

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Некоммерческое акционерное общество Казахский «Национальный исследовательский  
технический университет имени К. И. Сатпаева



**SATBAYEV  
UNIVERSITY**

Институт автоматки и информационных технологий  
Кафедра «Робототехники и технических средств автоматки»  
Специальность 6В07111– Робототехника и мехатроника

Айсұлтан Диана Сейлханқызы

Тема: Исследование и разработка робота – уборщика

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломному проекту

Специальность 6В07111– Робототехника и мехатроника



SATBAYEV  
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»



## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема: «Исследование и разработка робот уборщика»

по специальности 6В07111 – Робототехника и мехатроника

Выполнил

Айсұлтан Диана

Рецензент

Научный руководитель

Д.т.н., ассоциированный профессор

Магистр технических наук,

Джомартов А.А.

старший преподаватель

подпись ФИО

Бигалиева Ж.С.

«25» май 2023 ж.

«28» май 2023 ж.

Алматы 2023





SATBAYEV  
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

6B07111 – Робототехника и мехатроника



### ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Айсұлтан Диана Сейлханқызы

Тема: Исследование и разработка робота уборщика

Утверждена приказом Ректора Университета № 408 9/18 от «13» май 2023 г.

Срок сдачи законченной работы «29» мая 2023 г.

Исходные данные к дипломному проекту: Arduino UNO

Перечень подлежащих разработке вопросов в дипломном проекте:

- изучение пылесосов и мобильных роботов
- анализ сравнение роботов пылесосов на рынке
- субъективная оценка робота
- разработать робот пылесос на Arduino UNO с увлажнителем воздуха и ультразвуковым датчиком

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

*Представлены 16 слайдов презентации работы*

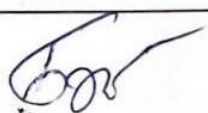
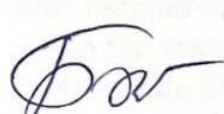
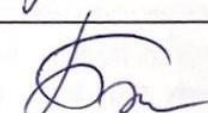
Рекомендуемая основная литература: из 20 наименований 20

**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы (проекта)

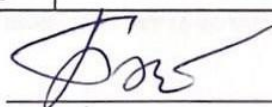
Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Технологическая часть	10.03-01.04.2023	Выполнено
Исследовательская часть	20.03-01.04.2023	Выполнено
Практическая часть	20.03-30.04.2023	Выполнено
Заключение	01.05-10.05.2023	Выполнено

**Подписи**

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

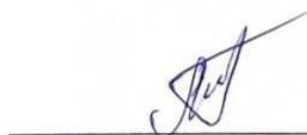
Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Ж.С.Бигалиева, магистр технических наук, старший преподаватель	26.05.23	
Основная часть	Ж.С.Бигалиева, магистр технических наук, старший преподаватель	26.05.23	
Расчетная часть	Ж.С.Бигалиева, магистр технических наук, старший преподаватель	26.05.23	

Научный руководитель



Бигалиева Ж.С

Задание принял к исполнению обучающийся



Айсұлтан Д.С

Дата

"26" май 2023г.

## **АҢДАТПА**

Бұл тезисте робот шаңсорғыш жасалды, шаңсорғыш және тазалау технологиясымен жабдықталған және микроконтроллермен басқарылады. Сондай-ақ, тазалау кезінде тазартылатын жердегі ауаны тазартады. Ол тартылатын қоқыс жәшігі арқылы кірді сорып алады робот шаңсорғыш жүйесі бар, корпусының төменгі жағында орналасқан доңғалақ жетегі. Робот қозғалтқыш қалқанымен басқарылатын төрт дөңгелектің көмегімен қозғалады. Роботтың алдында орналасқан бір ультрадыбыстық сенсор кедергілерді анықтап, кейіннен роботты басқаруға көмектеседі. Arduino негізінде қажетті жабдықтар мен микропроцессорлық аппараттық-бағдарламалық құралдарды таңдау жүзеге асырылды. Робот шаңсорғыштың жұмыс істеуі үшін бағдарламалық жасақтама жасалды.

## **АННОТАЦИЯ**

В представленной дипломной работе разработан робот-пылесос, оснащен технологией пылесоса и уборки и управляется микроконтроллером. Так же чистит воздух в очищаемой участке во время уборки. Он всасывает пыль через выдвижную мусорную корзину система робота- пылесоса содержат, привода колес, размещенных в нижней части корпуса. Робот перемещается с помощью четырёх колес, управляемых моторным щитом. Один ультразвуковых датчика, расположенный впереди робота, обнаруживают препятствия и впоследствии помогает роботу ориентироваться. Осуществлен выбор необходимого оборудования и микропроцессорных аппаратно-программных средств на базе Arduino. Разработано программное обеспечение для функционирования робота-пылесоса.

## **ANNOTATION**

In this thesis, a robot vacuum cleaner has been developed, equipped with vacuum cleaner and cleaning technology and controlled by a microcontroller. It also cleans the air in the area being cleaned during cleaning. It sucks up dirt through a retractable trash can the robot vacuum cleaner system contains, drive wheels placed in the lower part of the housing. The robot moves with the help of four wheels controlled by a motor shield. One ultrasonic sensor located in front of the robot detects obstacles and subsequently helps the robot navigate. The selection of the necessary equipment and microprocessor hardware and software based on Arduino has been carried out. The software for the functioning of the robot vacuum cleaner has been developed.



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Исследовательская часть	9
1.1 Анализ мобильных роботов-уборщиков	9
1.2 История роботов	9
1.3 Система координат	10
1.4 Инерционное разделение	12
1.5 Система управления	12
1.6 Навигационная система	13
1.7 Субъективная оценка робота	14
1.8 Компоненты робота пылесоса	15
1.9 Тип и ёмкость аккумулятора	19
1.10 Шаги прогресса робота пылесоса	20
1.11 Таблица лучшие роботы-пылесосы 2023 года	22
1.12 Краткий обзор по мобильным роботам	23
1.13 Маркетинговые исследования по существующим роботам	23
2 Аппаратная часть	25
2.1 Задачи дипломной работы	25
2.2 Описание и структура микроконтроллера	25
3 Практическая часть	31
3.1 Необходимые материалы	31
3.2 Устройство и реализация системы	31
3.3 Схема подключения датчиков	32
3.4 Расчеты	33
3.5 Таблица расчёт капиталовложений на закупку оборудования	33
Заключение	34
Список сокращений и терминов	35
Список использованной литературы	36
Приложения А	38
Приложения Б	40

## ВВЕДЕНИЕ

Робототехника, по сути, заменила, ручной труд, и многие роботизированные устройство, которые с ней связаны, уже стали обычным явлением. Технология, которая предлагала использовать робота для чистиков полов. Одна из самых сложных задач в поддержании хорошего дома - является уборка. Этот проект будет посвящен автоматизированному устройству, которое поможет облегчить жизнь каждому. Домашняя автоматизация не только повышает удобство, но и помогает людям иметь больше свободного времени для себя. Домашние роботы – это уже не будущее, а сегодняшний день.

Роботы входят в дома и повседневную жизнь людей. Роботы-пылесосы экономят время. Функция обнаружения поверхности позволяет роботу обнаружить расстояние между лестницами от стен и неровных поверхностей. Он имеет само зарядку, переходит к зарядной станции, когда разряжается при незначительном обслуживании и может убрать любую грязь в вашем доме без особого ухода и затрат. Высокая гибкость и функциональность он не требуют специального обслуживания или временных затрат. Он бесшумен и может использоваться в любое время суток. Пылесос обладает некоторой степенью свободы и автономии от пользователя. В первую очередь запрограммирован на уборку. Имеет дополнительную функцию вращающихся щеток щеткой. Современные роботы-уборщики оснащены беспроводной связью Wi-Fi, камерами, избегают проводов и препятствий, широким спектром датчиков и функцией автоматической уборки.

Целью данной работы считается разработка и внедрение автономного и ручного робота-пылесоса при уборке так же очищает воздух в помещении. Робот-пылесос предназначен для облегчения процесса уборки, а не для использования ручного пылесоса в котором отнимает время и силы. Основная цель этого проекта – разработать и реализовать прототип вакуумного робота с использованием Arduino, ультразвукового датчика и достичь цели этого проекта. Робот-пылесос будет иметь несколько критериев, удобных для пользователя. Задача собрать макет робот пылесоса.

## **1 Исследовательская часть**

### **1.1 Анализ мобильных робот – уборщиков**

Интеллектуальные мобильные роботы являются одним из видов интеллектуальных роботов. Это означает, что мобильное устройство работает автономно и осознает свое внешнее окружение. Существуют различные типы механизмов передвижения для интеллектуальных мобильных роботов, и тип зависит от формы и назначения робота. В последние годы исследования механизмов передвижения активно ведутся в различных областях. Механизмы передвижения делятся на колесные, гусеничные и шагающие, а тип механизма передвижения выбирается в зависимости от типа робота и его назначения. В этом разделе описаны типы механизмов мобильности для интеллектуальных мобильных роботов и технологические тенденции в механизмах мобильности для интеллектуальных мобильных роботов [1].

Мобильные роботы обычно управляются программным обеспечением и используют датчики и другие устройства для исследования окружающей среды. Мобильные роботы сочетают в себе достижения физической робототехники и искусственного интеллекта показано на рисунке 1.

Существует два типа мобильных роботов: автономные мобильные роботы и неавтономные мобильные роботы. Автономные мобильные роботы могут перемещаться по окружающей среде без внешних указаний, в то время как навигационные роботы перемещаются с помощью какой-либо системы наведения. Другие полустационарные роботы имеют ограниченный диапазон движения.



Рисунок 1 – Робот-пылесос PHILIPS

### **1.2 История роботов пылесосов**

Группа Electrolux была первой компанией, выпустившей робота-пылесоса. Робот Electrolux Trilobite был продемонстрирован для ВВС в 1997, и продавался для пробного использования в течение нескольких месяцев в году. Он мог передвигаться на ультразвуке, избегать препятствий, определять наиболее эффективный способ передвижения по комнате и самостоятельно добираться до



зарядной станции. Однако, чтобы он не упал с лестницы, пришлось ограничить его площадь магнитными полосами.

Робот Hoover создан для того, чтобы сделать уборку легкой и удобной. Чтобы начать уборку, просто поставьте робота Hoover на зарядную станцию и задайте нужную площадь. Умный робот специально запрограммирован на автоматическое перемещение по вашему дому и удаление всей грязи и пыли. Если он на что-то наткнется, то автоматически двинется в обратном направлении показано на рисунке 2. Робот-пылесос предназначен для среднего дома и может легко перемещаться по всем типам полов, включая деревянные полы, паркет и линолеум. Вы также можете самостоятельно настроить щетки и использовать их в зависимости от поверхности пола. Простота использования – новейшие технологии.

На протяжении многих лет роботы-пылесосы совершенствовались, чтобы стать более эффективными, более действенными и более самостоятельными, например, чтобы обходить края ковров и обычные пороги без необходимости пылесосить одно и то же место несколько раз, а также чтобы избежать падения с лестницы.

Разработанный мобильный робот для очистки воздуха использует простой шаговый механизм с двигателями постоянного тока и может вращаться назад и вперед, влево и вправо, в двух различных комбинациях прямого и обратного вращения [2].



Рисунок 2 – Прототип первых роботов-пылесосов “KITFORT”

### 1.3 Система координат робота

Для математического описания движения мобильного робота необходимо определить систему координат. Определяются две системы координат: мировая система координат  $W$  (предполагается, что она неподвижна в пространстве) и

система координат робота  $R$  (движущаяся в пространстве и неподвижная относительно самого робота).

Степени свободы определяют минимальное количество независимых переменных (обобщенных координат), необходимых для полного описания движения динамической системы.

Твердое тело, которое вращается, двигаясь по одномерной траектории, имеет одну степень свободы. В качестве примера рассмотрим поезд, движущийся по рельсам.

Твердое тело, которое движется и вращается на плоскости, имеет три степени свободы: две степени свободы перевода и одну степень свободы вращения. В качестве примера рассмотрим наземного робота.

Твердое тело, которое движется и вращается в трех измерениях, имеет в общей сложности шесть степеней свободы: три степени свободы перевода и три степени свободы вращения.

Роботы могут мгновенно перемещаться в любом направлении в пространстве степеней свободы (робот является голономным, если количество контролируемых степеней свободы равно количеству всех степеней свободы). Автономные роботы также существуют, но они требуют большого количества двигателей и специальных конструкций, которые часто очень непрактичны [3]. Автономные роботы на земле, однако, могут быть реализованы с помощью омни-колес на рисунке 3.

Такие конфигурации используются в роботах-пылесосах:

- Роботы с дифференциальным приводом имеют два двигателя, по одному на каждое колесо;
- Чтобы изменить направление, необходимо изменить скорость (отсюда и название - дифференциальный);
- Чтобы ехать прямо, колеса должны вращаться с одинаковой скоростью;
- Чтобы вращаться на месте, скорости должны быть равны по модулю и направлены в противоположные стороны;
- Любая другая комбинация скоростей приведет к образованию дуги.



Рисунок 3 – Подвижные части робота

## 1.4 Инерционное разделение

При разработке мусоросборника важно содержать фильтры как можно более чистыми, чтобы скорость потока не уменьшалась слишком сильно. Одним из способов поддержания чистоты фильтров является инерционная сепарация. Циклонная сепарация является часто используемым методом инерционной сепарации. Циклонный сепаратор отделяет более крупные частицы от воздушного потока с помощью поля центробежной силы. Эта сила выталкивает частицы, более плотные, чем жидкость, к внешним стенкам и вынуждает частицам падать в удерживающий бункер [4]. На рисунке 4 показаны основные элементы циклонного сепаратора. Грязный воздух поступает по касательной к корпусу циклона и выходит из сопла в верхней части циклона, заставляя жидкость внутри камеры циклона вращаться. Тяжелые частицы следуют конической форме корпуса вниз, пока не выйдут из нижней части циклона. Затем чистый воздух высасывается из верхней части циклонного сепаратора.

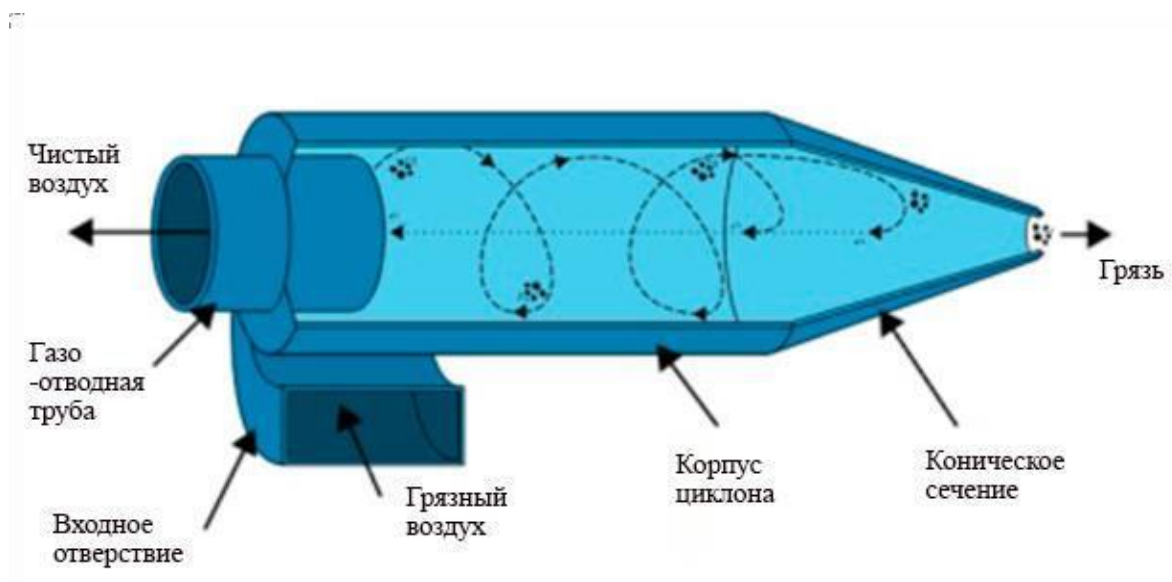


Рисунок 4 – Циклонный сепаратор

## 1.5 Система управления

Устройство оснащено траекторными или сенсорными датчиками и сканирует пространство комнаты. Затем устройства обрабатывается информация, и процессор строит маршрут уборки.

Алгоритм уборки выглядит так:

- Робот-пылесос направляется на центр комнаты;
- Робот-пылесос по спирали огибает препятствия, собирая мусор;
- Если во время уборки разряжаются батареи, пылесос возвращается на станцию для зарядки.

Камера, установленная на верхней части устройства, может использоваться для составления карты комнаты. Она также позволяет пылесосу найти короткий путь от места, где заканчивали уборку, до станции.

На верхней части находится сенсорный экран с кнопками управления, бампер с датчиками и контейнер для сбора пыли.

Бампер оснащен инфракрасным датчиком расстояния, который робот использует для объезда препятствий. Однако бампер не покрывает всю поверхность, поэтому при столкновении с препятствием робот активирует датчик удара, меняет направление и продолжает движение.



Рисунок 5 – Типовая схема системы управления перемещения мобильного робота.

## 1.6 Навигационная система

Принцип работы: Сюда входят навигационный модуль, модуль очистки, устройство поиска базы и механизм зарядки. Навигационная система позволяет умному помощнику перемещаться по дому. Если эта система функционирует правильно, она не позволяет роботу заблудиться или не справиться с уборкой. Существуют основные типы навигационных модулей, предлагаемые различными производителями, включая датчики робота, внешние датчики, лазеры и камеры [5].

Модули очистки непосредственно отвечают за очистку поверхностей в самолетах. Хотя навигационные системы разных производителей сильно различаются, конструкция модулей очистки в основном одинакова. Стандартная процедура очистки для Smart Hoover заключается в том, что боковые щетки собирают грязь по мере движения робота и сметают ее под основную щетку. Затем основная щетка собирает грязь и пыль и сдувает ее в пылесборник, где она удаляется потоком воздуха. Принцип очистки интеллектуальных пылесосов



разных производителей в основном одинаков. Различия заключаются лишь в количестве основных и боковых щеток, количестве фильтров, а также в мощности и емкости пылесборника.

Как найти и зарядить базовый аккумулятор роботы-пылесосы оснащены аккумулятором, обеспечивающим энергию, необходимую для работы устройства. Когда батарея разряжается, робот выключается. Поэтому, когда аккумулятор достигает определенного уровня заряда, он переходит в режим поиска базы для дальнейшей зарядки. Робот Hoover оснащен различными навигационными системами, такими как камеры и лазеры, и запоминает свои маршруты, поэтому он может легко найти свою базу самостоятельно.



Рисунок 6 – Принцип работы датчиков робота пылесоса

### 1.7 Субъективная оценка робота

Преимущества использования роботизированной техники в уборке:

- Его наличие дисциплинирует учить убирать за собой провода, носки, мелкие предметы, которые пылесос может не засосать;
- Робот может производить уборку без человека;
- Аппаратно-программное устройства выполнит с легкостью поставленную задачу: с пылью, и другими загрязнениями робот справится за счет встроенной карты передвижения по квартире;
- Таким образом, при помощи уборщика высвободится время на любимое дело. Людям с ограниченными возможностями трудно делать уборку, и данный робот для них просто незаменим;
- С наличием робота уборщика можно, выезжать в длительную командировку и на отдых, не тревожиться о чистоте в квартире. Который запрограммирован, устройства будет убирать и поддерживать чистоту в отсутствие хозяина. Хозяину приятно будет возвращаться в прибранную квартиру;

- Робот-пылесос не только убирает пыль, но и мусор, в том числе шерсть домашних животных. Если в квартире проживают домашние питомцы, то данный робот достаточно уместен;

- Можно ограничить зоны, которые пылесос не станет трогать (кабинет с множеством проводов, детская спальня с вечно разбросанными игрушками).

Отличие от обычного пылесоса, его роботизированный аналог функционирует менее шумно, и имеется вероятность настроить программу уборки по расписанию. Для собственников огромный по метражу жилой площади бесшумный робот для поддержания чистоты не будет лишним. Она свободно справится с пылью, осевшую под мебелью, если высота ножек помогает.

Минусы использования роботизированной техники в уборке:

- Работая на влажной поверхности, робот оперативно загрязняется;
- Сочетание воды и пыли содействует росту вредоносных для существования человека микроорганизмов, данных как грибки, плесень;
- Если в квартире проживает домашний питомец, не приученный то делать уборку при помощи робота будет проблемой;
- Круглая форма корпуса не помогает роботу полностью убирать пыль и загрязнения в углах дома;
- Закрытую снизу мягкую мебель (кресла, диваны, пуфики) робот обходит их как помехи. Таким образом накапливается пыль, которую придется периодически убирать ручным способом;
- Уборка липких следов напитков и пищи роботу не по силам;
- Цена на роботы-пылесосы одинаковы с ценою самых продвинутых неавтоматических аналогов.

## 1.8 Компоненты робота пылесоса

Роботы-пылесосы – это в основном пылесосы с вычислительной мощностью, навигацией и двигателями для управления вращающимися частями конструкции. Он позиционируется как полностью автоматический пылесос [6].

Хотя внешне устройства похожи, уникальной конструкции робота-пылесоса не существует, так как разные производители используют собственные модели для создания умных приборов. Существуют условия и схожие параметры для создания автоматического пылесоса. Концептуально устройство напоминает легкий и достаточно прочный пластиковый круг. Основная часть устройства также оснащена бампером. Бамперы поддерживают целостность корпуса при столкновении с препятствиями.

Робототехника характеризуется взаимодействием с внешним миром, наличием алгоритмов, реагирующих на ситуации, и другими функциями. Размеры варьируются, радиус модели может быть установлен в диапазоне от 125

до 175 мм. Высота от земли до самой высокой точки самого умного пылесоса может достигать 128 мм. Однако ниже - не всегда лучше.

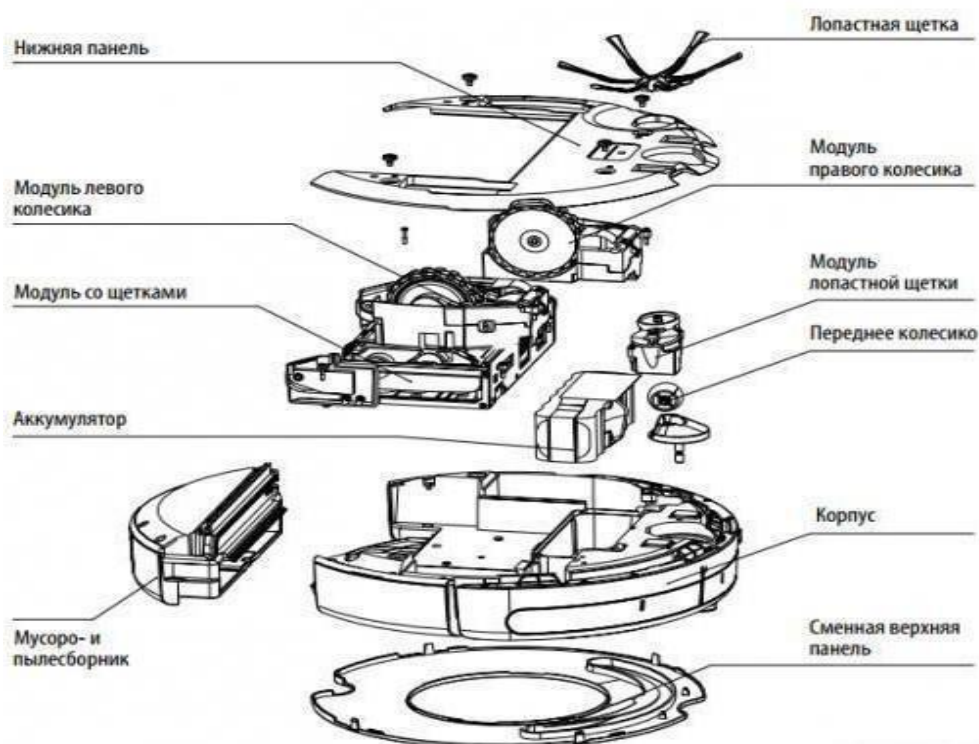


Рисунок 1.7 – Конструкция робота пылесоса

**Щетки:** Самая важная часть пылесоса – это щетка. Современные автоматические пылесосы обычно имеют два типа щеток: основную и боковую. Основных щеток может быть одна или две. Щетки движутся друг против друга и собирают грязь. Боковые щетки расположены в нижней части устройства. Они отвечают за очистку вдоль углов и плинтусов. При выборе пылесоса обратите внимание на материал щеток. Щетки с более жесткой щетиной прослужат дольше, чем щетки из шнура.



Рисунок 1.8 – Основные и боковые щетки

Пылесборник: Он хранится внутри пылесоса. Размер мешков для сбора пыли варьируется от самого маленького пылесборника до 1 литра. Мешки для сбора пыли меньшего размера подходят для небольших помещений, где нет домашних животных. Если площадь вашего дома превышает 40 кв. м<sup>2</sup>, и у вас есть домашние животные, вам может подойти мешок большего размера.



Рисунок 1.9 – Пылесборник

Фильтр: Одним из компонентов пылесоса Smart Hoover является фильтр. Лучше всего покупать фильтр с несколькими слоями.



Рисунок 1.10 – Фильтр частиц

Аккумулятор: Как правило, роботы-пылесосы работают от двух типов батарей: никель-металлгидридных и литий-ионных. Последние более долговечны и могут работать до трех часов на одном заряде [7].





Рисунок 1.11 – Аккумулятор

Датчики: Помогают пылесосу передвигаться по дому. Существует три типа датчиков: инфракрасные, ультразвуковые и лазерные. Более дорогие модели имеют больше датчиков.



Рисунок 1.12 – ИК датчик

Рисунок 1.13 – Ультразвуковой датчик

Рисунок 1.14 – Лазерный датчик

Колеса: Колеса – еще одна важная часть робота-пылесоса. Без них мобильность была бы невозможна. Почти все умные помощники имеют три колеса - два по бокам для перемещения устройства и одно спереди, которое служит в качестве вспомогательного колеса.



Рисунок 1.15 – Переднее колесо

Рисунок 1.16 – Основные колёса

### 1.9 Тип и ёмкость аккумулятора

Если у пылесоса установлен режим *max*, он обеспечивает большую мощность и еще быстрее разряжается батарея. Большинству перезаряжаемых аккумуляторов не подходят такие быстрые разряды, и в таких условиях они вырабатывают меньше энергии, чем их номинальные характеристика. Без интеллектуальной электроники мощность всасывания будет уменьшаться, когда батарея разрядится. Литий-ионные аккумуляторы имеют напряжение элемента 3,6 В и наилучшие показатели удельной энергии среди всех типов аккумуляторов, используемых в настоящее время в беспроводных пылесосах.

Пылесос имеет простую связь с ваттами. Обычный пылесос для работы по дому использует мощность от 600 до 2600 Вт. Для ежедневной уборки дома выбирают мощность пылесоса от 350 до 450 Вт.

В цеховом пылесосе также используется мощность 12 А. И напряжение для этого обычно составляет 120 В. Таким образом, расчет для рабочего напряжения в ваттах будет:

$$12 \text{ Ампер} \times 120 \text{ В} = 1440 \text{ Вт}$$

$$P = UI \tag{1}$$

Одна полная зарядка пылесоса общего назначения занимает от 60 до 90 минут. С одной зарядкой вы сможете справиться со всеми домашними делами по уборке. Так же у пылесоса есть память он запоминает, где остановил уборку после зарядки продолжает убираться в остановленном месте.

В большинстве беспроводных пылесосов используются батареи свинцово-кислотные аккумуляторы. Свинцово-кислотные аккумуляторы для пылесосов в основном используются в старых беспроводных пылесосах или там, где вес не

важен. Они используют тот же химический состав, что и автомобильные аккумуляторы, но в основном содержат электролиты в форме геля.

Гелевые аккумуляторы – это электролиты, которые нельзя разливать, и аккумулятор нормально работает в любом положении. Они быстро теряют емкость при разряде с использованием высоких токов, но они практически не подвержены эффекту памяти.

Никель-кадмиевые батареи не очень экологичные. Их относительная емкость лучше, чем у свинцово-кислотных аккумуляторов, особенно при использовании высоких токов разряда (более 1С тока) [8].

NiMH – никель-металлогидридные аккумуляторы. Эти батареи часто встречаются в беспроводных пылесосах и в беспроводных приборах в целом. Большинство современных приборов имеют низко разрядные NiMH-аккумуляторы, которые могут пролежать несколько месяцев на полке и потерять всего несколько процентов своего заряда.

Таблица 1.1 – Параметры аккумуляторов

Тип батареи	Срок службы	Предполагаемый срок службы (Цикл для одного дня )
Нихромовая вакуумная батарея	> 500	1 год
Вакуумная батарея NiMH	500-1500	1-3 года
Свинцово-кислотная вакуумная батарея	300-800	1-2 года
Литий-ионный вакуумный аккумулятор	> 4000	5-10 лет

### 1.10 Шаги прогресса работа пылесоса

Предшественники пылесоса начали появляться в 1860-х годах. Были созданы различные устройства, которые собирали пыль и грязь с помощью пользовательского всасывания. Эти изобретения в итоге уступили место “вихрю” в 1869 году и “пневматическому обновителю ковров”. Этот пылесос был изобретен Джоном Турманом и работал не только на бензине, но и выдувал пыль, вместо того чтобы всасывать ее внутрь. Изобретение Турмана заложило основу для сотен будущих пылесосов [9].

В 1901 году человек по имени Хьюберт Бут создал официальный электрический пылесос. Бут, который до этого момента использовал пылесос для выдувания мусора, придумал, что пылесос может всасывать мусор в обратном направлении. Показана на рисунке 1.18



Рисунок 1.17 – Первый пылесос

После долгих проб и ошибок родился пылесос, каким мы его знаем сегодня. Изобретение Бута было громоздким для транспортировки, его приходилось перевозить на лошади и телеге. Первоначально Бут и его команда не продавали пылесос, а предлагали услуги по уборке домов, протягивая шланг пылесоса через окно. Показано на рисунке 1.18

Это был настоящий прорыв в индустрии пылесосов, и многие согласились с тем, что необходимо внести полезные изменения [10].

Эту брешь на рынке пылесосов заполнил Уолтер Гриффитс, который в 1905 году разработал портативный, простой в использовании пылесос, который хорошо чистил и мог храниться в доме. После этого изобретения на рынке появились сотни усовершенствованных пылесосов на рисунке 1.19 Многие изобретатели продолжали совершенствовать пылесос, но только после Второй мировой войны он стал популярен в семьях среднего класса.



Рисунок 1.18 – Усовершенствованный портативный робот



Сегодня на рынке представлены тысячи модифицированных бытовых пылесосов. Такие пылесосы, как Oreck, поставляются с контейнером или мешком.

Таблица 1.2 - Лучшие роботы-пылесоса 2023 года

Параметры	Okami U-Series	Panda Evo	Dreame L10 Pro	Roborock S7
Внешний вид				
Цена (тенге )	168 000 тг	138 000тг	235 000	246 521
Аккумулятор	Li-ion 2600мАч LongLife+	Li-ion 2600 мАч	5200 мАч	5200 мА·ч
Объем контейнера	600 мл.	800 мл.	570 мл	470 мл
Объем бака для жидкости	360 мл.	180 мл.	270 мл	300 мл
Мощность всасывания	2500 РА	2150 Па	4000 Па,	2500 Па
Время уборки	120 мин	120 мин	150 мин	180 мин
Площадь уборки	До 185 кв.м.	До 200 кв.м.	250 кв.м.	200 кв.м.
Тип уборки	Влажная + сухая	Влажная + сухая	Влажная + сухая	Влажная + сухая
Управление со смартфона	Голосовые управление	Голосовые управление	-	Голосовые управление
Навигация	На лидаре	На лидаре	ИК датчик	На лидаре
Дополнит-но	Программируемая уборка	Ограничитель зоны уборки Говорит по-русски	Датчики движения вдоль стен, датчик перепадов высоты	Работа с картами помещения (до 4 карт, зонирование и другое) Уборка по расписанию
Уровень шума	< 50 дБ.	< 50 дБ.	65 дБ	67 дБ
Размеры	7,6 см / 33 см	7,6 см / 32 см	353x350x96,8 мм	35 x 35 x 10 см
Вес	3,3 кг	3,4 кг	3,7 кг	4,7 кг

## 1.11 Краткий обзор по мобильным роботам

Робот-пылесос отличается от других роботов тем, что специализируется на очистке поверхностей от пыли, волос и других мелких грязных частиц. Он собран из легко доступных деталей и минимальных рас ходовых компонентов, есть фильтр, который притягивает грязь и собирает ее в специальный контейнер. Кроме того, у робота-пылесоса часто есть датчики, которые помогают ему избегать препятствий и не падать с лестницы. Это позволяет роботу-пылесосу беспрепятственно работать на длительном промежутке времени, без участия человека.

Также он способен убирать там, где трудно или невозможно добраться человеку, такие места, как под кроватями, диванами, мебелью и т.д.

Пылесосы-роботы и увлажнители воздуха являются отдельными устройствами. Из-за того, что при уборке пылесосам воздух загрязняется я и решила создать пылесос, который не только убирает, но и очищает воздух в котором будет устроен увлажнитель воздуха.

## 1.12 Маркетинговые исследования по существующим роботам пылесосам на коммерческом рынке

По данным Grand View Research, что в 2019 году объем рынка роботов-пылесосов составит 2,56 млрд долларов США и будет расти примерно на 17,7% в год до 2027 года [не забудь сюда добавить ссылку].

Азиатско-Тихоокеанский регион является крупнейшим рынком роботов-пылесосов с долей мирового рынка 36,2% в 2019 году, и как ожидается, будет расти самыми быстрыми темпами в течение следующих семи лет.

67,3% потребителей покупают робот-пылесос в магазине, по сравнению с 32,7% потребителей, которые покупают в Интернете мы тратим в среднем 40 часов в год на уборку дома.

Согласно данным Google Trends, интерес к роботам-пылесосам неуклонно растет на протяжении последних пяти лет, достигая пика каждый год в "черную пятницу" [не забудь сюда добавить ссылку].

Вот некоторые из ведущих производителей роботов-пылесосов со всего мира:

- iRobot Corporation (Массачусетс, США);
- Ecovacs Robotics (Сучжоу, Китай);
- Xiaomi (Пекин, Китай) (в партнерстве с Roborock, Пекин, Китай);
- Ninja Shark, Массачусетс, США;
- Neato Robotics, Калифорния, США;
- Secotec Innovacions S.L. Валенсия, Испания;
- Panasonic, Осака, Япония;
- Samsung, Сувон, Южная Корея;
- Dyson, Уилтшир, Великобритания (скоро будет Сингапур);

По словам Колина Энгла, соучредителя компании iRobot, 25% денег, потраченных на пылесосы, приходится на роботы-пылесосы [11].

Статистика о роботах-пылесосах в Великобритании. Вот некоторые факты и статистика, характерные для рынка роботов-пылесосов в Великобритании:

- Великобритания, наряду с Германией, являются крупнейшими рынками сбыта роботов-пылесосов в Европе;
- В Великобритании находится только один из крупнейших производителей роботов-пылесосов Dyson;
- Ecovacs и Eufy возглавляют список бестселлеров Amazon по продаже роботов-пылесосов в Великобритании.

## 2 Аппаратная часть

### 2.1 Задачи работы

Задачи проекта состоят в том, чтобы создать робот пылесос на базе микроконтроллера, а вернее на микроконтроллере Arduino, сделать для него программное обеспечение, сконструировать его корпус, высчитать себестоимость, выполнить тест предоставленного плана с финансовой стороны. Надо квалифицировать возможности робота, то есть отметить его способности при функционировании, продемонстрировать его, показать принципиальную схему включения. От такого, какие функции он станет исполнять, ориентируется какие детекторы и комплектующие станут применяться при его разработке. При всем данном надо принимать во внимание финансовые характеристики и станет ли он довольно оправданным в экономический элемент, то есть станет ли он себя оправдывать в случае если некто появится желание видеть такового робота у себя на предприятии или же на всяком ином объекте.

### 2.2 Описание и структура используемых компонентов

Arduino – это программируемая печатная плата с открытым исходным кодом, которая может быть интегрирована в различные проекты мейкерспейса, от простых до сложных. Плата содержит микроконтроллер, который может быть запрограммирован на распознавание и управление объектами в физическом мире. Реагируя на датчики и входные сигналы, Arduino может взаимодействовать с множеством выходных сигналов, таких как светодиоды, двигатели и дисплеи. Гибкость и низкая стоимость делают Arduino очень популярным выбором для разработчиков, которые хотят создавать интерактивные аппаратные проекты.

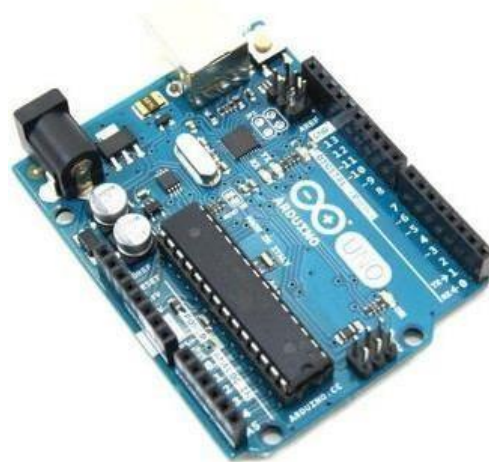


Рисунок 2.1 – Плата Arduino Uno



Датчик расстояния Arduino является бесконтактным, охватывает диапазон 2-400 см, и обеспечивает высокую точность и стабильность измерений. На его работу практически не влияет электромагнитное излучение и солнечная энергия. Модуль Arduino HC SR04 также включает в себя приемник и передатчик. Технические параметры ультразвукового дальномера HC SR04 следующие:

Таблица 2.1 – Параметры ультразвукового дальномера HC SR04

Технические параметры	Значения
Напряжение питания	5 В
Параметр рабочего тока	15 мА
Пассивный ток	2 мА
Угол обзора	15°
Разрешение датчика	0,3 см
Угол измерения	30°
Длительность импульса	10-6 с
Датчик оснащен четырьмя клеммами	Стандарт 2,54 мм
Положительный тип контакта источника питания	+5 В
Триггер (Т)	Выходной входной сигнал
Эхо (R)	Выходной сигнал
GND	Контакт с землей

Можно сказать, что HC-SR04 обладает точностью в 1 см на расстояниях от 10 см до 2 м. На меньших или больших расстояниях могут возникать сильные помехи, которые сильно зависят от условий окружающей среды и качества отражающей поверхности. В случае использования HC-SR04 на меньших расстояниях, например, менее 10 см, могут возникать проблемы из-за отражения ультразвуковых волн от объектов вблизи, что может привести к неточным результатам измерений.



Рисунок 2.2 – Ультразвуковой датчик HC-SR04

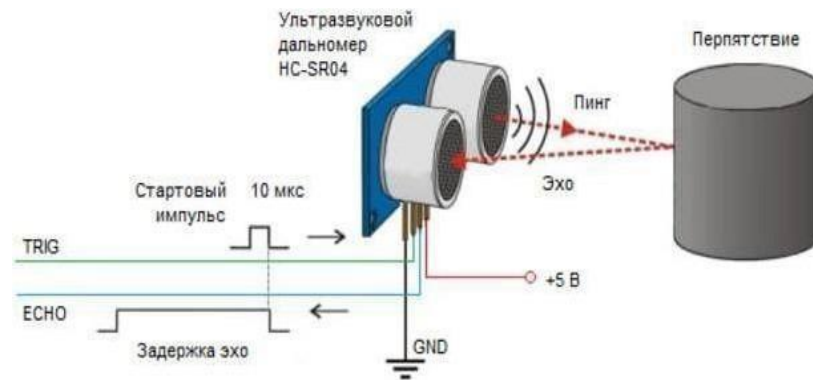


Рисунок 2.3 – Принцип работы эхолотации

Драйвер двигателей L293d. Сильноточная интегральная схема с двумя контроллерами двигателей (ИС), способными управлять нагрузками с током до 1 А при напряжении от 4,5 В до 36 В. Драйверы двигателей обычно получают слаботочный сигнал на входе и сильноточный сигнал на выходе и действуют как усилитель тока. Двигатели обычно работают при таком высоком токе, но L-293D может управлять двумя двигателями постоянного тока одновременно по часовой и против часовой стрелки благодаря встроенной схеме Н-мостового привода. Имеются два разрешающих контакта, которые должны быть установлены на высокий уровень.

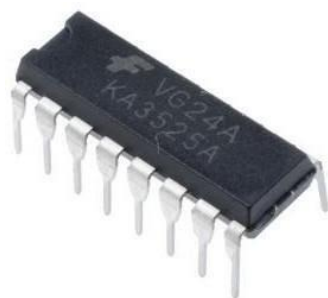


Рисунок 2.4 – Драйвер двигателей L293d

Переключатель - это устройство, используемое для автоматического или ручного замыкания, или размыкания электрической цепи. Другими словами, электрический выключатель - это устройство управления, которое прерывает или изменяет направление тока в цепи.



Рисунок 2.5 – Переключатель

Литий-ионная батарея или литий-ионная перезаряжаемая батарея – это тип батареи, в которой для хранения энергии используется обратимое восстановление ионов лития. Анодом (отрицательным электродом) типичной литий-ионной батареи является графит, обычно изготовленный из углерода. Положительный электрод (положительный электрод) обычно представляет собой оксид металла. Электролитом обычно являются соли лития в органическом растворителе.



Рисунок 2.6 – Литий-ионный аккумулятор

Литиевые батареи в настоящее время являются стандартом для вакуумных аккумуляторов на значительных рынках. Эти батареи обеспечивают мобильность беспроводного пылесоса, поскольку они легкие и повышают производительность. Другими преимуществами литиевой батареи по сравнению с другими вакуумными батареями являются:

1. Они сохраняют заряд дольше, чем другие батареи. Это особенно важно при работе с беспроводными батареями. Литиевые батареи сохраняют заряд дольше, чем щелочные.
2. Они обеспечивают стабильную мощность, обеспечивая эффективную работу пылесоса. Литиевые вакуумные батареи нового поколения могут поддерживать постоянную мощность всасывания до полного разряда батареи по сравнению с более старыми беспроводными пылесосами, которые теряли бы мощность всасывания по мере разрядки батареи.
3. Они не требуют постоянного обслуживания. В отличие от таких аккумуляторов, как свинцово-кислотные, к литиевым батареям не предъявляется особых требований для увеличения срока их службы. Эти батареи не нуждаются

в специальном хранении, чтобы справляться с перепадами температур, поскольку они изготовлены так, чтобы выдерживать холодные и горячие температуры (-20-60 °С).

Корпус робота – это механическая часть робота, отвечающая за влага защищённость и защиту от деформирования. Так же немаловажным фактом является геометрическая форма исполнения корпуса, которая позволяет выдерживать физические нагрузки при столкновении с другими предметами во время движения или непосредственно во время работы. Геометрическая форма круга является наиболее устойчивой к внешним ударам и мобильностью. Материал изготовления выбран полипропиленовый пластик из соображения дешевизны, упругости, ремонтпригодности и доступности изготовления.

Автомобильные пылесосы - это компактные устройства, предназначенные для уборки салона автомобиля. Автомобильные пылесосы поддерживают чистоту в салоне автомобиля, что особенно важно, если в машине часто ездят дети или домашние животные. Он может удалять волосы, крошки, пыль и разлитую жидкость. Автомобильный пылесос работает от встроенного аккумулятора или от бортовой сети 12 В от гнезда прикуривателя. Также доступна универсальная модель, сочетающая оба варианта.

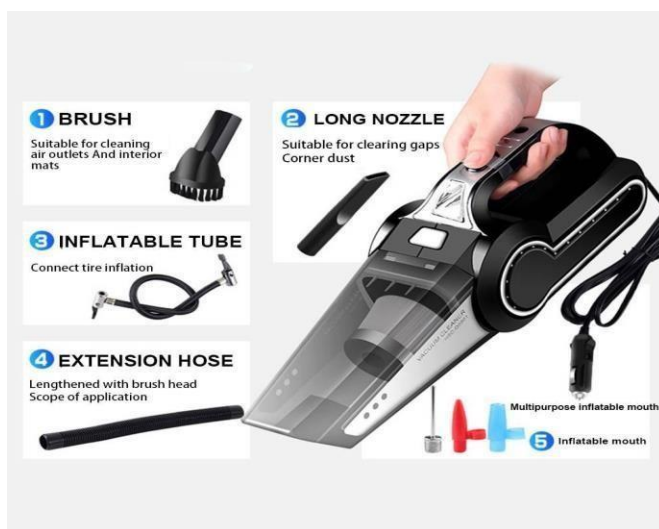


Рисунок 2.7 – Автомобильный пылесос

Предназначены для передвижения робота:



Рисунок 2.8 – Мотор и колесо



Рисунок 2.9 – Мини увлажнитель воздуха

### 2.3 Алгоритм движения

«Старт» - подача питания на робота и запуск всех систем (система управления и система очувствления и система подачи питания). В режиме холостого хода проверяется системой подачей питания проверяется уровень заряда в аккумуляторе, так же системой очувствления сканируется окружающая среда посредством датчиков, и только после того как не обнаружится препятствие система управления перейдет в режим «работы» и питание запустит двигатели, и робот начнет движение.

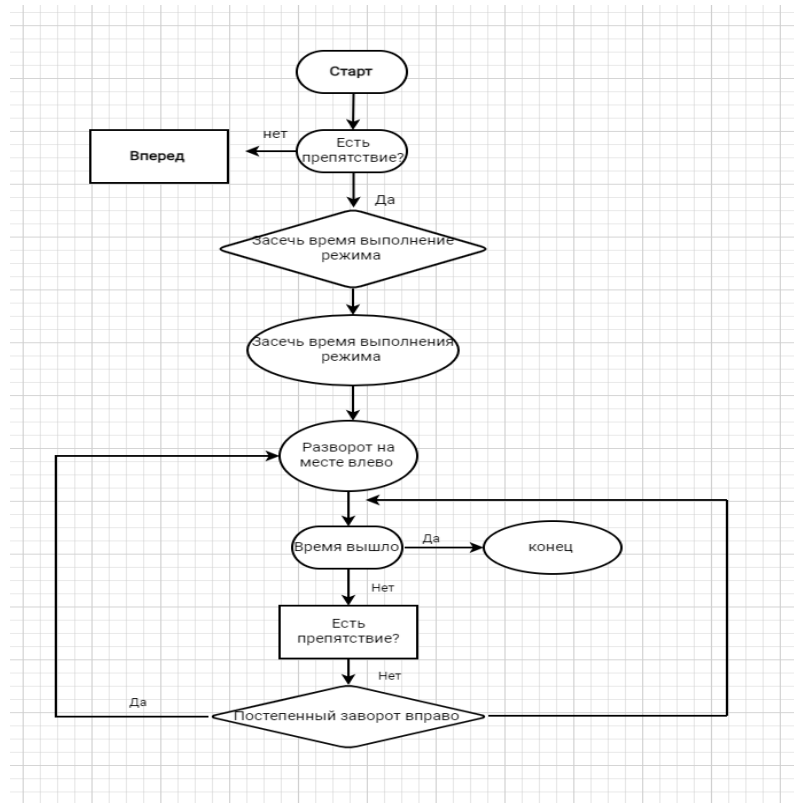


Рисунок 2.10 – Блок схема алгоритма движения робота



## 3 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Необходимые компоненты

1. Плата Arduino Uno
2. Ультразвуковой датчик
3. Драйвер двигателей L293d
4. Переключатель.
5. Пылесос автомобильный
6. Аккумулятор 14.8 В
7. Опорный ролик (колесо) для робота. + мотор
8. Корпус робота
9. Мини увлажнитель воздуха

### 3.2 Устройство и реализация системы

При чистки пылесосам всегда воздух загрязняется. Чтобы этого не произошло, возникла идея сделать систему фильтрации воздуха.

Расчет мотора робота:

- Вес робота – 1.5 кг;
- Скорость передвижения по поверхности робота – 43 см/сек;
- Расчет скорости вращения колеса;

где  $V$  – скорость движения робота,  $D$  – диаметр колес.

$$nk = \frac{V}{\pi \cdot D} = \frac{43}{3,14 \cdot 4,3} = 3.18 \text{ об / сек} \quad (2)$$

Потребление энергии:

$$E = P (W) \times T (h) \text{ [кВтч]} \quad (3)$$

Робот-пылесос имеет мощность 10 Вт и работает 15мин в день. Средняя цена электроэнергии за 1 кВт\*ч составляет 24 тенге.

$$E = 0,5 \text{ (кВт)} \times 6 \text{ (час)} = 3 \text{ кВтч в день} \quad (4)$$

$$E = 3 \times 30 \text{ (дней)} = 90 \text{ кВт месяц} \quad (5)$$

Следовательно, если мы будем использовать наш робот-пылесос каждый день в течение месяца и это будет стоить нам 100 тенге

### 3.3 Схема подключения датчиков

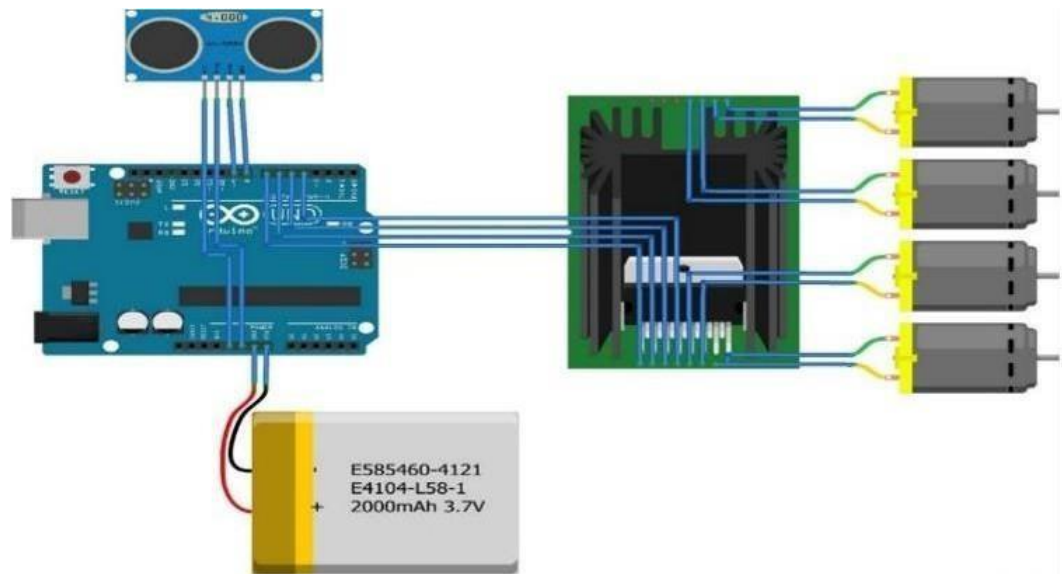


Рисунок 3.1 – Электронная схема подключения робота



Рисунок 3.2 – Вид робота в живую

### 3.4 Расчеты

Расчеты на закупки деталей

Таблица 3.5 – Расчёт капиталовложений на закупку оборудования

<b>№</b>	<b>Названия компонента</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Цена</b>
1	Плата Arduino Uno	1	3500
2	Ультразвуковой датчик	1	600
3	Драйвер двигателей L293d	1	1200
5	Переключатель.	1	300
6	Пылесос автомобильный	1	9000
7	Батарейка	1	12400
10	Опорный ролик (колесо) для робота.+ мотор	4	4000
11	Корпус робота	1	2000
12	Датчик пара	1	4500
Общая сумма			37 500

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломной работы были получены результаты: На основании исследования существующих автономных мобильных роботов были упрощены следующие технические характеристики без потери качества ГПФ робота-пылесоса (главной-полезной функций).

В ходе сравнительного анализа мною были обнаружены как положительные, так и отрицательные параметры из исследованных моделей роботов-пылесосов.

Для достижения поставленных мною целей, в силу отсутствия необходимой финансовой поддержки я вынуждена была остановиться на популярном и простом микроконтроллерном блоке Итальянской фирмы Arduino UNO. Так же в данной работе предоставлены актуальные цены на используемые компоненты и запчасти для сборки рабочего прототипа. Считаю, что достигли поставленных целей и решила большую часть задач, которые были сформулированы на начальном этапе исследования. Стоит отметить что полученные результаты и рабочий прототип робота-пылесоса не уступает по ГПФ готовых коммерческих продуктов.

Тем не менее остались открытые вопросы по навигации в реальном времени для данного типа роботов. Так же было отмечено что конструкция плоского робота не позволяет проводить уборочные работы на лестничных ступенях и в других труднодоступных местах.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ**

В дипломном проекте были использованы следующие сокращения и термины:

ГПФ -главной-полезной функций;

ИК – Инфракрасные датчик;



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Дементьев А. «Умный» дом XXI века. М.: Изд. решения, 2016. 100 с. J.
- [2] Adkins, “History Of Robotic Vacuum Cleaner,” 21 June 2014. Электронный ресурс, URL: <https://prezi.com/pmn30uytu74g/history-of-the-robotic-vacuum-cleaner/>
- [3] W.V. Cleaner, “Wikipedia Vacuum Cleaner,” 19 July 2015. Электронный ресурс, URL: [http://en.m.wikipedia.org/wiki/vacuum\\_cleaner](http://en.m.wikipedia.org/wiki/vacuum_cleaner) [Accessed 15 August 2015].
- [4] Автономная мобильная база Freight, США. Электронный ресурс, URL: <https://robots.ieee.org/robots/freight/?gallery=photo3>
- [5] Электронный ресурс, URL: [Мобильный робот Gita, США. URL: https://mygita.com/how-it-works](https://mygita.com/how-it-works)
- [6] Электронный ресурс, URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_37972111\\_65542428.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_37972111_65542428.pdf) увлажнитель.
- [7] Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino 4 (+CD). Учебник. под ред. В. Букирева 2012 г.
- [8] Б. Керниган, Д. Ритча. Язык программирования Си. Учебник.
- [9] C. Appliance, How to Choose the Best Vacuum Cleaner, 23 Feb 2016. Электронный ресурс, URL: <http://learn.compactappliance.com/vacuum-cleaner-guide/>.
- [10] R.R. Murphy, Introduction to AI Robotics, Massachusetts: The MIT Press Cambridge, 2000, pp. Introduction to AI Robotics - Page 450 - Google Books Result.
- [11] Электронный ресурс, URL: [Harumi Watanabe, Ikuta Tanigawa, Midori Sugaya, Nobuhiko Ogura, Kenji Hisazumi, A development of educational robot software for Master’s course students, in: Proceedings of the.](https://www.researchgate.net/publication/312222222)
- [12] Jax, HC-SR04 Ultrasonic Sensor, 30 Feb 2009. Электронный ресурс, URL: <http://letsmakerobots.com/node/> [Accessed 22 June 2016].
- [13] Электронный ресурс, URL: <https://masters.donntu.ru/2017/etf/savchenko/diss/index.htm>
- [14] Основы роботехники, электронный ресурс, URL: <http://www.gruppa-prolif.ru/content/view/76/98/>.
- [15] Практическая робототехника, электронный ресурс, URL: <http://www.roboclub.ru/index/>.
- [16] Бобровский С. Навигация мобильных роботов/Сергей Бобровский/ PC Week/RE («Компьютерная неделя»), электронный ресурс, URL: <http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=66917>.
- [17] Шутикова, М.И. Использование робототехнического оборудования на платформе Arduino при организации проектной деятельности обучающихся / М.И. Шутикова, В.И. Филиппов // Информатика и образование. ИНФО. - 2017. - № 6. - С. 31-34.
- [18] Бербюк, В. Е. Динамика и оптимизация робототехнических систем / В.Е. Бербюк. - М.: Наукова думка, 2014. - 192 с.

[19] Корсункий, В. А. Выбор критериев и классификация мобильных робототехнических систем на колесном и гусеничном ходу.

[20] Учебное пособие / В.А. Корсункий, К.Ю. Машков, В.Н. Наумов.  
- М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 862 с.

## Приложение А

```
#include <NewPing.h>
#define m1 4
#define m2 5
#define m3 6
#define m4 7
#define e 8
#define t 9
NewPing s(t, e, 200);
void setup() {
  pinMode(m1, OUTPUT);
  pinMode(m2, OUTPUT);
  pinMode(m3, OUTPUT);
  pinMode(m4, OUTPUT);
}
void f(){
  digitalWrite(m1, 1);
  digitalWrite(m2, 0);
  digitalWrite(m3, 1);
  digitalWrite(m4, 0);
}
void l(){
  digitalWrite(m1, 0);
  digitalWrite(m2, 1);
  digitalWrite(m3, 1);
  digitalWrite(m4, 0);
}
void ss(){
  digitalWrite(m1, 0);
  digitalWrite(m2, 0);
  digitalWrite(m3, 0);
  digitalWrite(m4, 0); }
int ii = 500;
void loop() {
int cm = s.ping_cm();
if(cm < 20){
  ss();
  delay(1000);
  l();
  delay(ii);
  f();
  delay(ii);
  l();
  delay(ii);
  ss();
  delay(1000);
  f(); }
else{
  f();}}
```

## Приложение Б

