

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні  
Кафедра електроніки, мікроелектронних систем та  
програмного забезпечення

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти перший бакалаврський

(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

на тему Розробка приладу для очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату.

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи 6.1531-с

Клімашин С.І.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Напряму підготовки 153

(шифр)

Спеціальності Мікро- та наносистемна техніка

(назва)

Керівник доцент, доцент, к.т.н.

Ніконова А.О.

Рецензент інженер-конструктор Конструкторського бюро  
Колосова

Григор'єва Ірина Костянтинівна

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення

Рівень вищої освіти перший бакалаврський  
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Напрямок підготовки 153  
(шифр)

Спеціальність Мікро- та наносистемна техніка  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ЕІСПЗ

Критська Т.В.

“ 14 ” червня 2024 року

**ЗАВДАННЯ**

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Клімашину Сергію Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка приладу для очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату

керівник проекту (роботи) Ніконова Аліна Олександрівна,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “26” грудня 2023 року  
№2215-с

- Строк подання студентом проекту (роботи) 14 червня 2024 року
- Вихідні дані до проекту (роботи) ультразвуковий датчик HC-SR04, датчик перешкод Hw 201, МК Arduino Uno R3, модуль TTP223, двигун для Arduino з драйверами, драйвер двигуна L298N, дисплей OLED SSD1306, акумулятор 18650
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
  - Методи вимірювання та контролю параметрів мікроклімату в залежності від типу приміщення;
  - Розробка приладу для очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату;
  - Охорона праці та техногенна безпека
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Л1 - дослідження існуючих приладів за основними параметрами;  
Л2-структурна схема приладу для очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату; Л3 – підключення двигуна до мікросхеми Arduino Uno з драйвером L298N; Л4 - схема електрична принципова.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
<i>I</i>	<i>Ніконова А.О.</i>	
<i>II</i>	<i>Ніконова А.О.</i>	
<i>III</i>	<i>Ніконова А.О.</i>	

7. Дата видачі завдання 27.12.2023 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
<i>1</i>	<i>Аналіз вимірювання та контролю параметрів мікроклімату в залежності від типу приміщення</i>	<i>03.02.2024</i>	
<i>2</i>	<i>Обґрунтування методів очищення приміщення з функцією підтримки параметрів</i>	<i>27.02.2024</i>	
<i>3</i>	<i>Вибір компонентів для елементної основи мікроконтролера</i>	<i>01.03.2024</i>	
<i>4</i>	<i>Дослідження існуючих приладів за основними параметрами</i>	<i>29.03.2024</i>	
<i>5</i>	<i>Розробка приладу для очищення приміщення</i>	<i>02.04.2024</i>	
<i>6</i>	<i>Розробка структурної схеми приладу</i>	<i>25.04.2024</i>	
<i>7</i>	<i>Розробка принципової схеми приладу для очищення приміщення</i>	<i>06.05.2024</i>	
<i>8</i>	<i>Охорона праці та техногенна безпека</i>	<i>30.05.2024</i>	
<i>9</i>	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>07.06.2024</i>	
<i>10</i>	<i>Рецензування, нормоконтроль, підписання роботи</i>	<i>17.06.2024</i>	
<i>11</i>	<i>Оприлюднений захист бакалаврської роботи</i>	<i>20.06.2024</i>	

Студент \_\_\_\_\_

( підпис )

*Клімашин С.І.*

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_

( підпис )

*Ніконова А.О.*

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено \_\_\_\_\_

( підпис )

*Верьовкін Л.Л.*

(прізвище та ініціали)

## Реферат

Дипломна робота містить 68 сторінок, 28 рисунки, 7 таблиць, 16 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – пристрій для очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату.

Мета роботи – розробка та розрахунок пристрою очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату.

Задачі роботи – розробити електричну схему пристрою і перевірити її роботу у практичних умовах.

Методика досліджень – моделювання пристрою за допомогою програмного забезпечення Fritzing.

Короткий виклад результатів досліджень – дослідження були спрямовані на вимірювання та контроль параметрів мікроклімату в залежності від типу приміщення та розробку приладу із забезпеченням високої продуктивності та надійності при виконанні основних функцій; забезпечення тривалого часу роботи без підзарядки та швидкого відновлення енергії.

Результати впроваджень – результати дослідження було апробовано у I Міжнародній науково-практичній конференції Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ «Інженерні інновації та розбудова національної економіки» та у «Сучасні виклики та напрями вдосконалення в економічній та технічній наукових сферах».

Прогнозні пропозиції – рекомендується подальша модернізація пристрою для покращення його мобільності та надійності.

РЕЗИСТОР, ТРАНЗИСТОР, ДІОД, МІКРОСХЕМА, ДВИГУН, ДРАЙВЕР, ДИСПЛЕЙ, УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ДАТЧИК, ДАТЧИК ПЕРЕШКОД

Дипломну роботу виконано на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення з 27.12.2023 р. по 14.06.2024 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
1 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТИПУ ПРИМІЩЕННЯ.....	6
1.1 Параметри мікроклімату .....	6
1.2 Методи очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату.....	8
1.3 Дослідження існуючих приладів за основними параметрами .....	12
2 РОЗРОБКА ПРИЛАДУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ З ФУНКЦІЄЮ ПІДТРИМКИ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ .....	19
2.1 Розробка структурної схеми .....	19
2.2 Ультразвуковий датчик HC-SR04 .....	21
2.3 Датчик перешкод Hw 201 .....	24
2.4 Блок управління та контролю.....	26
2.4.1 Мікроконтролер Arduino Uno R3 .....	26
2.5 Модуль ТТР223 .....	31
2.6 Блок двигунів з драйверами .....	32
2.6.1 Двигун для Arduino з драйверами .....	32
2.7 Модуль відображення інформації .....	38
2.7.1 OLED SSD1306 дисплей в Arduino.....	38
2.8 Блок живлення .....	41
2.8.1 Акумулятор 18650.....	41
2.9 Розробка принципової схеми приладу для очищення приміщення ..	42
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	44
3.1 Основні поняття та визначення пожежної безпеки .....	44
3.2 Вимоги до забезпечення пожежної безпеки систем протипожежного захисту .....	45
3.3 Організаційно-технічні заходи для забезпечення пожежної безпеки....	48
3.4 Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень і будівель.....	49
3.5 Системи засобів і заходів щодо електробезпеки .....	51
3.6 Методи захисту від шуму, вібрацій, ультра- та інфра-звука .....	53
Висновки та рекомендації .....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58
Додаток А.....	60
Додаток Б.....	61
Додаток В.....	61

## ВСТУП

Автономні системи очищення приміщень стали популярними завдяки можливості автоматичного прибирання без участі людини, що підвищує зручність та ефективність догляду за середовищем вдома та в офісі. Система навігації дозволяє уникати перешкод і оптимізувати маршрут очищення. Вбудовані сенсори виявляють забруднення та адаптують швидкість або режим очищення в залежності від рівня бруду. Присутність систем водяного очищення підвищує якість прибирання.

Аналіз існуючих систем очищення показав, що модернізація може включати різні заходи, такі як заміна компонентів на більш ефективні, встановлення нових систем керування та контролю, покращення енергоефективності через використання технологій енергозбереження, зменшення витрат електроенергії шляхом заміни енергозатратного обладнання, розширення функціональних можливостей за допомогою додаткового обладнання та сучасних технологій.

Додаткові можливості для модернізації автономних систем очищення можуть включати розширення функціоналу за допомогою штучного інтелекту, який дозволить системі аналізувати та оптимізувати процес очищення на основі зібраної інформації про приміщення та його забруднення. Також можливо впровадження системи збору та аналізу даних для покращення продуктивності та ефективності роботи системи очищення.

Загалом, модернізація автономних систем очищення може сприяти покращенню їх функціональності, ефективності та економічної вигоди. Важливо враховувати потреби та вимоги користувачів при впровадженні нових технологій та функціоналу, щоб забезпечити оптимальну якість очищення та задоволення від використання автономних систем очищення. [1]

## 1 МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТИПУ ПРИМІЩЕННЯ

Аналіз параметрів мікроклімату в приміщеннях є важливим для забезпечення комфортних умов для проживання та роботи людей. Основні параметри мікроклімату, які зазвичай вивчаються, включають температуру, вологість, швидкість руху повітря, рівень CO<sub>2</sub> та інші.

Особливості параметрів мікроклімату можуть варіюватися в залежності від типу приміщення, його призначення та обладнання. Наприклад, у виробничих приміщеннях важливо контролювати температуру та вологість для забезпечення оптимальних умов для працівників. У житлових приміщеннях може бути важливим контролювати рівень CO<sub>2</sub> та інших забруднювачів повітря.

Підвищення параметрів мікроклімату може призвести до негативних наслідків для здоров'я людей, таких як перегрівання, пересушування повітря або недостатнє провітрювання. Тому важливо ретельно контролювати ці параметри і при потребі коригувати їх за допомогою вентиляційних систем, кондиціонерів та інших пристроїв.

Огляд літератури з цього питання може допомогти отримати більше інформації про методи вимірювання та контролю параметрів мікроклімату, а також про вплив цих параметрів на здоров'я людей. Дослідження у цьому напрямку можуть також включати розробку нових технологій для автоматизованого контролю мікроклімату та покращення якості повітря в приміщеннях. [2]

### 1.1 Параметри мікроклімату

Мікроклімат в приміщеннях виробничих умов – це важливий фактор, який впливає на здоров'я та працездатність людини через тепловий обмін. Ці

умови можна поділити на оптимальні і допустимі. Оптимальні умови мікроклімату забезпечують нормальний тепловий стан організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони створюють відчуття теплового комфорту і сприяють високому рівню працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови можуть викликати зміни теплового стану організму, але ці зміни швидко нормалізуються за участю механізмів терморегуляції. Хоча не виникає серйозних ушкоджень або порушень здоров'я, можуть спостерігатися дискомфортні відчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності. Параметри мікроклімату можуть відрізнятися в залежності від типу приміщення, де вони аналізуються. Ось деякі загальні параметри мікроклімату для побутових, виробничих та лабораторних приміщень:

#### Побутові приміщення:

- Температура: оптимальна температура для житлових приміщень зазвичай коливається від 18 до 22 градусів Цельсія.

- Вологість повітря: рекомендована вологість повітря для комфортного перебування в приміщенні зазвичай становить 40-60%.

- Освітлення: достатнє освітлення є важливим для комфорту та здоров'я людей у побутових приміщеннях.

- Шум: рівень шуму в приміщенні також може впливати на комфорт та здоров'я мешканців.

#### Виробничі приміщення:

- Температура: оптимальна температура для виробничих приміщень може залежати від виду виробництва, але зазвичай вона знаходиться в діапазоні від 18 до 24 градусів Цельсія.

- Вологість повітря: важливо контролювати вологість повітря, щоб уникнути конденсації та корозії обладнання.

- Швидкість руху повітря: забезпечення достатньої циркуляції повітря може бути важливим для робочого середовища.

#### Лабораторні приміщення:



- Температура і вологість: точні параметри температури і вологості можуть бути критичними для деяких лабораторних досліджень та процесів.

- Контроль забруднень: у лабораторних приміщеннях може бути важливо контролювати рівень забруднень у повітрі, щоб уникнути впливу на дослідження.

- Освітлення: належне освітлення може бути ключовим для точності та безпеки проведення експериментальних досліджень.

Загалом, параметри мікроклімату для різних типів приміщень можуть варіюватися, але завжди слід забезпечувати оптимальні умови для комфорту, здоров'я та продуктивності людей, які перебувають у цих приміщеннях. [3]

## 1.2 Методи очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату

Існує кілька методів очищення приміщення, які можуть мати додаткову функцію підтримки параметрів мікроклімату (табл. 1.1).

Таблиця 1.1- Методи очищення приміщення

<i>Методи очищення</i>	<i>Призначення</i>
Вентиляційні системи з інтегрованими фільтрами	Очищення повітря в приміщенні шляхом усунення забруднювачів, таких як пил, пухирці та алергени.
Кондиціонери з іонізацією повітря	Випускають негативно заряджені іони, що допомагає зменшити пил, бактерії та неприємні запахи у повітрі в приміщенні.

Зволожувачі повітря	Підвищення вологості в приміщенні шляхом розпилення води або використання спеціальних картриджів з водою.
Системи моніторингу мікроклімату	Вимірювання та контроль рівнів температури, вологості, тиску, якості повітря та інших параметрів у приміщенні або об'єкті.
Використання рослин	Покращення якості повітря шляхом поглинання шкідливих речовин та вологи, а також створення природню та затишну атмосферу.
Проведення регулярного вологого прибирання	Утримування пилу, алергенів та інших забруднень під контролем, зменшуючи ризик алергічних реакцій і покращуючи якість повітря в приміщенні.
Використання спеціальних очисників повітря	Фільтри, ультрафіолетове випромінювання або іонізація допомагає покращити якість повітря в приміщенні та знизити ризик захворювань.
Забезпечення правильного обслуговування систем вентиляції та кондиціонування	<p>Регулярна заміна фільтрів в системі вентиляції та кондиціонування;</p> <p>Очищення вентиляційних каналів від пилу та інших забруднень;</p> <p>Перевірка системи на витіки повітря та інші проблеми;</p> <p>Забезпечення регулярного обслуговування системи професіоналами;</p> <p>Використання якісних матеріалів для ефективної роботи системи;</p>

Вентиляційними системами з інтегрованими фільтрами можуть бути система вентиляції з фільтрами, які здатні усувати забруднювачі повітря, пил, пухирці та інші алергени. Такі системи можуть допомогти підтримувати чистоту повітря в приміщенні та знижувати ризик виникнення алергічних реакцій.

Кондиціонери з іонізацією повітря мають функцію іонізації повітря, яка допомагає усувати бактерії, віруси та інші забруднювачі з повітря. Це може покращити якість повітря в приміщенні та зменшити ризик захворювань.

Зволожувачі повітря використовують для підтримки оптимального рівня вологості в приміщенні. Вони допомагають уникнути пересушування повітря, що може призвести до дискомфорту та проблем з диханням.

Системи моніторингу мікроклімату - це інтелектуальні системи моніторингу які можуть бути встановлені для постійного контролю параметрів мікроклімату в приміщенні та автоматично регулювати роботу вентиляційних систем, кондиціонерів та інших пристроїв для підтримки оптимальних умов.

Використання рослин може допомогти очищувати повітря в приміщенні шляхом поглинання шкідливих речовин і видалення їх через процес фотосинтезу. Наприклад, папороть, алое вера, сансевієрія та інші рослини відомі своїми очищувальними властивостями.

Проведення регулярного вологого прибирання для підтримки чистоти повітря в приміщенні важливо проводити регулярно. Це допоможе усунути пил, пухирці та інші забруднювачі з поверхонь та підтримувати оптимальну якість повітря.

Використання різноманітних спеціальних очисників повітря які можуть бути ефективними у видаленні забруднювачів з повітря. Деякі з них мають фільтри, іонізатори або ультрафіолетове випромінювання для боротьби з бактеріями та вірусами.

Важливе забезпечення правильного обслуговування систем вентиляції та кондиціонування, щоб вони працювали ефективно і не ставали джерелом забруднення повітря. Регулярна очистка фільтрів і систематична перевірка може допомогти утримувати повітря в приміщенні чистим.

Ці методи можуть бути поєднані для досягнення максимальної ефективності у очищенні повітря в приміщенні та покращенні якості мікроклімату. Важливо обирати підходящий метод або комбінацію методів залежно від потреб та особливостей конкретного приміщення.

У цій інформації також розглядається ультразвуковий п'єзоелектричний імпульсний зонд для підтримки параметрів мікроклімату.

Ультразвуковий п'єзоелектричний імпульсний зонд (УПЗІ) працює на основі оберненого п'єзоелектричного ефекту. Суть цього ефекту полягає в зміні геометричних розмірів деяких матеріалів під впливом електричного поля. УПЗІ використовує п'єзоелектричний матеріал, наприклад, кераміку на основі цирконат-титанату свинцю, який деформується при подачі на нього змінного напруги. Частота механічних коливань, що виникають при цьому, відповідає частоті прикладеної напруги. Працюючи на резонансній частоті, амплітуда коливань є максимальною, що забезпечує найбільшу ефективність випромінювання ультразвуку.

У описі УПЗІ використовуються такі характеристики:

- Резонансна частота: частота, на якій УПЗІ працює з максимальною ефективністю. Вибір робочої частоти залежить від конкретного застосування.
- Акустична потужність: кількість енергії ультразвукових хвиль, які випромінює УПЗІ за одиницю часу.
- Діаграма напрямленості: графічне представлення залежності інтенсивності випромінювання від кута відносно осі випромінювача.
- Коефіцієнт корисної дії (КПД): співвідношення випроміненої акустичної потужності до спожитої електричної.

Переваги:

- Високий КПД перетворення електричної енергії в акустичну.
- Компактні розміри та простота конструкції.
- Можливість роботи на високих частотах, що забезпечує високу точність вимірювань.
- Низьке енергоспоживання.

Недоліки:

- Чутливість до температури навколишнього середовища.
- Обмежена потужність випромінювання.
- Можливість появи паразитних резонансів. [3]

### 1.3 Дослідження існуючих приладів за основними параметрами

Проаналізувавши характеристики та рейтинги приладів, які представлені на ринку, можна виділили 3 кращі моделі (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Rowenta X-PLORER Serie 75 S

Робот-пилосос від відомого виробника побутової техніки Rowenta. Параметри та характеристики пристрою:

- Потужність всмоктування: до 2700 Па, що дозволяє ефективно очищати покриття від пилу і бруду.
- Тип пилосбірника: контейнер для пилу, що дозволяє легко видалити його і очистити.
- Фільтрація: HEPA-фільтр для утримання пилу та алергенів.
- Об'єм контейнера для пилу: 0,3 літра, що може бути недостатнім для великих зон прибирання.
- Робочий час: до 120 хвилин
- Режими роботи: автоматичний, програмований, точкове прибирання.
- Вага: 3,45 кг, що полегшує переміщення пристрою.
- Керування: через смартфон
- Рівень шуму, дБ: 65
- Площа прибирання: 120 м<sup>2</sup>

До основних переваг можна віднести:

- Автоматичне виконання роботи без необхідності постійної присутності користувача.
- Висока потужність для ефективного прибирання.
- Компактний розмір і низька вага для зручного зберігання та переміщення.
- Є можливість придбати за доступною ціною.
- Пилосос може легко подолати перешкоди заввишки до 18 мм, що дозволяє йому ефективно прибирати в будь-якому куточку дому без перешкод.
- Автоматичне видалення пилу: Пилосос має ультраточну лазерну навігацію Smart Exploration 8.0 для розумного та методичного прибирання всього будинку.

Недоліки приладу:

- Обмежений об'єм контейнера для пилу.
- Обмежений час роботи на одному заряді.
- Потреба в обслуговуванні контейнера та фільтра.



Рисунок 1.2- Philips Series 3000 XU3000/01

Робот-пилосос з функцією миття, який забезпечує щоденне вологе та сухе прибирання без зусиль. Параметри та характеристики цього пристрою:

- Потужність всмоктування : 4000 Па (максимальна), висока потужність для ефективного прибирання.
- Тип контейнера для сміття: контейнер для пилю, який легко виймається і чиститься.
- Фільтрація: стандартний фільтр HEPA 11 (мийний) для утримання пилю і дрібних часток.
- Об'єм контейнера для сміття: 0,35 літра.
- Час роботи: до 200 хвилин, що може бути необмеженим для великих просторів.
- Режими прибирання: автоматичний, програмований, місцеве прибирання.
- Вага: 3,8 кг, що робить його легким для переміщення.
- Керування: На корпусі (через смартфон).
- Рівень шуму: не перевищуючи 66 дБ, що робить його придатним для використання в будь-який час дня.
- Площа прибирання: 185 м<sup>2</sup>.

Переваги:

- Автоматична робота без постійної присутності користувача.
- Компактний розмір і легка вага для зручного зберігання та перенесення.
- Довгий час роботи на одному заряді.
- Додаток HomeRun для робота Philips: є легким у використанні та простим у засвоєнні. Він містить корисні поради та відеоінструкції, які сприяють оптимальному використанню робота.

- Велика ємність контейнера для сміття.

Недоліки:

- Потреба в обслуговуванні: Навіть при автоматичному прибиранні, пилососи вимагають певного обслуговування, такого як очищення контейнера для сміття та фільтрів.

- Вартість: Робот-пилососи з функцією миття можуть бути дорожчими порівняно зі звичайними пилососами.



Рисунок 1.3 - Xiaomi Robot Vacuum S10

Робот-пилосос від відомого китайського виробника Xiaomi, який має наступні параметри та характеристики:

- Потужність всмоктування: 4000 Па, що забезпечує високу ефективність при прибиранні пилу та бруду.

- Ємність контейнера для сміття: 0,35 літра, що дозволяє роботу продовжувати прибирання без частого очищення контейнера.

- Час роботи від одного заряджання: до 120 хвилин.

- Керування: На корпусі.

- Площа прибирання: 200 м<sup>2</sup>.

- Рівень шуму: 65 Дб.

- Вага: 3,8 кг, робить легким для переміщення.

Переваги:

- Висока потужність всмоктування для ефективного прибирання.



- Велика ємність контейнера для сміття.
- Система лазерної навігації LDS дозволяє роботу точно орієнтуватися в просторі завдяки лазерній навігації.
- Система виявлення та об'їзду перешкод дозволяє роботу уникати зіткнень навіть в умовах недостатнього освітлення.

Недоліки:

- Висока ціна порівняно з іншими моделями робот-пилососів.
- Камера виявлення перешкод не завжди розпізнає всі предмети.
- Обмежений час роботи на одному заряді.
- Основна щітка іноді застрягає та заплутується на тонких килимах.

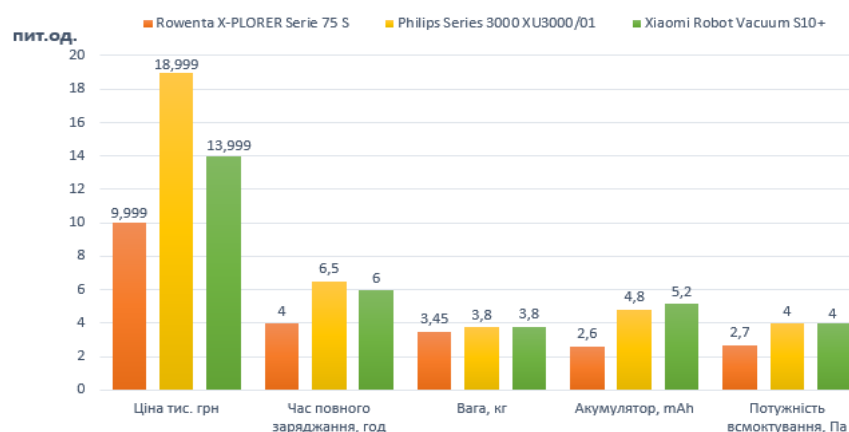


Рисунок 1.4 – Порівняння відомих моделей за основними параметрами

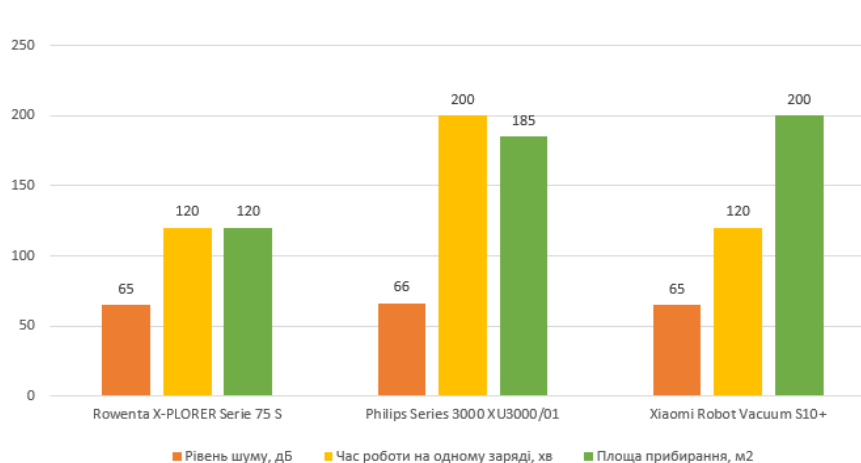


Рисунок 1.5 – Характеристики відомих моделей за основними параметрами

На основі аналізу роботів-пилососів Rowenta X-PLOER Serie 75 S, Philips Series 3000 XU3000/01, Xiaomi Robot Vacuum S10+ можна зробити наступні висновки:

1. Rowenta X-PLOER Serie 75 S відзначається високою потужністю всмоктування та ефективним навігаційним системою. Однак має доволі високий шумів.

2. До переваг приладу Philips Series 3000 XU3000/01 відноситься компактність та легкістю використання. Добре підходить для прибирання невеликих приміщень. До недоліків можна віднести малу потужність в порівнянні з іншими моделями.

3. Xiaomi Robot Vacuum S10+ має інтелектуальну системою навігації та автономність. Він може працювати без нагляду та планувати оптимальний маршрут прибирання. Однак, в порівнянні з іншими моделями, ціна на цей пилосос може бути вищою.

Проведений аналіз дозволяє виділити найважливіші параметри при проектуванні пристрою:

- ефективність роботи;
- автономність та швидкість зарядки;
- функціональність, а саме навігація та зв'язок зі смартфоном

Для розробки конкурентоспроможного приладу слід звернути увагу на:

1. Збільшення потужності двигуна
2. Підвищення здатності подолання перешкод
3. Додавання можливості вологого прибирання
4. Впровадження функції автоматичного виявлення бруду та забруднених ділянок.
5. Покращення автономного режиму для автоматичного повернення на зарядну станцію.
6. Розширення функціоналу мобільного додатку, включаючи можливість встановлення розкладу прибирання та дистанційне керування. [4]

Ці можливості допоможуть покращити функціональність та ефективність, забезпечуючи користувачам більш комфортне та якісне прибирання.

Отже метою кваліфікаційної роботи є розробка приладу для очищення приміщення з функцією підтримки параметрів мікроклімату. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести дослідження існуючих очищувачів приміщень, виділити найважливіші параметри, за якими прилад буде конкурентоспроможним на вітчизняному ринку;
- розробити загальну структурну схему приладу;
- обґрунтувати вибір окремих елементів та датчиків приладу;
- перевірити працездатність окремих вузлів схеми, підключених до мікроконтролера;
- розрахувати блок керування для 5-вольтового двигуна;
- зібрати основну схему пристрою і перевірити її роботу у практичних умовах.

## 2 РОЗРОБКА ПРИЛАДУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ З ФУНКЦІЄЮ ПІДТРИМКИ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ

### 2.1 Розробка структурної схеми

Проведений аналіз дозволяє обрати з досліджуваної сукупності факторів найбільш суттєві, виділити найважливіші параметри при проєктуванні пристрою та основі цього побудувати структурну схему (рис 2.1) які включає наступні блоки:

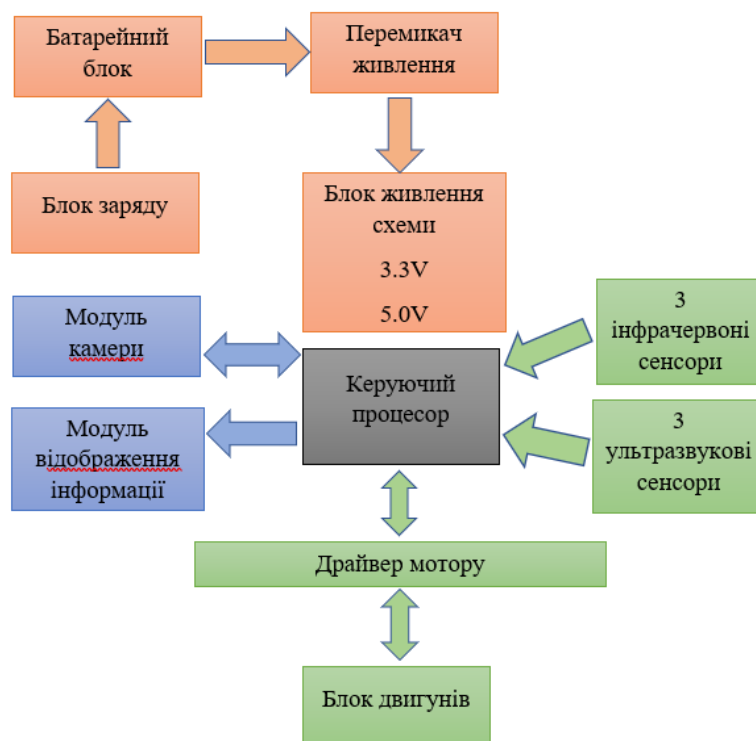


Рисунок 2.1 - Загальна структурна схема пристрою для очищення приміщення.

У комплект вимірювальних датчиків входять ультразвуковий та інфрачервоний датчики, які використовуються для збору статистичних даних та визначення переміщень на основі цих даних.

Керуючий процесор використовується для аналізу інформації від датчиків, її відображення на пристрої виведення та координації двигунів для подальшого переміщення пристрою.

Для візуального спостереження за переміщенням пристрою використовується модуль камери.

Двигуни виконують функцію фізичного переміщення в просторі.

Батарейний блок використовується для живлення всієї системи.

Блок заряду заряджає акумулятор.

Блок живлення схеми використовується для генерування різної напруги на лінії, яка потрібна для пристрою.

Драйвер мотору використовується для управління моторами забезпечуючи їх живленням і регулюючи їх швидкість, напрямок і крутний момент. Драйвери мотору можуть бути реалізовані за допомогою різних технологій, таких як:

- Н-міст: Електронна схема, яка дозволяє подавати напругу на двигун в обох напрямках, змінюючи полярність живлення.

- ШІМ-контролер: Електронна схема, яка використовує широтно-імпульсну модуляцію (ШИМ) для керування потужністю, що подається на двигун, змінюючи скважність імпульсів.

- Сервопривід: Пристрій, який використовує зворотний зв'язок для точного керування положенням, швидкістю і крутним моментом двигуна.

Перемикач живлення призначений для керування подачею електроживлення у пристрій, дозволяючи вмикати та вимикати його роботу.

Модуль відображення інформації потрібен для відображення стану та часткових даних.

Стан:

- Увімкнено/вимкнено: показує, чи пристрій увімкнений чи вимкнений.
- Режим роботи: вказує поточний режим пристрою, наприклад, "нормальний", "очікування" або "діагностика".
- Рівень заряду батареї: відображає рівень заряду у відсотках.

- Попередження та помилки: показує попередження або повідомлення про помилки.

Часткові дані:

- Час: поточний час.
- Дата: поточна дата.
- Температура: поточна температура у градусах.
- Швидкість: поточна швидкість руху або обертання.
- Вимірювання датчиків: дані від різних датчиків, таких як освітленості, руху або вологості. [5]

## 2.2 Ультразвуковий датчик HC-SR04

Ультразвуковий датчик використовує безконтактну технологію, яка не передбачає фізичного контакту між датчиком і об'єктом для вимірювання точної відстані. Передавач і приймач є двома основними частинами датчика, де перший перетворює електричні сигнали в ультразвукові, а потім в електричні. Ультразвукова хвиля є лише звуковим сигналом, який може бути виміряний і відображений приймачем. На рис 2.2 представлено ультразвуковий датчик HC-SR04, який використовується для вимірювання відстані до об'єктів.



Рисунок 2.2 - Ультразвуковий датчик HC-SR04

У таблиці 2.1 наведено основні характеристики ультразвукового датчика.

Таблиця 2.1 - Основні характеристики ультразвукового датчика HC-SR04

Характеристики	Опис
Головні частини	Передавач та приймач
Технологія, що використовується	Безконтактна технологія
Робоча напруга	5 В
Робоча частота	4 МГц
Діапазон виявлення	від 2 см до 400 см
Вимірювання кута	30 °
Робочий струм	<15 мА
Розміри датчика	45 мм x 20 мм x 15 мм

Датчик забезпечує точні дані вимірювань роздільною здатністю приблизно 3 мм. HC-SR04 має загалом чотири контакти.

У таблиці 2.2 наведено розводку та опис контактів HC-SR04:

Таблиця 2.2 – Опис контактів датчика HC-SR04

№	Ім'я контакту	Опис
1	VCC	Контакт живлення датчика, який в основному працює при напрузі 5 В постійного струму.
2	Trigger	Він відіграє життєво важливу роль ініціалізації вимірювання для відправки ультразвукових хвиль. Для запуску вимірювання слід підтримувати на високому рівні протягом 10 мкс.
3	Echo	Цей штифт залишається високим протягом короткого періоду часу, залежно від часу, необхідного ультразвуковим хвиль для відображення назад до кінця.
4	Ground	Цей висновок підключено до землі.

При подачі напруги в 5В на модуль він починає передавати звукові хвилі, які поширюються в повітрі і потрапляють на об'єкт, що цікавить. Звукові хвилі відображаються від об'єкта та повертаються до приймача модуля.

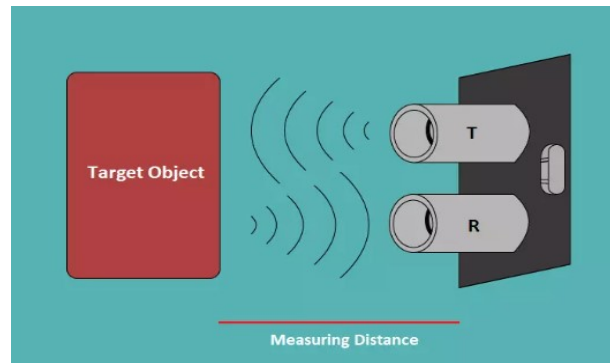


Рисунок 2.3 – Принцип дії датчика HC-SR04

Відстань прямо пропорційна часу, за який ці хвилі повертаються до приймача. Хвилі генеруються, коли трикутний штифт утримується високо протягом 10 мкс. Хвилі поширюються зі швидкістю звуку і створюють 8-періодний звуковий імпульс, який збирається на ехо-виході. Ехо-контакт залишається увімкненим доти, доки ці хвилі поширюються і відбиваються назад до приймача. Датчик вбудований в Arduino для вимірювання необхідного стану. Для розрахунку відстані до об'єкта використовується наступне рівняння.

$$S = \frac{V * t}{2}$$

Де S - шукана відстань, V - швидкість звуку, а t - час, за який звукова хвиля досягає об'єкта і повертається назад.

Оскільки звукова хвиля проходить і відбивається назад у вихідній точці, час подвоюється, тому це значення потрібно розділити на 2. Ділення на 2 дає фактичну відстань до об'єкта.

Для точного вимірювання відстані HC-SR04 часто використовується в поєднанні з різними модулями Arduino, такими як Arduino Uno або Arduino Mega. Для підключити Arduino до датчика необхідно:



- подати живлення на датчик за допомогою стабілізованого входу 5 В постійного струму. Підключити вивід заземлення до заземлення джерела напруги. Також можна використовувати вивід 5 В Arduino для живлення модуля датчика, оскільки струм споживання датчика не перевищує 15 мА і не впливає на номінальний струм модуля Arduino.

Після налаштування початкової схеми необхідно підключити виводи Trig і Echo до виводів вводу/виводу плати Arduino. Для ініціалізації процесу вимірювання вивід тригера необхідно утримувати в стані "Високий рівень" протягом 10 мкс. Модуль датчика починає генерувати звукові хвилі від передавача з частотою  $\sim 40\,000$  Гц в секунду. Ехо-вихід знаходиться в робочому стані до тих пір, поки звукові хвилі не будуть прийняті приймачем. Цей час розраховується за допомогою модуля Arduino.

HC-SR04 має широкий спектр застосувань і в першу чергу призначений для вимірювання відстані та напрямку. [6]

### 2.3 Датчик перешкод Hw 201

Датчик перешкод Hw 201 випромінює та вимірює відбиті інфрачервоні сигнали в навколишньому середовищі. Частота ІЧ сигналу, яка використовується в таких датчиках, зазвичай лежить у діапазоні від 850 до 940 нанометрів (нм). Коли людина або об'єкт наближається до датчика, інфрачервоне випромінювання світлодіода відбивається від об'єкта і фіксується приймачем.

HW201 складається зі світловипромінювальної та світлоприймальної трубок. Компараторна схема порівнює вхідний та вихідний сигнал для виявлення відстані від перешкод.

Діапазон виявлення цього модуля становить 2-30 см (залежно від поверхні). Він має лише цифровий вихід і виводить лише сигнали HIGH або LOW (1 чи 0). Для роботи модуля потрібна напруга 5 вольт постійного струму.

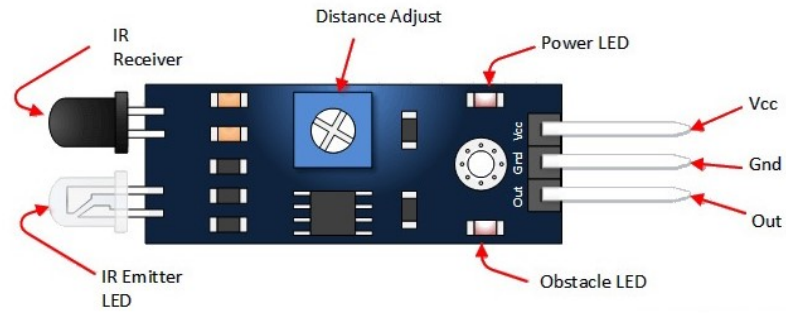


Рисунок 2.4 – Призначення виводів модулю

ІЧ-датчик складається з двох основних компонентів: інфрачервоного світлодіода та інфрачервоного фотодіода. ІЧ-світлодіод випромінює ІЧ-світло, а ІЧ-фотодіод перетворює відбите світло світлодіода в електричний струм, що дозволяє датчику інтерпретувати інтенсивність відбитого ІЧ-світла (рис. 2.4).

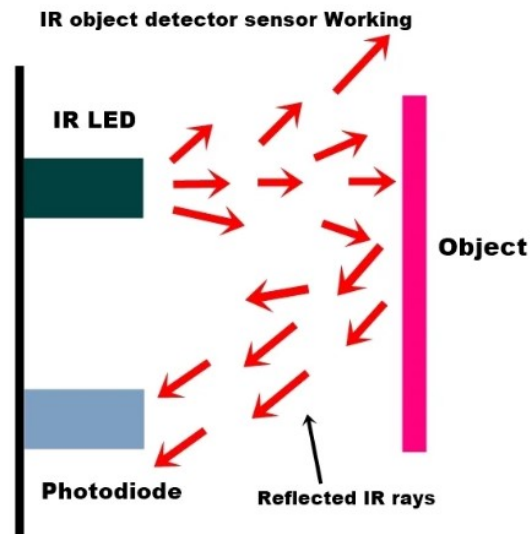


Рисунок 2.5 – Принцип роботи датчика

Модуль має ручку для регулювання відстані до об'єкта перед спрацюванням датчика. Рівень чутливості можна регулювати, повертаючи ручку за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки за допомогою викрутки (рис.2.6). [7]



Рисунок 2.6 - Інфрачервоний датчик перешкод

## 2.4 Блок управління та контролю

### 2.4.1 Мікроконтролер Arduino Uno R3

Arduino Uno – це плата, створена на основі мікроконтролера ATmega328, що має 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можна використовувати як ШІМ-виходи), 6 аналогових входів, 16 МГц кварцовий резонатор, USB-роз'єм, роз'єм живлення, ICSP-роз'єм та кнопку скидання. Всі ці елементи забезпечують зручність роботи з мікроконтролером. З використанням плати просто підключаємо її до джерела живлення через адаптер змінного/постійного струму, або за допомогою батареї, або підключаємо до комп'ютера через кабель USB.



Рисунок 2.7 - Arduino Uno R3

На відміну від попередніх моделей, плата Arduino Uno використовує мікроконтролер ATmega16U2 (або ATmega8U2 у версії R2) замість мікросхеми FTDI для перетворення інтерфейсу USB-UART. Версія R2 містить додатковий резистор для заземлення мікроконтролера HWB 8U2, що полегшує оновлення прошивки.

Оновлення у версії R3 включають:

- Розведення 1.0: додано висновки SDA та SCL (поряд із висновком AREF), а також два нових виводи біля виводу RESET. Перший висновок IOREF призначений для узгодження робочої напруги плат розширення з робочою напругою Arduino, забезпечуючи сумісність як з 5V-Arduino, так і з 3.3V-Arduino Due на базі мікроконтролера AVR; другий висновок не підключений та зарезервованій для майбутнього використання.

- Поліпшення завадостійкості схеми скидання.

- Заміна мікроконтролера ATmega8U2 на ATmega16U2.

Таблиця 2.3 – Параметри Arduino Uno R3

Характеристики	Опис
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Напруга живлення (рекомендована)	7-12В
Напруга живлення (обмежена)	6-20В
Цифрові входи/виходи	14 (6 з яких можна використовувати як ШИМ-виходи)
Аналогові входи	6
Максимальний одиночний вихідний струм	40 мА
Максимальний вихідний струм	50 мА на висновках 3,3 В
Flash-пам'ять	32 Кб (ATmega328), з яких 0,5 Кб використовується завантажувачем
SRAM	2 Кб (ATmega328)
EEPROM	1 Кб (ATmega328)
Тактова частота	16 МГц

Arduino Uno може отримувати живлення від USB-порту або зовнішнього джерела, при цьому тип джерела живлення визначається автоматично. В якості

зовнішнього джерела живлення (крім USB) можна використовувати адаптер AC/DC або батареї. Адаптер діаметром штекера 2,1 мм та позитивним центральним контактом підключається до відповідного роз'єму на платі. Для живлення від батарей слід підключити дроти до контактів Gnd та Vin на роз'ємі POWER.

Напруга зовнішнього джерела може варіюватися від 6 до 20 В. Однак, якщо напруга буде нижче 7 В, напруга на виході 5 може впасти, що зробить роботу пристрою нестабільним. Використання напруги вище 12 В може призвести до перегріву стабілізатора та пошкодження плати. Тому рекомендується використовувати блок живлення з напругою від 7 до 12 Ст.

Нижче наведено контакти живлення на платі:

VIN: Напруга, що подається від зовнішнього джерела живлення, незалежно від USB від 5 В або іншого стабілізованого джерела живлення. Цей контакт можна використовувати як від зовнішнього адаптера, так і від батарей.

5V: Напруга 5 В від стабілізатора на платі, незалежно від того, живиться пристрій від адаптера (7-12 В), USB (5 В) або від контакту VIN (7-12 В). Не рекомендується подавати живлення безпосередньо на контакт 5, інакше струм може протікати в обхід стабілізатора, що може призвести до пошкодження плати.

3V3: напруга 3,3 від стабілізатора на платі; максимальний струм, який споживає цей контакт, становить 50 мА.

GND: Контакти заземлення.

IOREF: Інформація про робочу напругу Arduino мікроконтролера, яку можна використовувати розширювальними платами для визначення відповідного джерела живлення або для роботи з перетворювачем рівня напруги, що дозволяє використовувати пристрої на 5 В і 3,3 В.

AREF: Опорне навантаження для аналогових входів (АЦП).

Arduino Uno має три основні типи пам'яті:

- Flash-пам'ять має об'єм 32 кБ та використовується для зберігання основного коду Arduino. Коли завантажується скетч (додаток, написаний

Arduino IDE), він записується саме в цю пам'ять. Приблизно 2 кБ цієї пам'яті займає завантажувач, який відповідає за ініціалізацію системи, завантаження скетчів через USB та їх виконання.

- SRAM: оперативна пам'ять об'ємом 2 кБ, де при виконанні скетчу зберігаються змінні та об'єкти. Ця пам'ять енергозалежна, тобто всі дані в ній стираються при вимкненні живлення.

- EEPROM: енергонезалежна пам'ять об'ємом 1 кБ, призначена для зберігання даних, які повинні залишитися після вимкнення живлення (наприклад, налаштувань програми). Для роботи з EEPROM необхідно використовувати додаткові бібліотеки Arduino EEPROM, які входять до Arduino IDE. Важливо враховувати, що EEPROM має обмежену кількість циклів запису/перезапису (до 10000).

Ці види пам'яті забезпечують гнучкість та ефективність роботи з Arduino Uno у різних сценаріях використання.

Arduino використовує вбудований мікроконтролер ATmega16U2 (у попередніх версіях – ATmega8U2) для з'єднання з комп'ютером через USB-порт, що імітує COM-порт. Раніше для цього використовувалася мікросхема FTDI.

У платі використовується дешевша мікросхема CH340G, і світлодіоди RX і TX з'являються під час передачі даних через USB-TTL конвертер.

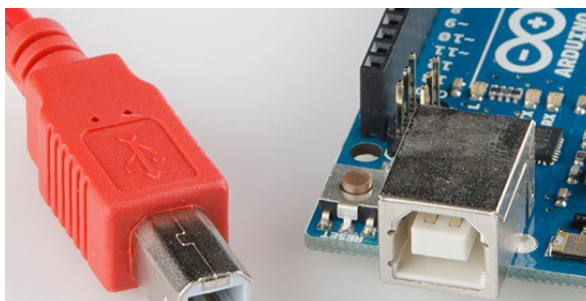


Рисунок 2.8 - Підключення до комп'ютера через USB порт

Мікроконтролер ATmega16U2 використовує стандартний драйвер USB операційної системи комп'ютера, тому додатковий драйвер не потрібен.

Однак, у платах замість контролера ATmega8U2 використовується інший програматор CH340G, який не розпізнається в автоматичному режимі



Windows і потребує встановлення додаткового драйвера USB.

Arduino Uno має 14 цифрових і 6 аналогових виводів.

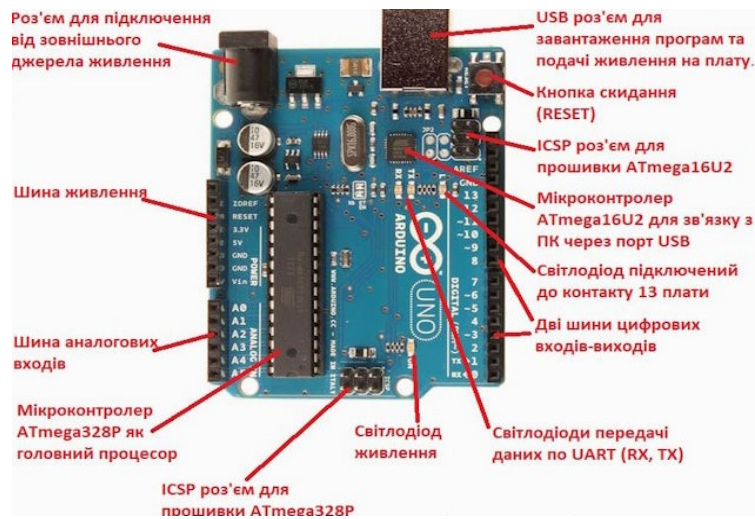


Рисунок 2.9 - Опис елементів плати Arduino Uno R3

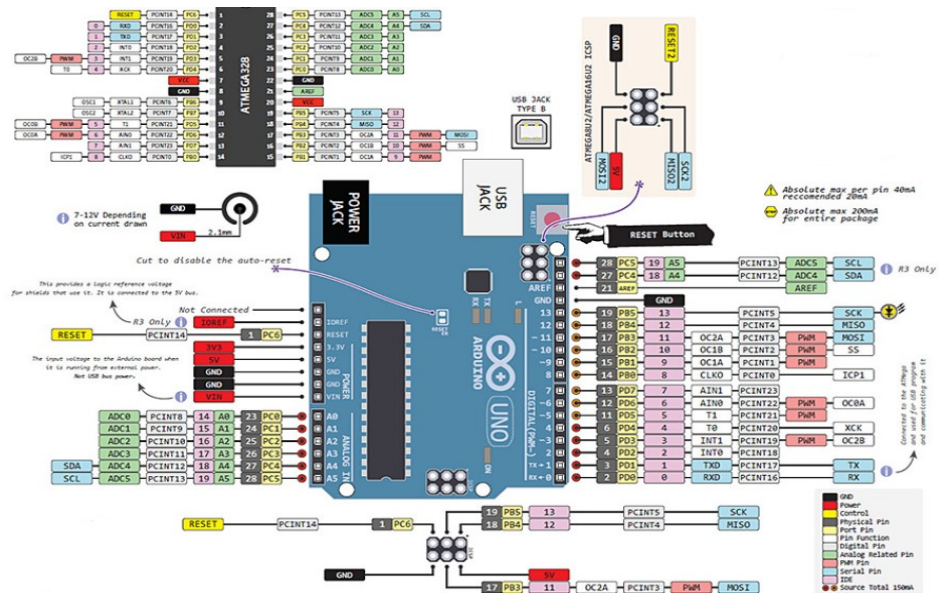


Рисунок 2.10 - Розпинування плати Arduino Uno

Цифрові контакти можуть працювати як входи або виходи, а також мати резистори, що підтягують. Аналогові контакти призначені для підключення до вбудованого АЦП мікроконтролера. Порт UART використовує контакти для передачі та отримання даних через послідовний інтерфейс. Зовнішні перери-

вання використовують цифрові контакти для виклику різних переривань програми. Інтерфейс I2C використовує аналогові контакти зв'язку на низьких швидкостях. Вбудований світлодіод включається через цифровий контакт 13. Інтерфейс SPI використовує ряд цифрових контактів для взаємодії через периферійний інтерфейс.

Arduino Uno також має вбудований запобіжник, що захищає USB порт комп'ютера від короткого замикання та перевантажень. Це забезпечує додатковий рівень захисту, який автоматично відключає струм, якщо через USB-порт протікає більше 500 мА, поки не усунуто причину перевантаження. [7]

## 2.5 Модуль TTP223

Модуль TTP223 призначений для активації пристроїв за допомогою торкання і може замінити звичайні тактові кнопки, зробивши пристрій більш сучасним, зручним у використанні та естетичним. Використання сенсорного вимикача може бути корисним у випадках, коли потрібно уникати механічних кнопок через їх обмежену довговічність або необхідність частого очищення. Також варто відзначити, що сенсорний вимикач може бути більш енергоефективним, оскільки не потребує постійного натискання кнопки.

Модуль має плату датчика на основі мікросхеми TTP223 з 6 виводами у корпусі "SOT23-6". Він реагує на зміни ємності при натисканні на сенсорну кнопку, що призводить до зміни струму витоку. Мікросхема визначає це і сигналізує про натискання. Якщо кнопка не використовується протягом 12 секунд, модуль переходить в режим "енергозбереження". Відстань спрацьовування датчика становить 3 мм.



Модуль можна підключити до платформи Arduino або інших мікроконтролерних пристроїв. Робота сенсорних кнопок ґрунтується на зміні ємності конденсатора під час реєстрації натискання.

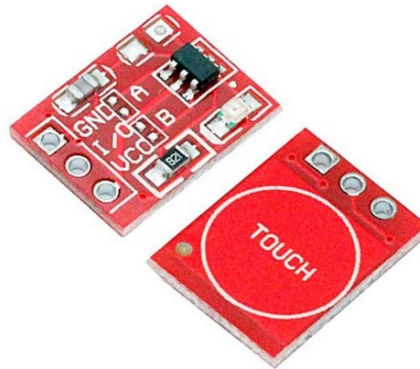


Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд модуля ТТР223

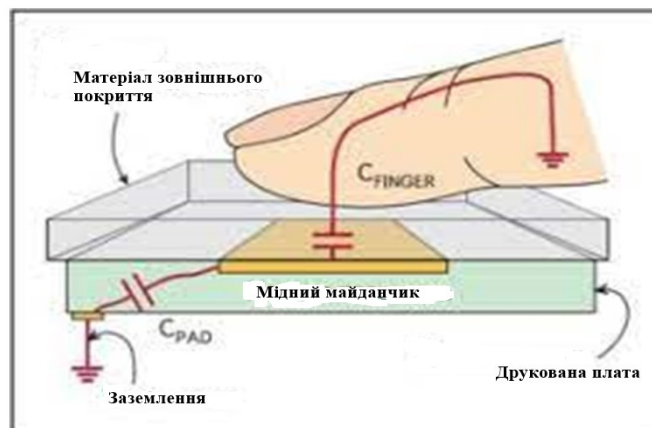


Рисунок 2.12 – Принцип роботи модуля ТТР223

Загалом, модуль ТТР223 може бути корисним рішенням для автоматизації та удосконалення роботи. [4]

## 2.6 Блок двигунів з драйверами

### 2.6.1 Двигун для Arduino з драйверами

Двигун постійного струму - це механізм, що обертає свій вал згідно з сигналами, що надходять від мікроконтролера. Швидкість обертання та

напрямок руху вала регулюються за допомогою зміни струму, що проходить через обмотки двигуна. Ці пристрої широко використовуються у різних сферах, таких як робототехніка, принтери, маніпулятори, верстати та інші електронні пристрої. Двигуни постійного струму забезпечують плавне регулювання швидкості та високий крутний момент, що робить їх ефективними для багатьох застосувань.



Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд двигуна

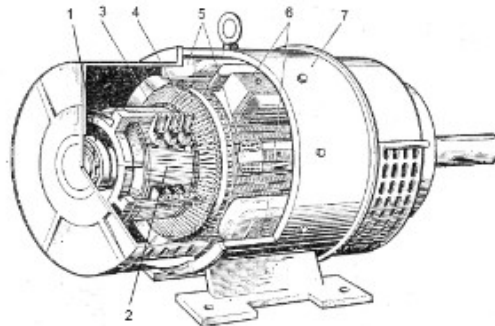


Рисунок 2.14 - Схема двигуна

Конструкція двигуна постійного струму подібна до конструкції двигуна змінного струму, проте є суттєві відмінності. На станині 7, яка виготовляється зі сталі, встановлена обмотка збудження у вигляді котушок 6. Між основними полюсами можуть встановлюватися додаткові полюси 5 для покращення властивостей двигуна постійного струму. У середині встановлюється якір 4, який складається з осердя та колектора 2, і встановлюється за допомогою підшипників 1 у корпусі двигуна. Колектор є суттєвою відмінністю від двигунів змінного струму. Він з'єднується з щітками 3, що дозволяє подавати або, навпаки, знімати напругу з якірної обмотки (у генераторах).

Принцип дії ДПС заснований на взаємодії магнітних полів обмотки збудження та якоря. Можна уявити, що замість якоря у нас рамка, через яку

протікає струм, а замість обмотки збудження постійний магніт із полюсами N та S. При протіканні постійного струму через рамку, на неї починає діяти магнітне поле постійного магніту, тобто рамка починає обертатися, причому, оскільки напрямок струму не змінюється, то й напрямок обертання рамки залишається незмінним.

При подачі напруги на затискачі двигуна починає протікати струм у обмотці якоря, на нього, як ми вже знаємо, починає діяти магнітне поле машини, при цьому якір починає обертатися, а оскільки якір обертається в магнітному полі, починає утворюватися ЕРС. Ця ЕРС спрямована проти струму, у зв'язку з цим її називають проти ЕРС. Її можна знайти за формулою.

$$E = C_e \Phi n$$

Де  $\Phi$  – магнітний потік збудження,  $n$  – частота обертання, а  $C_e$  – конструктивний момент машини, який залишається для неї постійним.

Напруга на затискачах більша за проти ЕРС на величину падіння напруги в якорній схемі.

$$U = E + I_{\text{я}} R_{\text{я}}$$

А якщо домножити цей вираз на струм, то отримаємо рівняння балансу потужностей.

$$UI_{\text{я}} = EI_{\text{я}} + I_{\text{я}}^2 R_{\text{я}}$$

Ліва частина рівняння  $UI_{\text{я}}$  представляє собою потужність, що подається електродвигуну, у правій частині перший доданок  $EI_{\text{я}}$  представляє електромагнітну потужність, а другий  $I_{\text{я}} R_{\text{я}}$  – потужність втрат у схемі якоря.

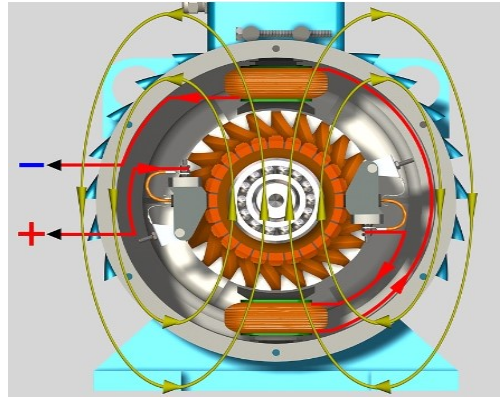


Рисунок 2.15 - Принцип роботи двигуна

Драйвер для керування двигуном – це пристрій, що з'єднує контролер із двигуном. Для керування біполярним двигуном використовуються драйвер L298N. Робота двигуна в біполярному режимі має кілька переваг:

- Крутний момент збільшується на 40% порівняно з уніполярними двигунами;
- Можна використовувати двигуни з будь-якою конфігурацією фазових обмоток.

Проте біполярний режим має недоліки, зокрема, ускладненість драйвера. Для забезпечення драйвера біполярного приводу необхідна складніша схема, оскільки кожну обмотку потрібно окремо підключати до джерела живлення та відключати. Для такої комутації використовується Н-мостовий драйвер з чотирма ключами. [8]

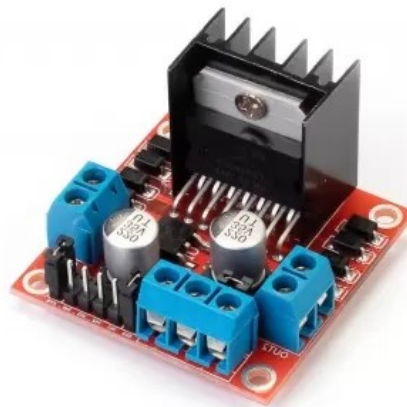


Рисунок 2.16 - Драйвер двигуна L298N

Драйвер призначений для керування різними двигунами постійного

струму. Завдяки своїй модульній схемі, що складається з двох Н-мостів, він може одночасно керувати або одним біполярним двигуном або двома щітковими двигунами постійного струму. Можна регулювати швидкість та напрямок обертання. Управління здійснюється у вигляді подачі сигналу на командний вхід, реалізований як штифта.

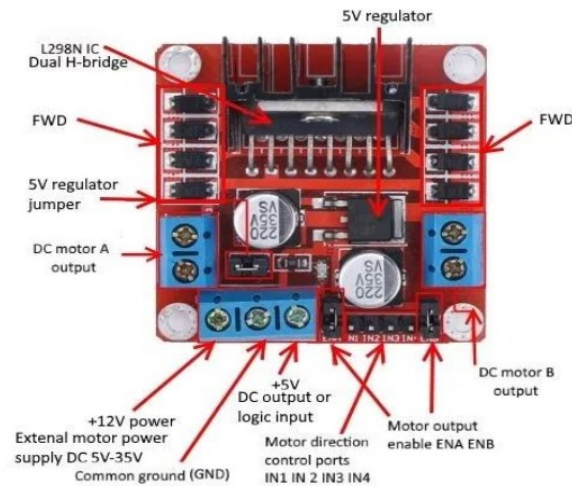


Рисунок 2.17 - Зовнішній вигляд драйвера L298N

Таблиця 2.4 – Основні параметри драйвера L298N

Характеристики	Опис
Напруга живлення логіки	5 В
Логічний струм споживання	36 мА
Напруга живлення двигуна	від 5 В до 35 В
Робочий струм драйвера	2 А
Піковий струм драйвера	3 А
Максимальна потужність	20 Вт при 75°C
Діапазон робочих температур	від -25°C до +135°C

Підключення двигуна до Arduino.

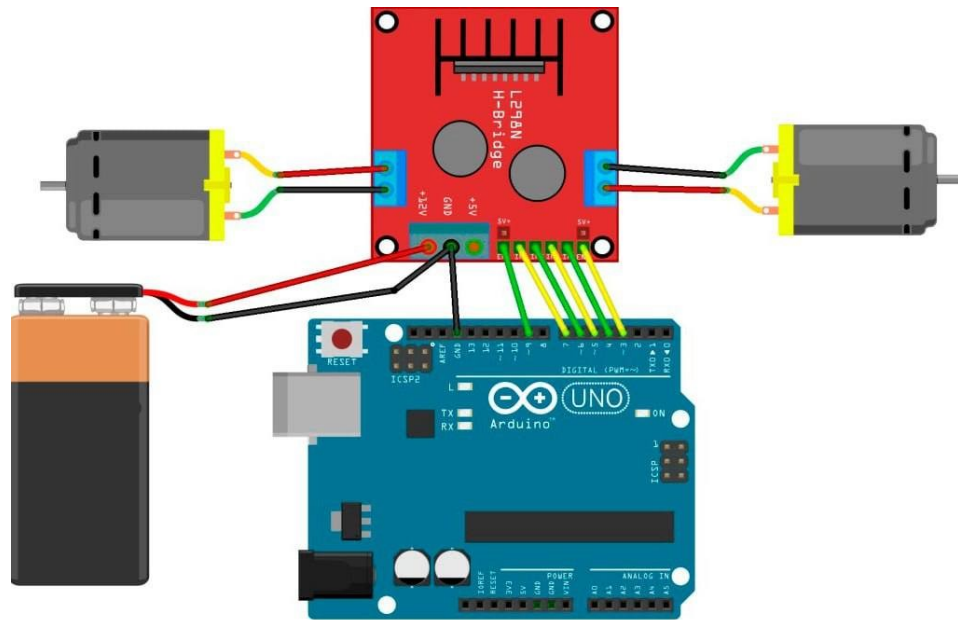


Рисунок 2.18 - Підключення двигуна до мікросхеми Arduino Uno з драйвером L298N

Процес підключення:

- Підключив живлення до L298N: з'єднав плюсовий та мінусовий провід від зовнішнього джерела живлення з контактами +12V та GND на драйвері.

- З'єднав Arduino з L298N: підключив контакти IN1, IN2, IN3 та IN4 на драйвері до цифрових пінів Arduino.

- Підключив двигун до L298N: з'єднав два виведення двигуна з виходами OUT1 та OUT2 або OUT3 та OUT4 на драйвері.

- З'єднав землю Arduino із землею L298N.

- Підключив зовнішнє джерело живлення до L298N.

Після виконання всіх цих з'єднань я зміг керувати двигуном через Arduino за допомогою відповідної бібліотеки. [9,10,11]

## 2.7 Модуль відображення інформації

### 2.7.1 OLED SSD1306 дисплей в Arduino

OLED (Organic Light-Emitting Diode) – це напівпровідникові пристрої, що випромінюють світло під час подачі електричного струму. Модулі керуються мікросхемою SSD1306 та підтримують п'ять різних протоколів зв'язку: є модулі для протоколу SPI, а також для протоколу IIC, а деякі OLED-дисплеї можуть вибирати (перемикатися) між цими двома протоколами.



Рисунок 2.19 – Зовнішній вигляд дисплея OLED SSD1306

Характеристики дисплея, що відображають переваги дисплею приведено в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Параметри дисплея OLED I2C 128×64 / 128×32

Характеристики	Опис
Колір екрану	монохромний
Роздільна здатність	128×64 або 128×32
Графічний чіп	SSD1306
Інтерфейс	I2C чи SPI
Живлення модуля	від 3 до 5 В
Розмір модуля	27x27x4 мм

На рисунку 2.20 представлено розпинування OLED дисплея, що працює за інтерфейсом I2C



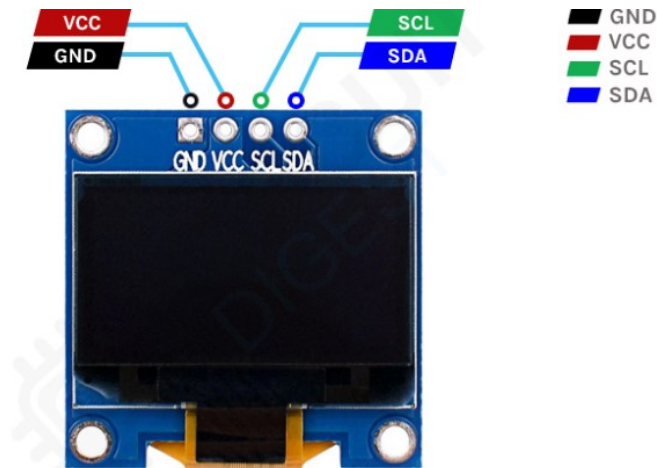


Рисунок 2.20 - Розпинування OLED I2C дисплея

GND – це контакт для підключення до заземлення.

VCC – це контакт для живлення дисплея, який можна підключити до 5V Arduino.

SCL – це контакт передачі тактових сигналів в інтерфейсі I2C.

SDA – це контакт передачі даних в інтерфейсі I2C.

Головною перевагою OLED дисплея з роздільною здатністю  $128 \times 64$  та ІС є те, що він працює без підсвічування, що забезпечує низьке споживання струму. OLED дисплей з високою роздільною здатністю  $128 \times 64$  пікселів також дозволяє відображати більше інформації. Підключення включає чотири контакти: два для живлення (5V та GND) та два для ІС шини (SDA та SCL), (рис.2.21).

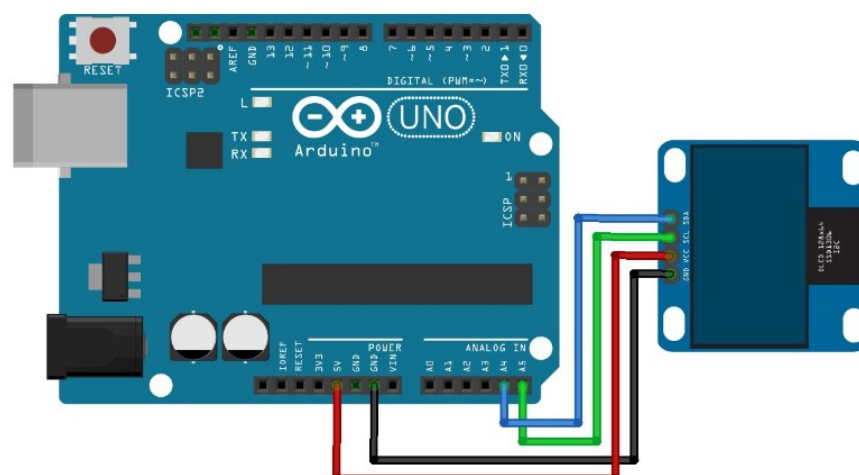


Рисунок 2.21 - Схема підключення OLED дисплея з i2c до Arduino



В таблиці 2.6 вказано параметри живлення схеми OLED дисплея з i2c до Arduino

Таблиця 2.6 – Параметри живлення

OLED i2c 0,96	Arduino Uno	Arduino Nano	Arduino Mega
GND	GND	GND	GND
VCC	5V	5V	5V
SDA	A4	A4	20
SCL	A5	A5	21

У платах Arduino Uno та Nano пін SDA відповідає контакту A4, а пін SCL – контакту A5. На платі Arduino Mega ці контакти відповідають пінам 20 та 21 відповідно. Для живлення модуля можна використовувати як 3,3 вольт, і 5 вольт.

Принцип роботи OLED дисплея з інтерфейсом I2C при підключенні до Arduino включає наступні кроки:

- Arduino взаємодіє з OLED дисплеєм через шину I2C, встановлюючи між ними зв'язок.
- Arduino передає команди і дані на OLED дисплей через шину I2C для відображення тексту, графіки або інших елементів.
- OLED-дисплей отримує ці дані від Arduino та відображає їх на своєму екрані за допомогою світлодіодів.
- Arduino може керувати яскравістю, контрастністю та іншими параметрами відображення на дисплеї OLED шляхом надсилання спеціальних команд.

Таким чином, Arduino і OLED дисплей з інтерфейсом I2C працюють спільно для створення інтерактивного відображення інформації для користувача. [9; 10]

## 2.8 Блок живлення

### 2.8.1 Акумулятор 18650

Акумулятор 18650 – це літій-іонна батарея з розмірами 18 мм у діаметрі та 65 мм у довжину. Вона відрізняється високою енергетичною щільністю та широко використовується в різних пристроях, таких як портативні пирососи.



Рисунок 2.22 – Вигляд акумулятора 18650

Для підключення акумулятора 18650 до Arduino у проекті робота-пилососа необхідно використовувати спеціальний модуль для заряджання та розряджання акумулятора, що забезпечує безпечне та ефективне використання батареї. Крім того, можна додати модуль захисту від перезаряду та перерозряду для додаткової безпеки.

Принцип підключення акумулятора 18650 Arduino в проекті робота-пилососа полягає в тому, що акумулятор живить двигун пирососа через контролер швидкості або інші керуючі модулі. Arduino контролює заряд акумулятора, стежить за його рівнем заряду та керує роботою пирососа відповідно до цього рівня.

При роботі пирососа Arduino може регулювати швидкість двигуна, включати та вимикати пиросос, а також збирати дані про роботу пристрою для подальшого аналізу. Акумулятор 18650 забезпечить портативність та надійне енергоживлення для проекту робота-пилососа. [8,12]

## 2.9 Розробка принципової схеми приладу для очищення приміщення

Прилад спроектований для управління навантаженням з напругою 12 вольт, використовуючи мікроконтролер з живленням 5 вольт. Це дозволяє гнучко регулювати параметри навантаження, наприклад вмикати та вимикати її, змінювати потужність або яскравість, а також реалізовувати інші функції керування залежно від програми мікроконтролера.

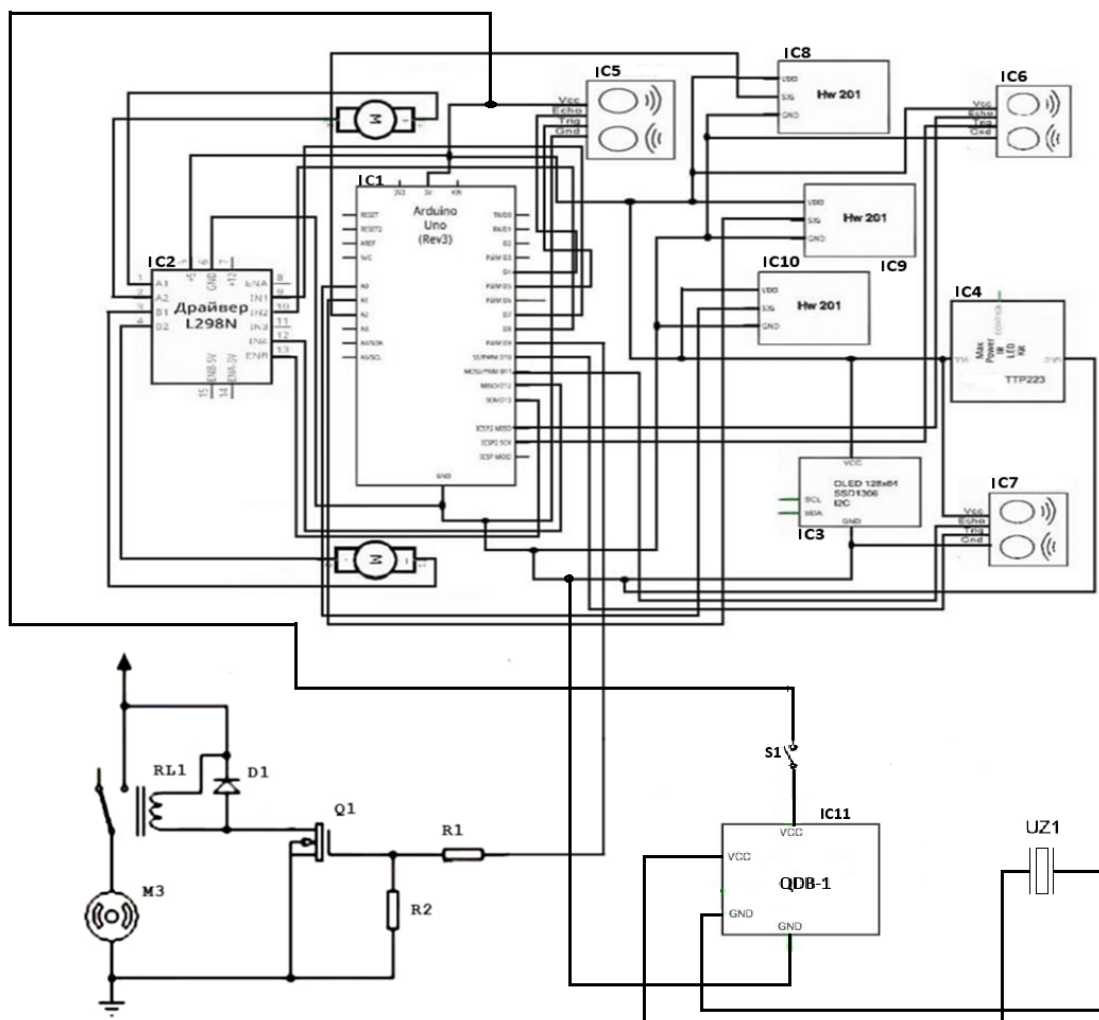


Рисунок 2.23 - Принципова схема приладу на базі Arduino.

Це схема керування двигуном постійного струму за допомогою транзистора. Коли напруга подається на базу транзистора, він відкривається і струм починає текти через колектор і емітер, що призводить до включення двигуна.

Діод D1 захищає транзистор від зворотного струму. Резистори R1 і R2 обмежують струм, що протікає через транзистор і базу транзистора відповідно. [11; 13]

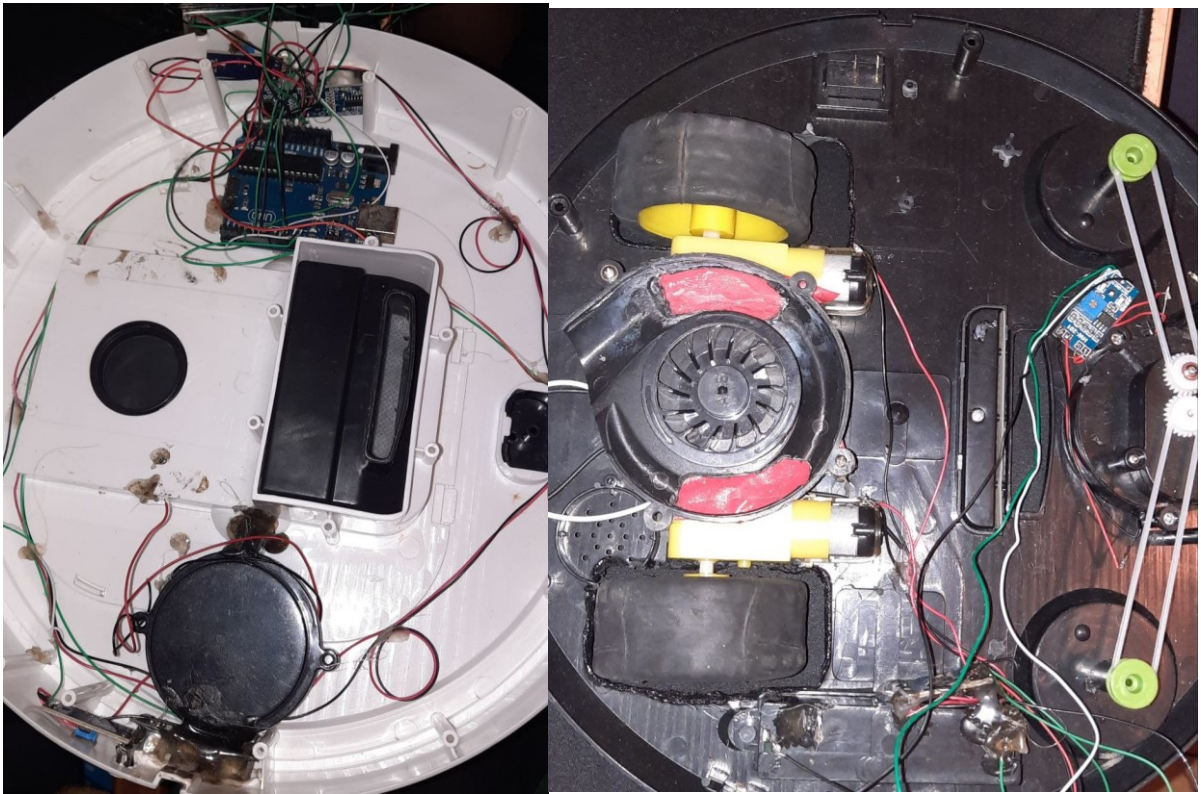


Рисунок 2.24 – Внутрішній вигляд пристрою

На першому фото зображено верхню частину кришки, на якій розміщено модуль управління та комплект датчиків, що включає ультразвукові та інфрачервоні датчики перешкод.

На другому фото зображено задню частину кришки, де розташовані двигуни для переміщення пристрою, мотор для всмоктування, а також драйвер для моторів. [5,8,13]

### 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

#### 3.1 Основні поняття та визначення пожежної безпеки

Вогонь, що вийшов із-під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі.

Залежно від розмірів матеріальних збитків пожежі поділяються на особливо великі (коли збитки становлять від 10000 і більше розмірів мінімальної заробітної плати) і великі (збитки сягають від 1000 до 10 000 розмірів мінімальної заробітної плати) та інші. Проте наслідки пожеж не обмежуються суто матеріальними втратами, пов'язаними зі знищенням або пошкодженням основних виробничих та невиробничих фондів, товарно-матеріальних цінностей, особистого майна населення, витратами на ліквідацію пожежі та її наслідків, на компенсацію постраждалим і т. ін. Найвідчутнішими, безперечно, є соціальні наслідки, які, передусім, пов'язуються з загибеллю і травмуванням людей, а також порушенням їх фізичного та психологічного стану, зростанням захворюваності населення, підвищенням соціальної напруги у суспільстві внаслідок втрати житлового фонду, позбавленням робочих місць тощо.

Не слід забувати й про екологічні наслідки пожеж, до яких, у першу чергу, можна віднести забруднення навколишнього середовища продуктами горіння, засобами пожежогасіння та пошкодженими матеріалами, руйнування озонового шару, втрати атмосферою кисню, теплове забруднення, посилення парникового ефекту тощо.

Цілком закономірно, що існує безпосередня зацікавленість у зниженні вірогідності виникнення пожеж і зменшенні шкоди від них. Досягнення цієї мети є досить актуальним і складним соціально-економічним завданням, вирішенню якого повинні сприяти системи пожежної безпеки.

Пожежна безпека об'єкта – стан об'єкта, за якого з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Основні напрямки забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів. До таких факторів, згідно з ГОСТ 12.1.004-91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура навколишнього середовища, токсичні продукти горіння й термічного розкладу матеріалів і речовин, дим, знижена концентрація кисню.

Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються: уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті зі зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з переходом напруги на струмопровідні елементи будівельних конструкцій, апаратів, агрегатів внаслідок пошкодження ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів, пов'язаних з пожежами; вогнегасні речовини. [14]

### 3.2 Вимоги до забезпечення пожежної безпеки систем протипожежного захисту

Протипожежний захист має здійснюватися через застосування одного або комбінації наступних методів:

- використання засобів пожежогасіння та відповідної пожежної техніки;
- встановлення автоматичних систем пожежної сигналізації та гасіння;

- застосування будівельних конструкцій і матеріалів з нормованими показниками пожежної небезпеки, включаючи облицювальні матеріали;
- обробка конструкцій антипіренами та нанесення вогнезахисних фарб або речовин;
- використання пристроїв для обмеження поширення пожежі;
- організація своєчасного оповіщення та евакуації людей за допомогою технічних засобів, включаючи автоматичні;
- забезпечення засобів колективного й індивідуального захисту від небезпечних факторів пожежі;
- застосування систем протидимного захисту.

Обмеження поширення пожежі за межі осередку має здійснюватися через один або комбінацію наступних методів:

- встановлення протипожежних бар'єрів;
- обмеження площі протипожежних відсіків і секцій, а також поверховості будівель і споруд, згідно з нормами;
- облаштування аварійного відключення та перемикання установок і комунікацій;
- застосування засобів, що запобігають або обмежують розливання та розтікання рідини при пожежі;
- використання вогне перешкоджаючих пристроїв в устаткуванні.

Кожен об'єкт повинен бути спроектований і побудований таким чином, щоб евакуація людей завершилася до досягнення гранично допустимих значень небезпечних факторів пожежі. Якщо евакуація недоцільна, має бути забезпечений захист людей на об'єкті.

Засоби колективного й індивідуального захисту повинні гарантувати безпеку людей протягом усього часу дії небезпечних факторів пожежі. Колективний захист здійснюється за допомогою пожежобезпечних зон та інших конструктивних рішень. Індивідуальні засоби захисту застосовуються також для пожежників, які беруть участь у гасінні пожежі.

Системи протидимного захисту об'єктів повинні забезпечувати незади- мленість, зниження температури та видалення продуктів горіння на шляхах евакуації протягом часу, достатнього для евакуації людей, колективного захи- сту людей і захисту матеріальних цінностей.

На кожному об'єкті народного господарства повинно бути забезпечено своєчасне оповіщення людей або сигналізація про пожежу в її початковій ста- дії за допомогою технічних або організаційних засобів.

Перелік і обґрунтування засобів оповіщення та сигналізації узгоджу- ються в установленому порядку. У будівлях і спорудах необхідно передбачити технічні засоби (сходові клітки, протипожежні стіни, ліфти, зовнішні пожежні сходи, аварійні люки тощо), які мають стійкість під час пожежі та вогнестій- кість конструкцій не менше часу, необхідного для порятунку людей і гасіння пожежі.

Для пожежної техніки повинні бути визначені:

- швидкодія та інтенсивність подачі вогнегасних речовин;
- допустимі вогнегасні речовини з урахуванням вимог екології та суміс- ності з горючими речовинами і матеріалами;
- джерела та засоби подачі вогнегасних речовин;
- нормований запас спеціальних вогнегасних речовин (порошкових, га- зових, пінних, комбінованих);
- необхідна швидкість нарощування подачі вогнегасних речовин за до- помогою транспортних засобів оперативних пожежних служб;
- вимоги до стійкості до впливу небезпечних факторів пожежі та їхніх вторинних проявів;
- вимоги охорони праці. [15]



### 3.3 Організаційно-технічні заходи для забезпечення пожежної безпеки

До організаційно-технічних заходів належать:

- створення пожежної охорони та відомчих служб пожежної безпеки згідно з чинним законодавством;
- паспортизація речовин, матеріалів, виробів, технологічних процесів, будівель та споруд об'єктів щодо пожежної безпеки;
- залучення громадськості до участі у забезпеченні пожежної безпеки;
- проведення навчання працівників правилам пожежної безпеки на виробництві та навчання населення відповідно до правил пожежної безпеки на об'єктах їх перебування;
- розробка та впровадження норм і правил пожежної безпеки, інструкцій щодо поводження з пожежонебезпечними речовинами й матеріалами, дотримання протипожежного режиму та дій у разі виникнення пожежі;
- виготовлення та використання засобів наочної агітації для забезпечення пожежної безпеки;
- встановлення правил зберігання речовин і матеріалів, які не можна гасити однаковими засобами через їхні фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості;
- нормування чисельності людей на об'єкті з урахуванням їхньої безпеки при пожежі;
- розробка планів дій для адміністрації, працівників, службовців і населення на випадок пожежі та організація евакуації людей;
- визначення основних видів, кількості, розміщення та обслуговування пожежної техніки, яка повинна забезпечувати ефективне гасіння пожеж, бути безпечною для природи та людей. [15]

### 3.4 Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень і будівель

При плануванні виробничих приміщень необхідно враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватись норм корисної площі для працюючих, а також нормативів площ для розташування устаткування і необхідної ширини проходів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування устаткування.

Об'єм виробничого приміщення на одне робоче місце згідно з санітарними нормами повинен складати не менше 15 м<sup>3</sup>, а площа приміщення - не менше 4,5 м<sup>2</sup>, а на одне робоче місце з відеодисплейним терміналом - відповідно 20 м<sup>3</sup> та 6 ма.

Якщо в одній будові необхідно розмістити виробничі приміщення, до яких з точки зору промислової санітарії та пожежної профілактики висуваються різні вимоги, то їх належить групувати таким чином, щоб вони були ізольованими одне від одного. Цехи, відділення та дільниці зі значними шкідливими виділеннями, надлишком тепла та пожежонебезпечні необхідно розташовувати біля зовнішніх стін будівлі і, якщо допустимо за умовами технологічного процесу та потоковістю виробництва, - на верхніх поверхах багатоповерхової будівлі. Не можна розташовувати нешкідливі цехи та дільниці (наприклад, механоскладальні, інструментальні, ЕОМ тощо), а також конторські приміщення над шкідливими, оскільки при відкриванні вікон газу та пари можуть проникати в ці приміщення.

Приміщення, де розташоване електрощитове, вентиляційне, компресорне та інші види обладнання підвищеної небезпеки повинні бути постійно зачиненими на ключ з тим, щоб у них не потрапили сторонні особи.

З метою запобігання травматизму у виробничих приміщеннях необхідно застосовувати попереджувальне пофарбування будівельних конструкцій, устаткування, трубопроводів, електрошин, а також знаки безпеки праці відповідно до ГОСТу 12.4.026-76.

Ширина основних проходів усередині цехів та діляниць повинна бути не менше 1,5 м, а ширина проїздів - 2,5 м. Двері та ворота, що ведуть безпосередньо на двір, необхідно обладнати тамбурами або повітряними (тепловими) завісами. [14]

Важливе значення для здорових та безпечних умов праці мають раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць. Порядок розташування устаткування і відстань між ними визначаються їх розмірами, технологічними вимогами і вимогами охорони праці. Однак у всіх випадках до устаткування, що має електропровід, повинен бути вільний підхід з усіх сторін шириною не менше 1 м зі сторони робочої зони і 0,6 м - зі сторони неробочої зони. Виробничі меблі (шафи, стелажі, столи тощо) можна ставити впритул до конструктивних елементів будівлі - стін, колон.

Для оброблення та захисту внутрішніх поверхонь конструкцій приміщень від дії шкідливих та агресивних речовин (наприклад, кислот, лугів, свинцю) та вологи використовують керамічну плитку, кислотостійку штукатурку, олійну фарбу, які перешкоджають сорбції цих речовин та дозволяють легке миття поверхонь.

Висота виробничих приміщень має бути не менше 3,2 м, а для приміщень енергетичного та складського господарства - 3,0 м. Відстань від підлоги до конструктивних елементів перекриття - 2,6 м. Галереї, містки, сходи і майданчики повинні бути завширшки не менше 1 м і загороджені поручнями висотою 1 м, а внизу повинні мати бортики висотою 0,2 м.

Усі майданчики, які розташовані на висоті понад 260 мм від підлоги, повинні мати поруччя. Металеві сходи для обслуговування обладнання встановлюються під кутом, що не перевищує  $45^\circ$ , з відстанню між сходинками 230-260 мм і шириною сходів 260-300 мм. Для обслуговування обладнання, що відвідується 1-2 рази на зміну і яке розташоване на майданчиках з різницею у

відмітках не більше 3 м, допускається приймати кут нахилу сходів 60°. Поруччя фарбують у жовтий (червоний) колір, а стояки - у білий. Сходи виготовляють ребристими або із смугастої сталі.

Ширина виходів з приміщень має бути не меншою 1,0 м, висота - 2,2 м. У разі руху транспорту через двері їх ширина повинна бути на 0,8 м більше з обох боків габариту транспорту.

Підлоги виробничих приміщень повинні бути зносостійкими, теплими, неслизькими, щільними, легко очищуватись, а в деяких цехах та дільницях " волого-, кислото- та вогнестійкими. Через підлогу в інші приміщення не повинні проникати вода, мастила, шкідливі речовини, гази. [16]

### 3.5 Системи засобів і заходів щодо електробезпеки

Електробезпека – це система організаційних і технічних заходів та засобів, які гарантують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Виділяють три системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки:

- система технічних засобів і заходів;
- система електрозахисних засобів;
- система організаційно-технічних заходів і засобів.

Заходи захисту від ураження електричним струмом передбачають використання їх при нормальному режимі роботи електроулаштувань і підтримують їх безпеку в аварійних умовах. Вони поділяються на заходи колективного та індивідуального захисту. Захист від ураження електричним струмом повинен забезпечуватися: конструкцією електроулаштувань, технічними засобами і засобами захисту, організаційними заходами.

До технічних засобів і заходів захисту від ураження електричним струмом належать:

- застосування малих напруг;

- ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна);
- забезпечення недосяжності неізольованих струмоведучих частин;
- захисне заземлення;
- занулення, захисне відключення;
- вирівнювання потенціалів;
- електричне розділення мереж;
- компенсація струмів замикання на землю;
- огорожувальні улаштування;
- попереджуюча сигналізація;
- блокування; знаки безпеки;
- засоби захисту і запобіжні пристосування та ін.

Мала напруга – це номінальна напруга, яка не перевищує 42 В і застосовується для зменшення небезпеки ураження електричним струмом. Нормативними документами передбачається у виробничих умовах застосовувати два значення малих напруг – 12 В і 42 В. У приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних напруга для світильників місцевого, ремонтного освітлення і ручного інструменту не повинна перевищувати 42 В. Крім того, в особливо небезпечних приміщеннях, за несприятливих умов (наприклад, робота сидячи або лежачи на струмопровідній підлозі) для живлення ручних переносних ламп потрібна ще більш низька напруга – 12 В.

Для ізоляції струмоведучі частини покривають або відділяють від інших частин шаром діелектрика. Ізоляція створює великий опір, який перешкоджає протіканню через неї струму. Опір ізоляції зменшується з підвищенням температури, збільшенням напруги і внаслідок старіння в процесі роботи. Електричний опір основної ізоляції у холодному стані між окремими електричними ланцюгами і між цими ланцюгами та корпусами обладнання повинен бути не менше 2 МОм. Періодичні вимірювання опору ізоляції струмоведучих частин виконують в строки, встановлені особою, яка відповідає за електрогосподарство, згідно з нормативними документами з урахуванням місцевих умов. При

цьому у приміщеннях без підвищеної небезпеки такі вимірювання проводяться не менше одного разу на рік; у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних – не менше двох разів на рік. Якщо опір ізоляції знижується на 50 % від початкового, мережу або ізоляцію міняють.

Недоступність неізольованих струмоведучих улаштувань досягається застосуванням стаціонарних огорожень і розташуванням струмоведучих частин на великій висоті або у недоступному місці.

Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус.

Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруг дотику та кроку, зумовлених замиканням на корпус. Це досягається зниженням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванням потенціалів за рахунок підймання потенціалу основи, на котрій стоїть людина, до потенціалу, близького за значенням до потенціалу заземленого обладнання. [14; 16]

### 3.6 Методи захисту від шуму, вібрацій, ультра- та інфра-звука

Ефективне вирішення проблем захисту від шуму, вібрацій, ультра- та інфразвука досягається проведенням комплексу заходів, що послабляють інтенсивність шкідливих виробничих факторів у їхніх джерелах, на шляху поширення. Зниження інтенсивності шуму в джерелах забезпечує кардинальне вирішення всіх цих проблем. Зниження інтенсивності шуму на шляху поширення нерідко буває дешевшим за вирішення проблеми в джерелі, але досить ефективним.

Наприклад, шум ПК визначається, у першу чергу, їхніми силовими установками, тому для його зниження необхідне проведення заходів щодо змен-

шення шуму двигунів. При цьому можливі два шляхи: створення нових малошумних двигунів і модифікація існуючих.

При створенні нових малошумних двоконтурних турбореактивних двигунів (ТРД) необхідно вибирати такі параметри робочого процесу, двоконтурності, схем, програм регулювання й окремих конструктивних характеристик, які б забезпечували мінімальний шум. Модифікація існуючих конструкцій двигунів може передбачати додаткові заходи щодо зниження шуму, такі як: установку шумопоглинаючих сопел, регулювання площ перерізу реактивних сопел, акустичну обробку вхідних і вихідних каналів вентилятора та мотогондол та інш.

До методів зниження шуму силових установок можна віднести застосування стаціонарних і пересувних глушників шуму біля сопел усмоктування і вихлопу газів двигунів під час їхнього випробування у наземних умовах. Стаціонарні шумоглушники встановлюються на випробувальних станціях двигунів, на спеціальних площадках чи в ангарах (боксах).

Методи ослаблення шуму від джерел, розташованих усередині приміщень, дуже різноманітні і залежать від типу устаткування. Наприклад, знизити шум електричних машин можна:

- усуненням невірноваженості ротора, регулюванням підшипникових вузлів і щиткових контактів (для зменшення механічного шуму і вібрацій);

- акустичною оптимізацією вентиляторів охолодження (наприклад, збільшенням зазорів, зменшенням діаметра гвинта й колової швидкості), зменшенням витрат охолоджуваного повітря і, нарешті, вирішенням проблеми охолодження без використання вентиляторів, завдяки чому знижується аеродинамічний шум;

- усуненням асиметрій у магнітопроводах і обмотках, ослабленням інтенсивності перемінних радіальних магнітних сил низького порядку (для зменшення магнітного шуму і вібрації).

У випадку неможливості забезпечення колективного захисту робітників від впливу розглянутих факторів наведеними методами застосовуються засоби

індивідуального захисту.

Засобами індивідуального захисту від шуму є протишумні шоломи, навушники і вкладиші. В цивільній авіації можуть бути рекомендовані наступні типи засобів індивідуального захисту:

- протишумні шоломи ШШЗ-65, ШШЛ-65, шолом-каска ВЦННІОТ-2М;
- протишумні навушники ВЦННІОТ-2;
- протишумні вкладиші ФПОШ "Беруші".

Застосування вкладок допустимо при рівнях звуку не вище 100 дБА, навушників – 110 дБА, шоломів – 120 дБА.

При рівнях шуму вище 120 дБА, коли потрібен тотальний захист тіла людини, рекомендується одягати, крім шоломів, шумозахисний комбінезон, пояс і черевики. [14]

Засоби захисту від вібрацій у джерелах вібрацій ґрунтуються на урівноважуванні діючих сил і моментів у машинах і механізмах, балансуванні обертових деталей, застосуванні матеріалів з підвищеним внутрішнім тертям, поліпшенні технології виготовлення і т.ін. Зниження рівня вібрації на шляху її поширення досягається застосуванням віброізолюючих конструкцій і вібродемпфуючих матеріалів і покриттів, а також віброгасників. Для забезпечення віброізоляції влаштовують розриви між елементами конструкцій або усувають тверді зв'язки між ними, а також уникають подібності частот власних коливань системи і частот сил, що її збурюють. Підвіска двигунів літаків на пружних амортизаторах забезпечує зниження вібрації і шуму в кабінах у всіх смугах звукового спектру від 5 до 8 дБ.

Засобами індивідуального захисту від вібрації є: черевики, рукавиці, виготовлені із віброзахисних матеріалів цілком або в місцях з'єднання з віброуючою поверхнею.

Захист від ультра- та інфразвука. Захист від ультразвукових коливань здійснюється тими ж методами, що і захист від шуму. Основну увагу потрібно



приділяти усуненню безпосереднього контакту робітників з коливними середовищами. Для цього завантаження ультразвукових ванн, вивантаження й інші роботи виконують при виключених генераторах коливань, або використовують спеціальні пристосування з ручками, не зв'язаними вібруючими деталями. Ультразвукове технологічне устаткування ізолюють кожухами або звукоізолюючими камерами. Внутрішні поверхні камер облицьовуються звукопоглинаючими матеріалами. Робочі місця можна екранувати. Для поглинання енергії ультразвука рекомендуються матеріали, подібні до застосовуваних при зниженні шуму, але з більшою ефективністю на високих частотах.

Труднощі захисту від інфразвукових хвиль полягають в тому, що стіни і великі елементи конструкцій починають вібрувати в ритмі інфразвука і не чинять йому ніякого опору. Інфразвук практично не послаблюється перешкодами, тому основною задачею захисту людини від шкідливого впливу інфразвука є виключення чи ослаблення його генерування в самому джерелі. Ефективними заходами від інфразвука є також застосування методів зниження вібрацій. [16]

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Найважливішим завданням при проектуванні пристрою є забезпечення високої продуктивності та надійності пристрою при виконанні основних функцій; забезпечення тривалого часу роботи без підзарядки та швидкого відновлення енергії; навігаційні можливості та зв'язок зі смартфоном для синхронізації даних та розширення функцій пристрою.

Ультразвуковий датчик HC-SR04 для розпізнавання і подолання перешкод забезпечує точні дані вимірювань роздільною здатністю приблизно 3 мм.

Датчик перешкод Hw 201 випромінює та вимірює відбиті інфрачервоні сигнали в навколишньому середовищі. Частота ІЧ сигналу, яка використовується в таких датчиках лежить у діапазоні від 850 до 940 нанометрів. Діапазон виявлення перешкод становить 2-30 см.

Він оснащений функцією контролю мікроклімату, за допомогою вбудованого зволожувача повітря, що робить його багатofункціональним.

Акумулятор формату 18650 дозволяє пристрою працювати незалежно від базової станції та здійснювати швидку заміну елемента живлення, що забезпечує дві години роботи без підзарядки.

Компактні двигуни, яким достатньо 5 В, забезпечують ефективну його роботу.

Рекомендується подальша модернізація пристрою для покращення його мобільності та надійності. Розробка системи навігації в приміщенні за допомогою дистанційного керування. Також важливо розглянути розширення функціональності шляхом додавання додаткових датчиків для вимірювання рівня забруднення повітря, вологості та температури. Це дозволить отримувати більше інформації про якість повітря у приміщенні та забезпечить ефективну роботу.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сухаревський В. Г., Білоус О. В., Сергієнко В. О. Автоматизована система контролю та управління параметрами мікроклімату: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні проблеми електроніки та технологій". Київ. 2019. 35-38 с.
2. Голуб О. М. Оцінка ефективності системи вентиляції приміщення з використанням сенсорів для контролю параметрів мікроклімату. Київ: Енергетика, економіка, технології, екологія. № 3. 2017. 30-34 с.
3. Болух В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки та мікропроцесорної техніки. Харків : НТУ "ХП", 2011. 257 с.
4. Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я. Мікропроцесори та мікроконтролери. Київ : Вища школа., 2004. 399 с.
5. Стахів П. Г., Коруд В. І., Гамола О. Є. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки. Львів : Магнолія Плюс, 2006. 225 с.
6. Прищепа М. М., Погребняк В. П. Мікроелектроніка. Ч. 1. Елементи мікроелектроніки. Київ : Вища школа., 2004. 432 с.
7. Гельжинський І.І., Голяка Р.Л., Готра З.Ю., Марусенкова Т.А. Мікросхемотехніка: підручник. Львів : Ліга-Прес, 2015. 492 с.
8. Жеребцов І.П. Основи електроніки: Київ. Техніка, 2004. 328 с.
9. Степаненко І.П. Основи мікроелектроніки: навч. для вузів. Київ, 2016. 240 с.
10. Зайцев Р.В., Дроздов А.М., Зайцева Л.В., Хрипунов Г.С. Технологічні основи електроніки Ч.1. Харків: НТУ «ХП», 2021. 64 с.
11. Бурик І. П. , Технологічні основи виготовлення елементів напівпровідникових інтегральних мікросхем. Суми : Сумський державний університет, 2015. 65 с.
12. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д.. Цифрова схемотехніка: навч. посібник. Львів : "Новий Світ-2000", 2019. 736 с. ISBN 978-966-418-067-9.

13. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с
14. Куріс Ю.В., Белоконь К.В., Рижков В.Г. Основи охорони праці: навч. посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 2015. 180 с.
15. Правила пожежної безпеки в Україні. Офіційний вісник України. Київ, 10.04.2015 № 26, С. 91. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>
16. Яремко З.М., Тимошук С.В., Писаревська С.В., Стельмахович О.Б. Охорона праці : навч. посібник за ред. проф. З.М. Яремка. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 430 с.

## Додаток А

Познач.	Найменування				Кільк.	Примітка					
	<i>Резистори</i>										
R1	C2-23-0,125-5,6 кОм±10%				1						
R2	C2-23-0,125-56 кОм±10%				1						
	<i>Транзистори</i>										
VT1	IRL3705N				1						
	<i>Діод</i>										
D1	1N5399				1						
	<i>Мікросхема</i>										
IC1	Arduino Uno R3				1						
	<i>Двигун</i>										
M1, M2	GA12-N20				2						
	<i>Драйвер</i>										
IC2	L298N				1						
	<i>Дисплей</i>										
IC3	OLED SSD1306 I2C				1						
	<i>Кнопка</i>										
IC4	TTP223				1						
	<i>Ультразвуковий датчик</i>										
IC5, IC6, IC7	HC-SR04				3						
	<i>Датчик перешкод</i>										
IC8, IC9, IC10	Hw 201				3						
	<i>Модуль зволожувача повітря</i>										
IC11	QDB-1				1						
	<i>Вимикач</i>										
S1	Arp 2641LH				1						
	<i>Мембрана зволожувача</i>										
UZ1	AW 2012				1						
					<b>ІННІ ЗНУ 6.1531-с ДП</b>						
					<b>Перелік елементів до схеми електричної принципової</b>						
									Літера	Маса	Масш- таб
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розроб.</i>	<i>Клімашин С.І.</i>										
<i>Керівник</i>	<i>Ніконова А. О.</i>										
<i>Консульт.</i>					<i>Арк.1</i>		<i>Аркушів.1</i>				
					<b>6.1531-с</b>						
<i>Н. Контр.</i>	<i>Верьовкін Л.Л.</i>										
<i>Затвердив</i>	<i>Критська Т.В.</i>										

## Додаток В

**УДК 621.38**

**Ніконова А.О.**, к.т.н., доцент кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, м. Запоріжжя

**Клімашин С. І.**, студент 4 курсу спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, м. Запоріжжя

### **РОЗРОБКА ПРИЛАДУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ З ФУНКЦІЄЮ ПІДТРИМКИ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ**

Автономні системи очищення приміщень набули популярності завдяки своїй здатності проводити автоматичне прибирання без необхідності участі людини, що збільшує зручність та ефективність підтримки параметрів навколишнього середовища в побуті та офісних приміщеннях. Система навігації дозволяє уникати перешкод та оптимізувати маршрут очищення. Вбудовані сенсори виявляють забруднення та змінюють швидкість чи режим очищення в залежності від ступеня забруднення. Наявність системами водяного очищення дозволяє підвищити якість прибирання.

Аналіз існуючих приладів очистки приміщень показав, що модернізація систем може включати в себе різноманітні заходи з оновлення, удосконалення та покращення різних його складових частин. Залежно від вимог можуть бути запропоновані наступні рішення:

- заміна компонентів системи на нові, більш ефективні та надійні.
- установка нових систем автоматичного керування та контролю;
- підвищення енергоефективності шляхом впровадження технологій енергозбереження та оптимізації процесів;
- зменшення витрат на електроенергію шляхом заміни допоміжного обладнання на менш енергозатратне;
- розширення функціональних можливостей за рахунок додаткового обладнання та сучасних технологій.

Наведена структурна схема призначена для відображення загальної структури пристрою, тобто його основних блоків, вузлів, частин та головних зв'язків між ними (рис.1).

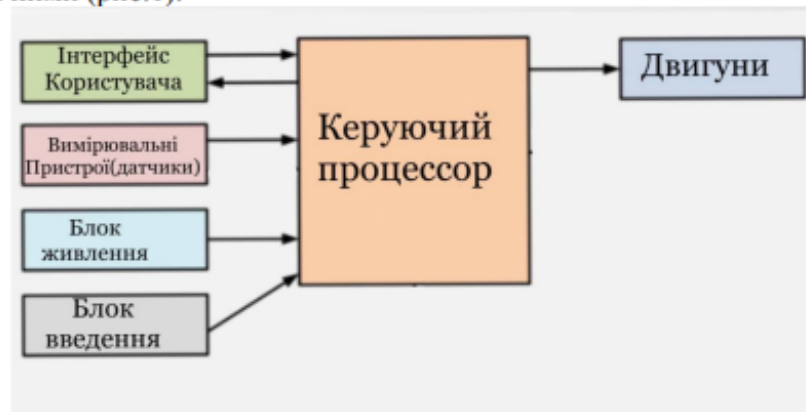


Рисунок 1 – Загальна структурна схема пристрою для очищення приміщення.

Наявність блоку вводу інформації дозволяє задавати необхідні час та режими роботи приладу. За орієнтування у просторі та отримання інформації про навколишнє середовище відповідають ультразвуковий та інфрачервоний датчики принцип роботи яких базується на відбиванні та прийманні ультразвукових хвиль.

Вимірюючи час, який потрібно ультразвуковому або інфрачервоному сигналу пройти від датчика до об'єкта та повернутися назад, можливо визначити відстань до об'єкта. Датчики допомагають уникати зіткнень, контролюючи рух об'єктів та вчасно сповіщаючи про небезпеку.

Мікроконтролер Atmega 328 P с низьким енергоспоживанням, заснований на вдосконаленій RISC-архітектурі виконує функції обробки і керування інформацією, а також для взаємодії з модулем переміщення. Система дозволяє ефективно керувати й взаємодіяти з пристроями, використовуючи дані, які обробляються мікроконтролером та передаються за допомогою WiFi модуля для подальшої передачі в мережу.

У роботі розглянуті основні методи удосконалення та покращення системи для очищення приміщень за допомогою встановлення нових систем автоматичного керування та контролю. Підключення до мережі Інтернет дозволяє користувачам отримувати доступ до даних про якість очищення в реальному часі, керувати приладом віддалено та автоматично виявляти і усувати несправності, здійснювати регулярне технічне обслуговування для безперебійної роботи приладу.

### Література

1. Степаненко І.П. Основи мікроелектроніки: навчальний посібник для вузів. Київ, 2016. 240 с

2. Матвійків М.Д. Елементна база електронних апаратів: підручник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2017. 428с.

**Клімашин С. І**

Студент 4 курсу

Інженерного навчального інституту ім. Ю.М. Потебні

Наук. кер.: к.т.н., доц. Ніконова А.О.

### **РОЗРОБКА ПРИЛАДУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ З ФУНКЦІЄЮ ПІДТРИМКИ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ**

Модернізація автономних систем очищення, які стають все більш популярними, може принести численні переваги. Використання новітніх технологій, таких як штучний інтелект і аналітика даних, дозволяє покращити якість та ефективність процесу прибирання. Наприклад, системи збору даних можуть аналізувати забруднення та оптимізувати режими очищення в реальному часі, щоб забезпечити максимальну чистоту приміщень. Крім того, використання енергоефективних технологій може зменшити витрати електроенергії та сприяти сталому розвитку[1].

Розширення функціональних можливостей систем очищення також може включати в себе автоматизацію процесу розпізнавання індивідуальних потреб користувачів. Наприклад, системи можуть підлаштовувати свої режими роботи відповідно до графіку дійсного використання приміщення, щоб забезпечити ефективне очищення у часи пікової активності.

Важливо також враховувати питання безпеки та конфіденційності даних при впровадженні нових технологій. Заходи безпеки даних та захисту приватності користувачів повинні бути вбудовані в системи з самого початку розробки.

Отже, модернізація автономних систем очищення відкриває широкі можливості для підвищення продуктивності, зручності та екологічної стійкості прибирання. Важливо надавати пріоритет потребам та вимогам користувачів, а також забезпечувати найвищі стандарти безпеки та конфіденційності даних[2].

Аналіз існуючих системи очищення трьох відомих виробників за їх основними характеристиками надає можливість визначити напрями вдосконалення методів очищення та розробки приладу з розширеними функціональними можливостями (рис.1).

Покращення функціональності систем очищення може включати підвищення здатності подолання перешкод, ефективності навігаційної системи, збільшення потужності всмоктування та розширення функціоналу мобільного додатку.



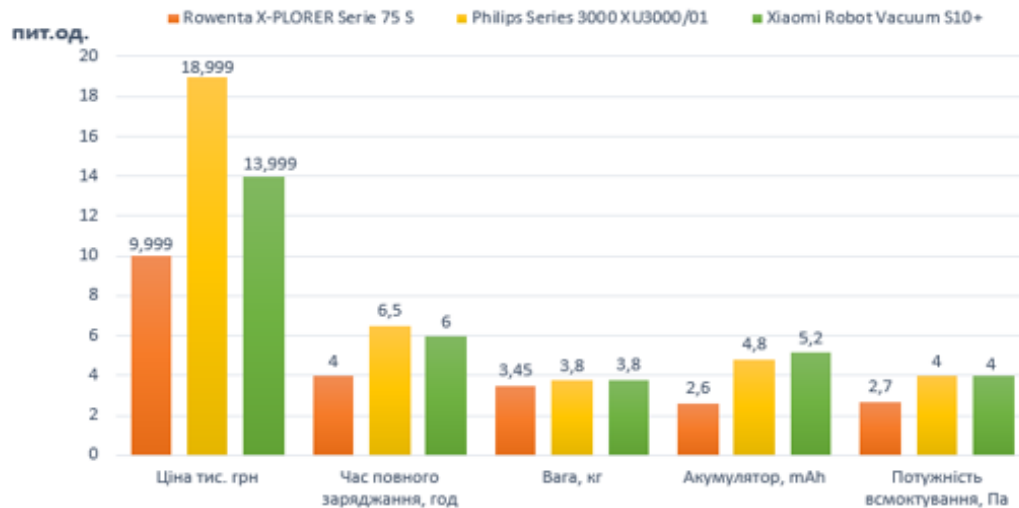


Рисунок 1- Аналіз існуючих систем очищення трьох відомих виробників за основними параметрами.

Розширення функціоналу можливо за рахунок наявності блоку вводу інформації, що дозволить задавати необхідні час та режими роботи приладу. Орієнтування у просторі та отримання інформації про навколишнє середовище забезпечуватиме ультразвуковий та інфрачервоний датчики, принцип роботи яких базується на відбиванні та прийманні ультразвукових хвиль. Вимірюючи час, який потрібно ультразвуковому або інфрачервоному сигналу пройти від датчика до об'єкта та повернутися назад, можна визначити відстань до об'єкта. Датчики допомагають уникати зіткнень, контролюючи рух об'єктів та вчасно сповіщаючи про небезпеку.

Мікроконтролер Atmega 328P с низьким енергоспоживанням, заснований на вдосконаленій RISC-архітектурі виконуватиме функції обробки і керування інформацією, а також для взаємодії з модулем переміщення. Система дозволить ефективно керувати й взаємодіяти з пристроями, використовуючи дані, які обробляються мікроконтролером та передаються за допомогою WiFi модуля для подальшої передачі в мережу.

## Література

1. Голуб О. М. Оцінка ефективності системи вентиляції приміщення з використанням сенсорів для контролю параметрів мікроклімату : Енергетика: економіка, технології, екологія. Київ 2017. № 3. С. 30–34.
2. Сухаревський В. Г., Білоус О. В., Сергієнко В. О. Автоматизована система контролю та управління параметрами мікроклімату : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні проблеми електроніки та технологій". Київ. 2019. С. 35–38.