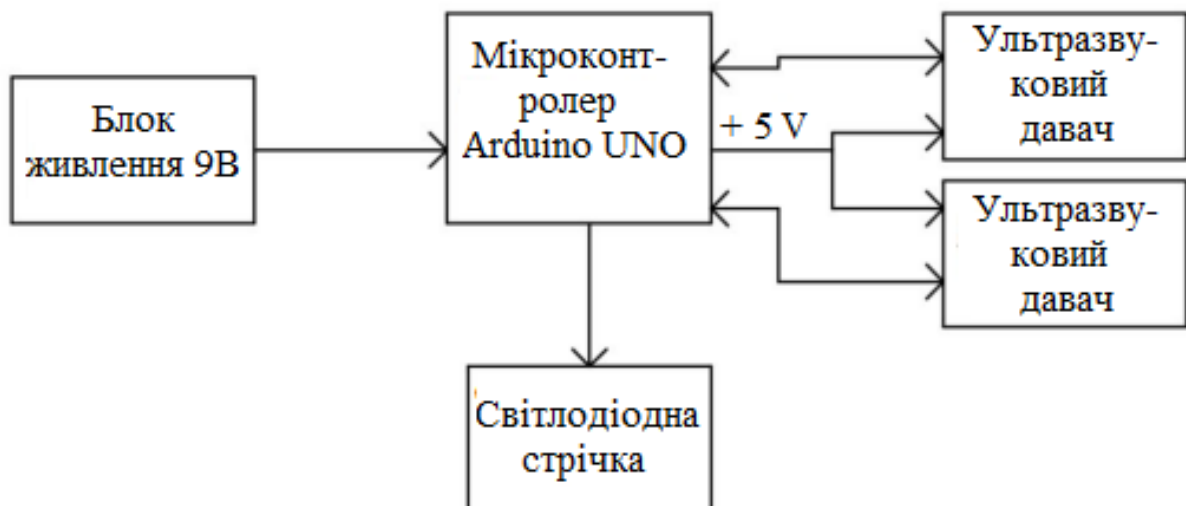


Рисунок 2.14 – Структурна схема

Як видно з рис. 2.14, живлення на мікроконтролер приходиться із блоку

живлення. Для стабільної роботи системи на плату надходить 9 Вольт, а після того йде живлення 5 Вольт. До Arduino під'єднано два ультразвукові датчики та світлодіодну стрічку.

2.5 Розробка принципової схеми

Принципова схема визначається як така схема, котра визначає повний склад елементів і зв'язків між ними і, зазвичай, надає детальне подання щодо принципу роботи виробу. Принципова схема наведена на рис. 2.15.

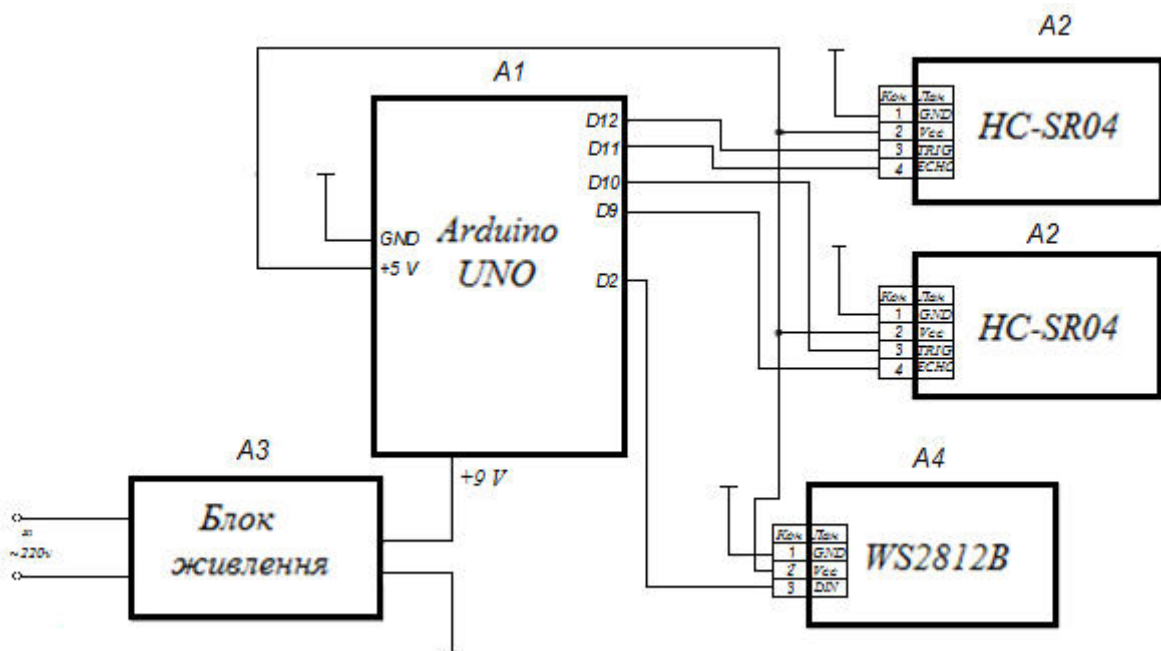


Рисунок 2.15 – Принципова схема

Ця схема показує до яких виводів мікроконтролера буде під'єднана вся периферія і живлення. Для збільшення надійності та гнучкості використовується два ультразвукові датчики HC-SR04.

2.6 Висновки до другого розділу

У ході аналізу оглядових рішень щодо вибору мікроконтролера були виявлені характерні переваги, властиві обраній апаратній платформі. Головною

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевагою моделі Arduino UNO є наявність роз'єму POWERJACK, за допомогою якого можна реалізувати рекомендаційну умову напруги живлення +9 В.

В результаті вибору давача відстані запропоновано використовувати ультразвуковий давач, який має такі переваги:

- низька собівартість;
- меншу інерційність порівняно з іншими давачами відстані, внаслідок чого досягаються кращі вібраційні характеристики;
- за рахунок поздовжнього розміщення перетворювального елемента і провідного листа, які замикаються на «землю», давач має меншу схильність до шумів.

Як підсумковий варіант вибору світлодіодної стрічки запропонована модель WS2812B за такими складовими:

- доступна ціна та високий рейтинг використання;
- низьке енергоспоживання при управлінні з низьковольтних пристроїв;

Відповідно до запропонованої елементної бази розроблені структурна схема, що відображає систему управління допомоги при паркуванні, а також електрична принципова схема, що ілюструє всі необхідні електричні з'єднання та електричні зв'язки компонентів пристрою.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка алгоритму роботи

Перед розробкою керуючої програми необхідно продумати алгоритм роботи пристрою. Кожен електронний пристрій на мікроконтролері працює за певним алгоритмом, який проходить від початку до кінця програмного коду. Спочатку продумується зразковий алгоритм роботи, який у результаті призведе до потрібної мети. Надалі, ґрунтуючись на алгоритмі, пишеться код програми, котрий перетворює ланцюжок алгоритму на зрозумілу для мікроконтролера мову.

На рис. 3.1 представлена блок-схема алгоритму, яка є початком програми (1 частиною) [16].

Ця частина алгоритму відповідає за початок роботи системи, в якій відбувається оголошення змінних, ініціалізація ультразвукових датчиків та світлодіодної стрічки. Після чого система починає вимірювати дистанцію до перешкоди та переводити її в сантиметри. Це потрібно для спрощеного розуміння дистанції. За рахунок цього і з'являється можливість змінити змінні, які відповідають за зупинку та попередження про швидку зупинку

При розробці алгоритму приймаються рішення, які функції будуть використані в коді програми.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Клюшенко Д.О.</i>						
<i>Керівник.</i>		<i>Баран І.О.</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Палка о.в.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М</i>						
						<i>ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42</i>		



Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму (1 частина)

На рис. 3.2 представлено блок-схему алгоритму, яка є серединою алгоритму (2 частиною).

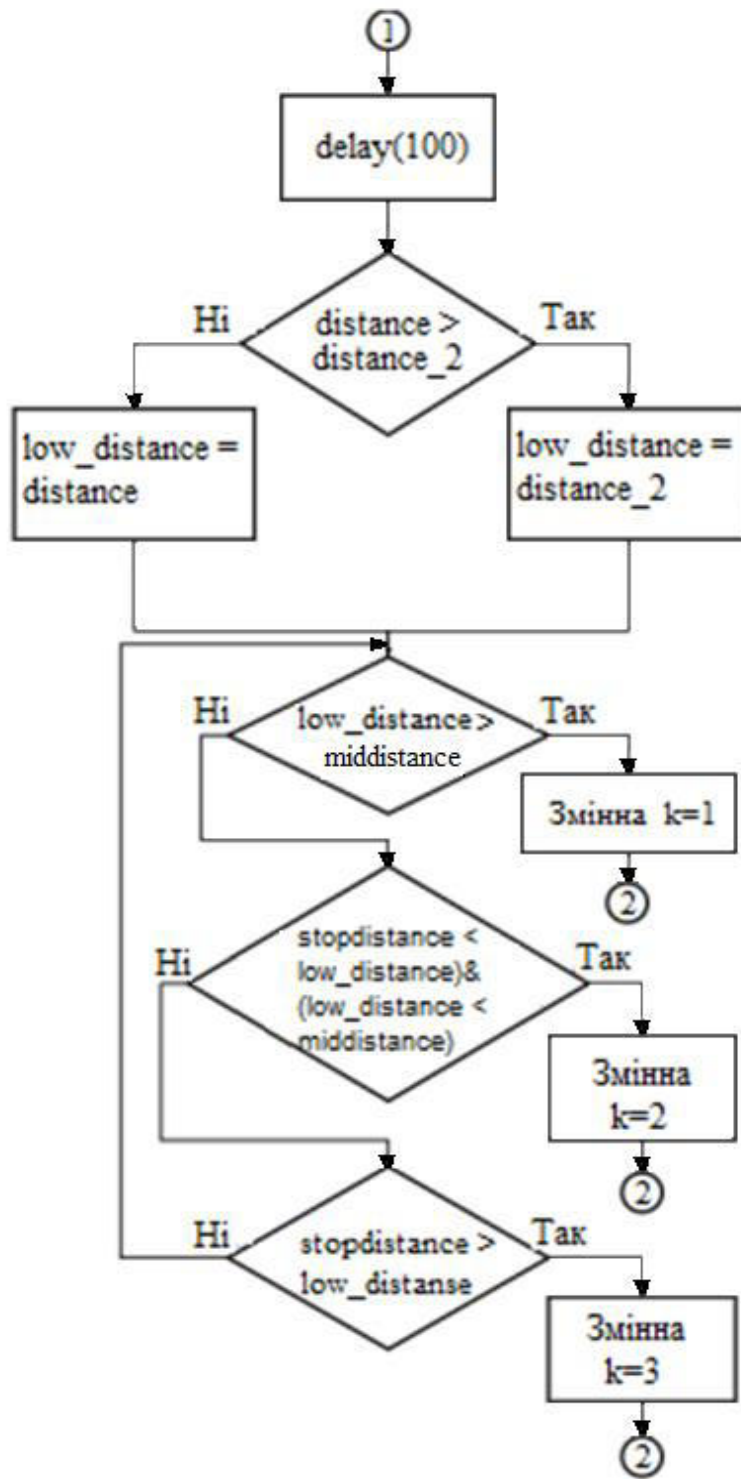


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму (2 частина)

Ця частина алгоритму призначена для визначення найменшого значення з ультразвукових датчиків, яке записуватиметься в змінну. Надалі ця змінна порівнюється з константами по дистанції, які задаються спочатку залежно від вимоги користувача. В результаті порівняння на виході змінної присвоюється

значення 1, 2 або 3. У подальшому алгоритмі дана змінна визначатиме роботу світлодіодної стрічки.

На рис. 3.3 наведена блок-схема алгоритму, яка є заключною частиною (3 частиною).

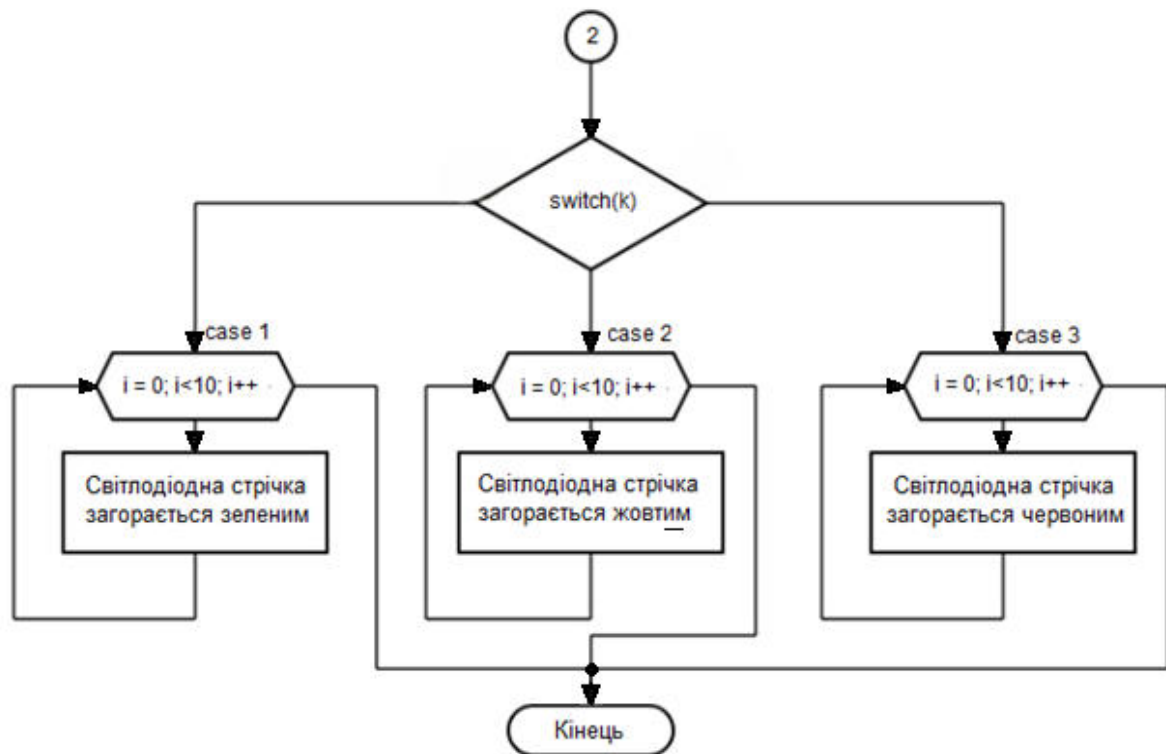


Рисунок 3.3 – Блок-схема алгоритму (3 частина)

Як раніше стверджувалося, змінна k визначає подальші дії алгоритму. Для цього можна використовувати функцію `switch()`, ця функція здійснює порівняння значення змінної зі своїми значеннями, які вказуються при написанні коду програми. В результаті вибору ключа до змінної відбувається увімкнення світлодіодної стрічки необхідним кольором.

3.2 Розробка керуючої програми

Для розробки ПЗ було використано середовище Arduino IDE, яке працює із мовою C++[17]. Саме середовище спрощує роботу цією мовою для того, щоб недосвідченим користувачам було простіше працювати в IDE. Але також

програма дозволяє оформити код у стилі C. Arduino IDE автоматично під'єднує необхідні бібліотеки для правильної роботи з мікроконтролером [18].

3.2.1 Під'єднання бібліотек та оголошення змінних

Для спрощення взаємодії з компонентами Arduino існує багато бібліотек, в яких зберігаються скорочені команди. Всі ці бібліотеки робляться іншими користувачами та підтримуються в актуальному стані.

Для нашого пристрою потрібна одна бібліотека, яка під'єднується так:

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
```

Бібліотека призначена для функціонування із різноманітними світлодіодними стрічками і неопіксельними кільцями, вона створена на C++, підтримує елементи, котрі базуються на світлодіодах WS2812 та WS2811. Бібліотека NeoPixel резервує 3 байти оперативної пам'яті на кожен світлодіод. За замовчуванням бібліотека налаштовується на світлодіоди WS2812, прапор NEO_GRB + NEO_KHZ800 можна опустити. Якщо підключаєте світлодіодну стрічку до порту 6, тоді номер порту можна не вказувати. Таким чином, обов'язковим параметром є лише кількість світлодіодів у стрічці [19].

Завдяки цій бібліотеці ми отримуємо спрощений варіант роботи зі світлодіодною стрічкою. А саме дозволяє під'єднати світлодіодну стрічку 3-ма командами (рис. 3.4).

```
#define LED_COUNT 10
#define LED_PIN 2

.....

Adafruit_NeoPixel strip (LED_COUNT,LED_PIN,NEO_GRB +
NEO_KHZ800);
```

Рисунок 3.4 – Лістинг коду під'єднання світлодіодної стрічки

Спочатку ми оголошуємо кількість світлодіодів на стрічці та вивід, до якого підключено світлодіодну стрічку. Далі відбувається оголошення світлодіодної стрічки, задається її ім'я і в дужках вказуються константи, а саме

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількість світлодіодів та вивід, тип світлодіодної стрічки та її модель. В результаті ми отримуємо ім'я світлодіодної стрічки, за якою і вподальшому взаємодіятимемо.

Також для роботи пристрою необхідно мати змінні, в яких зберігатиметься граничне значення дистанції:

```
int stopdistance = 100;
```

```
int middistance = 160.
```

Перша змінна зберігає у собі значення, у якому необхідно зупинити машину. Друга зберігає значення, котре використовується для попередження про наближення до місця зупинки

Константи на рис. 3.5 зберігають інформацію про під'єднання ультразвукових датчиків до мікроконтролера.

```
#define PIN_TRIG 12
#define PIN_ECHO 11
#define PIN_TRIG_2 10
#define PIN_ECHO_2 9
```

Рисунок 3.5 – Лістинг коду констант для під'єднання датчиків до мікроконтролера

3.2.2 Програмування ультразвукових датчиків

Після оголошення пінів для під'єднання датчиків їх необхідно ініціалізувати. А саме вказати, який пін використовуватиметься для виходу сигналу, а який для входу відбитого сигналу (рис. 3.6)

```
pinMode (PIN_TRIG, OUTPUT);
pinMode (PIN_ECHO, INPUT);
pinMode (PIN_TRIG_2, OUTPUT);
pinMode (PIN_ECHO_2, INPUT);
```

Рисунок 3.6 – Лістинг коду ініціалізації датчиків

PIN_TRIG - це пін для виходу сигналу, а PIN_ECHO - для входу [20].

Аналогічно для другого датчика.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як принцип дії датчиків заснований на надсиланні сигналу і очікуванні його повернення, для цього програмним способом потрібно надіслати сигнал (рис. 3.7):

```
digitalWrite (PIN_TRIG, LOW);  
delayMicroseconds (5);  
digitalWrite (PIN_TRIG, HIGH);  
delayMicroseconds (10);  
digitalWrite (PIN_TRIG, LOW);  
duration = pulseIn (PIN_ECHO, HIGH);
```

Рисунок 3.7 – Лістинг коду надсилання сигналу

Ця частина програми відповідає за відправку сигналу і запам'ятовування через скільки часу сигнал повернувся назад. Цей час необхідно перевести у відстань:

$$\text{distance} = (\text{duration} / 2) / 29.1$$

Саме цей рядок програми відповідає за перерахунок часу сигналу в сантиметри.

3.2.3 Програмування логіки та світлодіодної стрічки

Після під'єднання бібліотеки для стрічки та позначення її входів для під'єднання необхідно запустити стрічку в роботу. Для цього в коді програми, а саме функції void setup, прописуються наступні команди:

```
strip.begin();
```

Оскільки стрічка має коротку назву, завдяки бібліотеці strip, працюємо з нею. Ця команда відповідає за запуск світлодіодної стрічки:

```
strip.setPixelColor(i, strip.Color(255, 255, 0));
```

```
strip.show();
```

Надалі саме ці дві команди відповідатимуть за підсвічування світлодіодів у потрібний колір. У дужках першої команди першим вказується номер світлодіода на стрічці, далі вказується колір, яким світлодіод повинен загорітися.

Для реалізації роботи системи необхідно було продумати, як вона буде

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працювати. Було вирішено для підвищення надійності системи використовувати два ультразвукові давачі, але виникає питання на який з них опиратиметься мікроконтролер для роботи (рис. 3.8).

```
if (distance > distance_2)
{
low_distance = distance_2;
}
else {
low_distance = distance;
}
```

Рисунок 3.8 – Лістинг коду вибору відстані

У цій частині програми відбувається вибір, з якого давача буде взято значення дистанції до об'єкта. Основа вибору відбувається на тому з якого датчики виходить менше значення дистанції (рис. 3.9):

```
if (low_distance > middistance)
{
k = 1;
}
if ((stopdistance < low_distance)&(low_distance < middistance))
{
k = 2;
}
if (stopdistance > low_distance)
{
k = 3;
}
```

Рисунок 3.9 – Лістинг коду вибору давача

Опісля проводиться порівняння зчитуваної дистанції та константних значень. Надалі змінній надається значення на основі порівнянь. Це потрібно для роботи програми з оператором switch [22]. На рис. 3.10 наведено код цієї частини програми.

```

switch (k) {
case 1:
for(i = 0; i < 10; i++){
strip.setPixelColor(i, strip.Color(0, 255, 0));
strip.show();
}
break;
case 2:
for(i = 0; i < 10; i++){
strip.setPixelColor(i, strip.Color(255, 255, 0));
strip.show();
}
break;
case 3:
for(i = 0; i < 10; i++){
strip.setPixelColor(i, strip.Color(255, 0, 0));
strip.show();
}
break;
}
}

```

Рисунок 3.10 – Лістинг коду порівняння зчитуваної відстані та констант

Саме в цій частині і реалізується вся система, спираючись на значення змінної, відбувається вибір ключа. У кожному ключі прописано порядок подальших дій. Оскільки світлодіодна стрічка адресна, виникає необхідність звертатися до кожного світлодіода і включати його певним кольором. За це відповідає цикл for (рис. 3.11).

```

for(i = 0; i < 10; i++)
{
strip.setPixelColor(i, strip.Color(0, 255, 0));
strip.show();
}

```

Рисунок 3.11 – Лістинг коду надання світлодіоду певного кольору

Кожен світлодіод на стрічці має свій номер з 0. Саме для цього цикл for і необхідний. На нашій стрічці таких світлодіодів 10 штук, як і повторень у циклі це необхідно, щоб усі світлодіоди зайнялися необхідним кольором.

3.3 Проектування моделі пристрою та налагодження в пакеті автоматизованого проектування

Проектування моделі – це особливо важливий етап для реалізації будь-якого пристрою чи системи. Саме модель допоможе зрозуміти, як себе може поводити пристрій, а також виявить несправності та помилки при грамотному моделюванні.

Для моделювання роботи апаратної платформи Arduino, був обраний сайт Tinkercad [23], що є пакетом автоматизованого проектування. У ньому, з метою моделювання, реалізовано лише на рівні моделей більшість периферійних пристроїв апаратної платформи Arduino. Сайт дозволяє створювати проекти практично будь-якої складності.

Модель пристрою представлена на рис. 3.12.

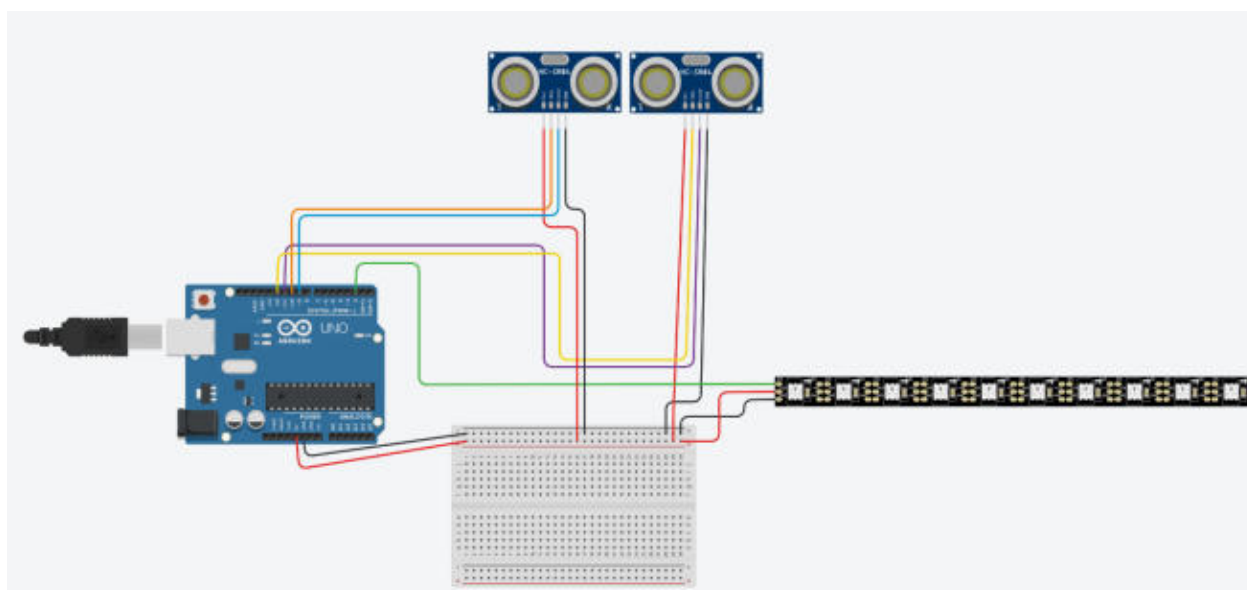


Рисунок 3.12 – Модель пристрою

Завдяки можливості промодельювати пристрій прямо на сайті, можна виправляти код програми і відразу його перевіряти. Також можна побачити результат роботи пристрою.

Якщо відстань до об'єкта з двох давачів більша, ніж 160 сантиметрів, тоді в результаті отримуємо зелений колір світлодіодів (рис. 3.13).

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

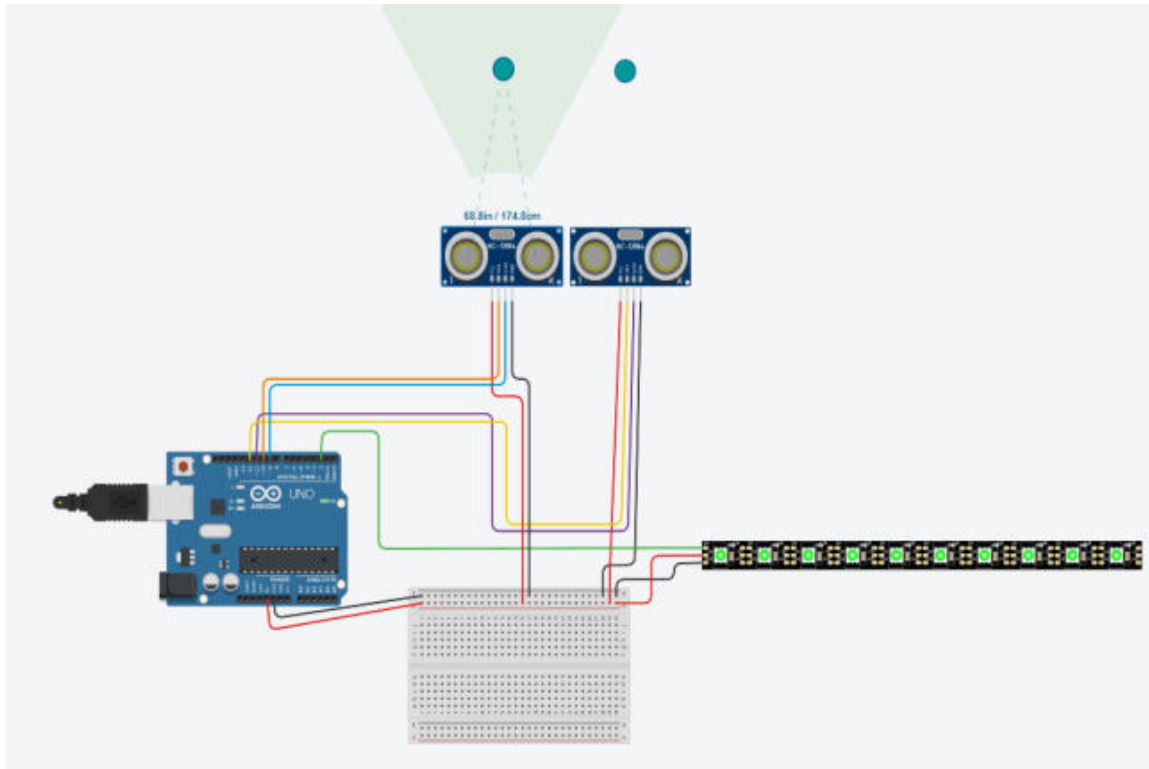


Рисунок 3.13 – Результат роботи 1 ключа програми

В цьому випадку, як тільки один датчик почне показувати дистанцію меншу, ніж 160 сантиметрів, колір світлодіодів перемкнеться на жовтий, що означатиме про швидке наближення до місця зупинки (рис. 3.14):

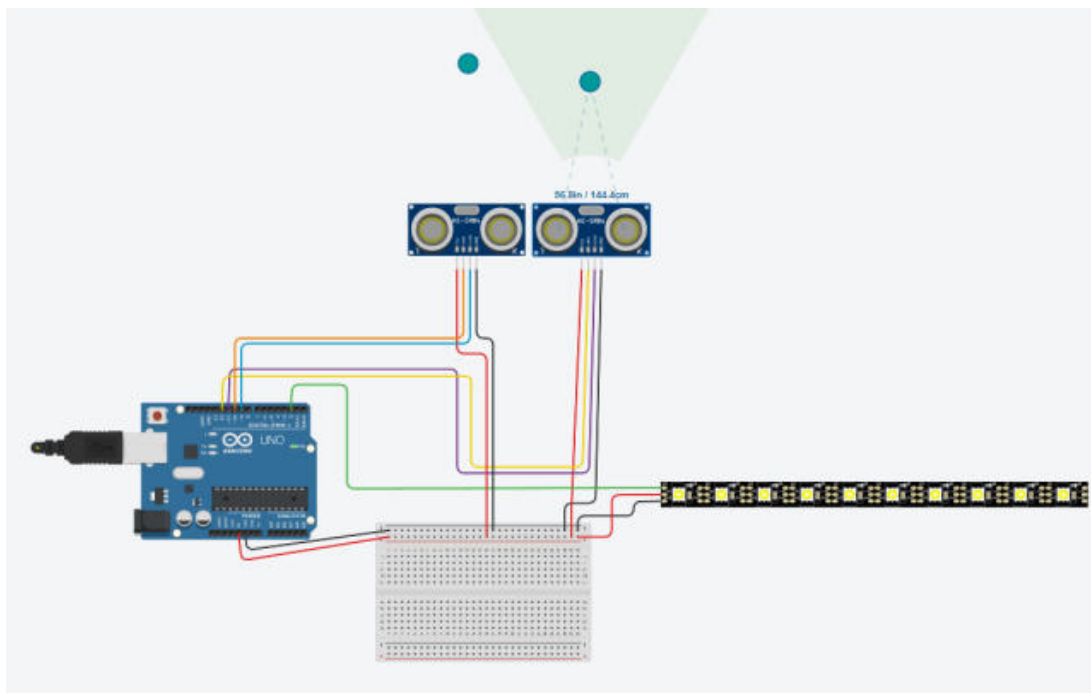


Рисунок 3.14 – Результат роботи 2 ключа програми

Якщо об'єкт наблизиться менш, ніж на 100 сантиметрів, ми отримаємо червоний попереджувальний сигнал про зупинку (рис. 3.15).

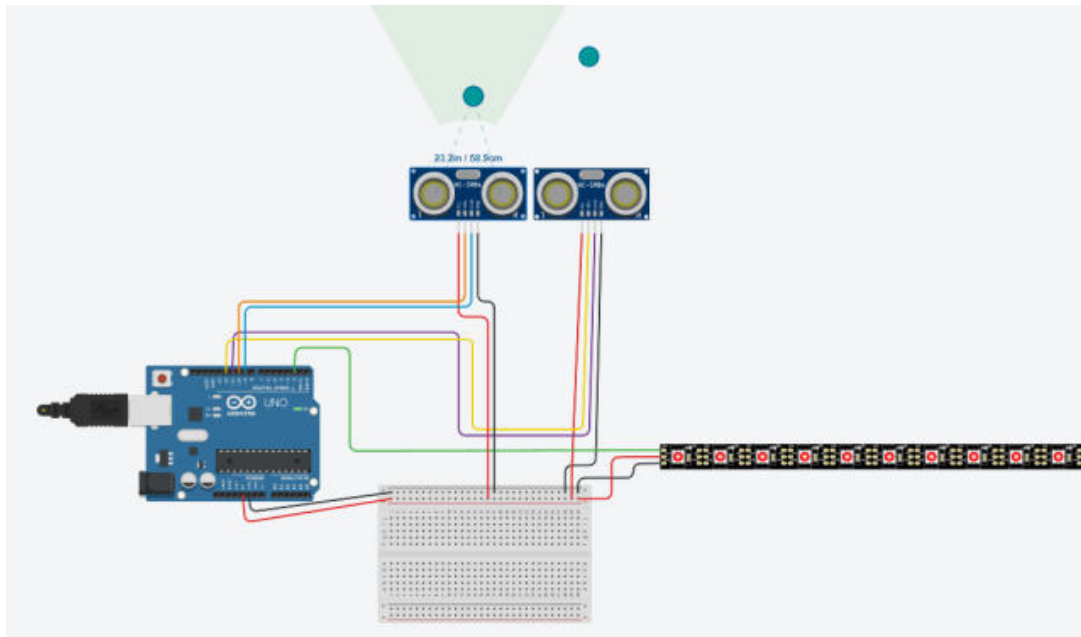


Рисунок 3.15 – Результат роботи 3 ключа програми

Код програми дозволяє без особливих труднощів змінювати дистанції спрацьовування, які відповідають за зміни кольору світлодіодної стрічки з наближенням до перешкоди. Реалізовано це через дві змінні, значення яких і відповідають за зміни кольору світлодіодів. Це дозволяє не змінювати повністю код програми, а лише змінити значення змінних на необхідні та індивідуальні.

Можливості, які реалізовані на сайті Tinkercad, дозволяють замінювати периферійні пристрої з доступних. Для даної системи на сайті можна збільшити кількість світлодіодів, що використовуються стрічкою.

3.4 Висновки до третього розділу

Одним із результатів цього розділу є покрокове опрацювання блок-схеми алгоритму управління пристроєм, що складається з трьох частин, кожна з яких відповідає за конкретну стадію програми. В результаті опрацювання були продумані функції, що використовуються у програмуванні, та логіка роботи коду

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

програми.

Також у цьому розділі з використанням Arduino IDE була розроблена керуюча програма на основі периферійних пристроїв, що використовуються. Описано під'єднання бібліотеки для світлодіодної стрічки. Пояснені всі використовувані функції та змінні, котрі присутні у програмі. Розібрано логіку роботи програми та під'єднання ультразвукових давачів та світлодіодної стрічки.

Після розробки коду він був завантажений мікроконтролер для перевірки його працездатності. Результатом є успішна робота системи.

Також була спроектована та налагоджена математична модель у програмному середовищі Tinkercad. Проведено симуляцію роботи її алгоритму з різною дистанцією до перешкоди і, відповідно, залежно від значення дистанції, застосовується певний ключ програми.

Додатково у програмі закладено можливість зміни дистанції зупинки та попереджувальної дистанції.

					<i>КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		42

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4. 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 імпортованих 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 %, корпусу 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 123.174.00.00 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Клюшенко Д.О.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник.</i>		<i>Баран І.О.</i>					
<i>Реценз.</i>		<i>Палка о.в.</i>			ТНТУ, каф. КС, гр. СІ-42		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцик Н.С.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Осухівська Г.М</i>					

шкідливих хімічних речовин в повітрі дошкільних та учбових приміщень з комп'ютерною технікою не повинен перевищувати середньодобові концентрації [24].

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 [24]. 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 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						44
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 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [25].

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 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						46
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 [26].

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

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						47
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.

4.3 Висновки до четвертого розділу

В цьому розділі розглянуто важливі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема висвітлено питання санітарно-гігієнічних вимог до умов праці з ПК та вимоги до виробничого освітлення та його нормування.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено електронну систему допомоги при паркуванні автомобіля в гараж. Система оснащена двома ультразвуковими давачами та адресною світлодіодною стрічкою для візуалізації наближення до перешкоди.

Для даної системи були розроблені всі необхідні електронні та електричні зв'язки, були обрані найкращі компоненти, які відмінно підходять під умови експлуатації. При цьому пристрій отримав високу надійність завдяки перевіреним периферії, а також має велику гнучкість, як по налаштуванню дистанції, так і за запитами розташування давачів від користувача.

Перед програмуванням системи розроблено алгоритм роботи пристрою, завдяки якому система отримала логіку функціонування. Ґрунтуючись на ній, були створені блок-схеми з послідовністю дій пристрою.

Надалі було написано керуючу програму, котра базується на алгоритмі роботи. У підрозділі з програмуванням повністю розкрито суть коду програми, завдяки чому розуміння роботи програми спрощується у разі. В результаті було отримано адаптивну систему, що використовує дві змінні, які дозволять швидко налаштувати потрібні для користувача дистанції паркування.

Після повної розробки схемотехнічних рішень та програмної частини, ми змодельовали модель використовуючи сайт Tinkercad, що є пакетом автоматизованого проектування. Змодельовавши модель пристрою, вдалося отримати абсолютно працюючий за призначенням пристрій.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Parkranger. URL: <https://parkrangerusa.com/> (дата звертання 28.04.2026).
2. Parkingtarget. URL: <https://www.parkingtarget.com/> (дата звертання 28.04.2026).
3. PARK RIGHT® DUAL LASER Model #37312. URL: <https://www.maxsainnovations.com/content/manuals/37312-37313.pdf/> (дата звертання 29.04.2026).
4. LED Stop Sign Parking Assistant for Garage with Flashing Signal. URL: <https://www.amazon.com/Cobra-Tuning-Parking-Assistant-Flashing/dp/B0758CC26J> (дата звертання 29.04.2026).
5. Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/> (дата звертання 30.04.2026).
6. Документація на Arduino Nano. URL: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000005-datasheet.pdf> (дата звертання 30.04.2026).
7. Документація на Arduino UNO. URL: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf> (дата звертання 30.04.2026).
8. Жаровський Р.О., Луцик Н.С., Осухівська Г.М., Паламар А.М., Тиш Є.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 39 с.
9. Програмування мікроконтролерів систем автоматики: конспект лекцій для студентів базового напрямку 050201 «Системна інженерія» / Укл.: А.Г. Павельчак, В.В. Самотий, Ю.В. Яцук. Львів: Львівська політехніка. 2012. 143 с.
10. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Документація на регулятор напруги SPX1117M3-L-5. URL: <https://www.farnell.com/datasheets/1468195.pdf> (дата звертання 02.05.2026).

12. Луцків А., Лупенко С., Пасічник В. Паралельні та розподільнені обчислення. Навчальний посібник. Львів: Видавництво «Магнолія 2006», 2024. 566 с.

13. Документація на інфрачервоний давач GP2Y0A021YK0F. URL: https://global.sharp/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk_e.pdf (дата звертання 03.05.2026).

14. Ультразвуковий датчик відстані Arduino HC SR04. URL: https://wiki.tntu.edu.ua/Ультразвуковий_датчик_відстані_Arduino_HC_SR04 (дата звертання 03.05.2026).

15. Повний посібник із адресних світлодіодних стрічок. URL: <https://ledyilighting.com/uk/the-ultimate-guide-to-addressable-led-strip/> (дата звертання 04.05.2026).

16. Explain Algorithm and Flowchart with Examples. URL: <https://www.edrawsoft.com/explain-algorithm-flowchart.html> (дата звертання 04.05.2026).

17. Arduino IDE. URL: <https://www.arduino.cc/en/main/software> (дата звертання 05.04.2026).

18. Arduino. URL: <https://www.arduino.cc/> (дата звертання 05.04.2026).

19. Бібліотека для адресної світлодіодної стрічки WS2812B. URL: https://github.com/adafruit/Adafruit_NeoPixel (дата звертання 06.05.2026).

20. Simon Monk «Programming Arduino: Getting Started with Sketches»: 2nd edition. 2016. 191p. ISBN 9781259641633.

21. Velychko D., Osukhivska H., Palaniza Y., Lutsyk N., Sobaszek L. Artificial Intelligence Based Emergency Identification Computer System. Advances in Science and Technology Research Journal, 18 no. 2, 2024, P. 296-304.

22. Шпак З. Я. Програмування мовою С. Львів: Оріяна-Нова, 2006. 432с.

23. Tinkercad. URL: <https://www.tinkercad.com/> (дата звертання 04.05.2026).

					КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24. Voloshchuk A., Velychko D., Osukhivska H., Palamar A. Computer system for energy distribution in conditions of electricity shortage using artificial intelligence. CEUR Workshop Proceedings, 2nd International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2024), Ternopil, Ukraine, June 12-14, 2024. Vol. 3742 P. 66-75.

25. Voloskyi V., Leshchyshyn Y., Romanyshyn N., Palamar A., Tarasenko L. Method and algorithm for efficient cell balancing in the lithium-ion battery control system. CEUR Workshop Proceedings, The 1st International Workshop on Bioinformatics and Applied Information Technologies (BAIT 2024), Zboriv, Ukraine, October 02-04, 2024. Vol. 3842. P. 258-267.

26. Palamar A., Palamar M., Osukhivska H. Real-time Health Monitoring Computer System Based on Internet of Medical Things. CEUR Workshop Proceedings, 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2023), Ternopil, Ukraine, Opole, Poland, November 22–24, 2023. Vol. 3628. P. 106-115.

27. Бедрий І.Я., Нечай В.Я. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. Львів: Манголія 2006, 2007. 499 с.

28. Желібо Є. П. Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Каравела, 2004. 328 с.

29. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. К.: Основа. 2011. 526 с.

					<i>КС КРБ 123.174.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						52
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додаток А.
Технічне завдання

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.

“ ___ ” _____ 2026 р

**КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА БЕЗПЕЧНОГО ПАРКУВАННЯ
ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В ГАРАЖ**

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 8 листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студент групи СІ-42

_____ к.т.н., доц. Баран І.О.

_____ Ключенков Д.О.

« ___ » _____ 2026 р.

« ___ » _____ 2026 р.

Тернопіль 2026

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерна система безпечного паркування транспортного засобу в гараж».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.174.00.00

1.2 Виконавець

Студент групи СІ-42, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерної інженерії, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Ключенков Данило Олександровичо.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№ 4/9-188 від 24.04.2026 р.)

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 27.01.2026 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 19.06.2026 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, 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'ютерна система безпечного паркування транспортного засобу в гараж призначена для зменшення ризиків пошкодження кузовних елементів автомобіля під час паркування в обмеженому просторі.

До складу системи повинні входити як апаратна складова, так і програмна.

Доцільність створення системи зумовлена тим, що готова система повинна забезпечити безпечне паркування та бути простою і не дорогою.

2.2 Мета створення системи

Основна мета розробки комп'ютерної системи безпечного паркування транспортного засобу в гараж полягає у підвищенні надійності електронних систем допомоги при паркуванні зі збереженням невисокої вартості готового пристрою.

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

- провести аналіз існуючих на ринку пристроїв-аналогів;
- розробити схемотехнічне рішення електронної системи допомоги при паркуванні автомобіля у гараж;
- розробити алгоритм роботи пристрою;
- написати програму, що керує, котра реалізує заданий алгоритм роботи;
- провести тестування розробленої моделі пристрою у програмі автоматизованого проектування.

2.3 Характеристика об'єкту

2.3.1 Основні задачі та функції об'єкту

Передбачається розробити прототип електронної системи допомоги при паркуванні автомобіля в гараж. Основні функції, що вимагають реалізації в системі, що розробляється:

- визначення дистанції до перешкоди;
- гнучкість у зміні величини дистанції;
- подання звукового сигналу при детектуванні перешкоди;
- виведення даних на світлодіодну стрічку.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Система повинна бути спроектована так, щоб до її складу без особливих зусиль можна інтегрувати різні елементи управління, а також нові пристрої, не порушуючи при цьому структуру системи.

У проєктованій системі повинні бути забезпечені:

- надійність роботи апаратної частини;
- інтеграція з іншими виробниками пристроїв;
- продуктивність роботи програмного забезпечення;
- повністю реконфігурований інтерфейс;
- часова ефективність.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

До структури та функціонування комп'ютерної системи безпечного паркування транспортного засобу в гараж входять два ультразвукові давачі та світлодіодна стрічка (для візуалізації наближення до перешкоди), пов'язані з вихідними портами мікроконтролера. В цілому, концептуальна модель комп'ютерної системи повинна описувати предметну область.

Для прийому та обробки даних використовується мікроконтролер.

3.1.2 Вимоги до способів та засобів зв'язку між компонентами системи
Пропоноване рішення застосовує USART та USB для передачі даних.

3.1.3 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностика комп'ютерної системи безпечного паркування транспортного засобу в гараж відбувається у відповідності до затвердженого розкладу профілактичних заходів.

3.1.4 Перспективи розвитку, модернізація системи

Перспективами розвитку та модернізації комп'ютерної системи безпечного паркування транспортного засобу в гараж є можливість подальшого розширення функціоналу контролера за допомогою під'єднання додаткових пристроїв.

Існуюча апаратна складова системи при цьому не повинна зазнавати значних змін, а програмне забезпечення системи повинно передбачати гнучкість та здатність до масштабування.

3.1.5 Вимоги до надійності системи

Комп'ютерна система безпечного паркування транспортного засобу в гараж повинна бути захищена на як на фізичному, так і на програмному рівнях. Фізичний рівень захисту повинен забезпечувати надійність щодо доступу до апаратного забезпечення, зокрема мікроконтролера та під'єднаних до нього компонентів.

Програмний рівень захисту повинен передбачати захист від сторонніх втручань і впливів.

3.1.6 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функціональні вимоги та задачі, які повинна реалізовувати комп'ютерна система безпечного паркування транспортного засобу в гараж полягають в наступному:

- можливість якісного визначення кінцевої відстані до перешкоди;
- припинення роботи у разі виявлення несправностей;
- надання точних та адекватних результатів на запит користувачів;
- забезпечення часової ефективності роботи системи;
- забезпечення зручності використання програмної частини.

3.1.7 Вимоги до апаратного забезпечення

- Arduino UNO з мікроконтролером ATmega328;
- ультразвуковий давач HC-SR04;
- світлодіодна стрічка WS2812B;
- блок живлення 9 В.

3.1.8 Вимоги до програмного забезпечення

- Arduino IDE;
- мова програмування C/ C++;
- Tinkercad.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 - 1 Структурна схема.
 - 2 Принципова схема.
 - 3 Алгоритм роботи пристрою.
 - 4 Результати роботи пристрою при моделюванні у Tinkercad

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

5 Техніко-економічні показники

Планована собівартість комп'ютерної системи безпечного паркування транспортного засобу в гараж повинна становити не більше 2 000 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	26.01 – 02.02
2.	Підбір джерел про системи контролю температури	
3.	Опрацювання літературних джерел	03.02 – 06.04
4.	Виконання дослідження щодо розробки системи	07.04 – 10.05
5.	контролю температури та товщини нанесення	
6.	гальванічного покриття у вакуумній камері	11.05 – 13.05
7.	Написання програмного коду	14.05 – 18.05
8.	Оформлення розділу «Аналіз предметної області»	19.05 – 22.05
9.	Оформлення розділу «Проектна частина»	23.05 – 26.05
10.	Оформлення розділу «Практична частина»	27.05 – 28.05
11.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека	
12.	життєдіяльності, основи охорони праці»	26.05 – 30.05
13.	Оформлення кваліфікаційної роботи	01.06 – 03.06

7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

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