

VI Международная конференция учащихся
«НАУЧНО-ТВОРЧЕСКИЙ ФОРУМ»

Создание умной трости для слабовидящих людей

*Автор работы:
ученик 11 «А» класса
МБОУ СОШ № 46 г. Калуги
Чекмарев Роман Алексеевич*

*Научный руководитель:
Иванова Татьяна Анатольевна*

ВВЕДЕНИЕ

Изучая мировые достижения в области освоения космоса, я увидел статью о картировании регионов космоса, в основе которой лежит принцип гравитационной «эхолокации». Эта тема меня заинтересовала, и, изучив некоторые материалы, мной было принято решение создать прибор, с помощью которого можно продемонстрировать принцип эхолокации и к тому же будет полезен обычному человеку.

Цель моего проекта: из простой трости для ходьбы сделать умную трость, способную определять препятствия для безопасного передвижения слабовидящих людей и продемонстрировать её работу.

Для достижения поставленной цели я определил следующие **задачи**:

1. Ознакомиться с информацией о наличии подобных тростей в продаже, изучить существующие аналоги;
2. Разработать эргономичный и функциональный дизайн трости;
3. Найти все компоненты и детали для изготовления прибора;
4. Оценить готовность для работы с деталями проекта;
5. Выполнить сборку прибора и проверить работоспособность;
6. Продемонстрировать работу и зафиксировать реакцию посммотревших.

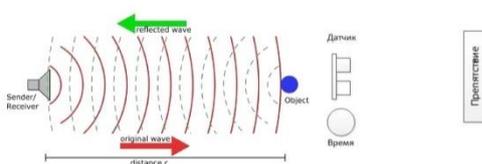
В основе работы моей трости лежит принцип эхолокации.

Эхолокация – это процесс определения местоположения объектов или препятствий с помощью звуковых волн. Принцип работы эхолокации основан на том, что звуковая волна, исходящая от источника, достигает объекта, отражается от него и возвращается обратно к источнику.

Принцип работы эхолокации

1. Источник звука излучает звуковую волну.
2. Звуковая волна распространяется в пространстве, пока не достигнет объекта.
3. Звуковая волна отражается от объекта и начинает двигаться обратно к источнику звука.
4. Датчик (например, микрофон), улавливает отражённую звуковую волну и передаёт её на обработку.
5. Процессор обрабатывает полученную информацию и определяет расстояние до объекта на основе времени, которое потребовалось звуковой волне для прохождения туда и обратно.

Таким образом, принцип работы эхолокации основан на том, что звуковая волна, исходящая из источника, достигает объекта, отражается от него и возвращается обратно к источнику.



СОЦИАЛЬНЫЙ ОПРОС

Перед началом проектной деятельности мной было проведено исследование в форме анкетного опроса с целью получения мнения о важности понимания физики и проблем слабовидящих людей (приложение 1).

Опрос проводился среди 75 человек: учащихся 10-х классов и родителей.



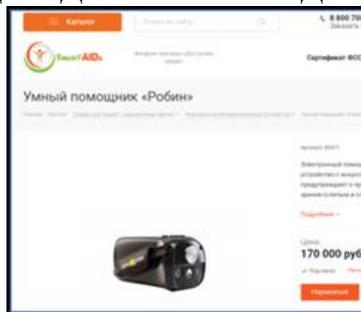
АНАЛИЗ СРЕДСТВ ОРИЕНТАЦИИ ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ



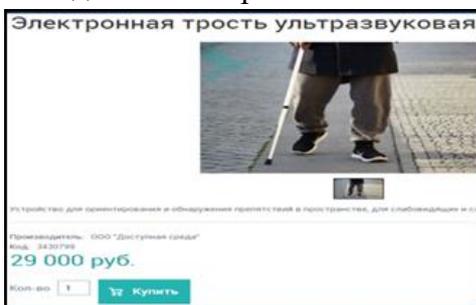
Складная белая трость



Собака-поводырь



Умный помощник Робин



Электронная трость ультразвуковая



Электронная трость RAY

❗ Задача моего обзора - подбор основных функций и принципов, которые лягут в основу будущего прототипа.

Средство	Достоинства	Недостатки
Белая трость	-доступная цена -низкий вес -компактность -широкая распространённость	-ограниченный диапазон обнаружения препятствий -требует постоянной активной нагрузки -высокий риск получения травм ГОЛОВЫ
Собака поводырь со специальной рукояткой	-возможность предупредить хозяина о приближающейся опасности -возможность позвать на помощь	-высокая стоимость -ограниченный срок службы -привыкание к хозяину -требует времени; -требуют ухода и заботы

Коммерческие умные трости	-высокий диапазон передаваемой информации -обнаружение препятствий на уровне головы и пояса -высокая скорость передвижения пользователя	-высокая стоимость -требуется подзарядка -комфортное пользование требует времени и обучения -при разрядке превращается в бесполезное устройство
---------------------------	---	--

В итоге я пришёл к выводу, что существующие модели, так называемые электронные поводыри, обладают низкой эргономичностью и высокой стоимостью (от 29000 рублей) и недоступны для большинства людей с ограниченными возможностями. Поэтому необходимо создать относительно дешёвое устройство для слабовидящих на базе arduino, которое помогало бы обнаружить препятствия (преграды, ступени и так далее).

Выбор оборудования, инструментов, приспособлений

Перед началом фактической работы над созданием умной трости я ознакомился с различными вариациями данного прибора. Мной было принято решение о создании умной трости на базе микроконтроллера Arduino. При помощи ультразвуковых датчиков трость будет ориентироваться в пространстве и предупреждать слабовидящего человека о приближении препятствия звуковым сигналом.

Далее я приступаю к выбору оборудования, инструментов и приспособлений, которые мне понадобятся.

Трость. Я выбрал трость производства ОАО «Медтехника». Она устойчивая, имеет четыре опоры с противоскользящими наконечниками для лучшей стабильности при передвижении, удобно регулируется по высоте. Сделана из облегчённого алюминия с качественной рукояткой.

Плата управления. Мне понадобится микроконтроллер с возможностью упрощённого программирования. Он будет играть основную роль в правильной работе устройства, обработке входной информации и выдаче обратной связи пользователю. Для реализации моего проекта была выбрана популярная платформа робототехники - Arduino благодаря возможности писать код, выбирать и проектировать наиболее удобные варианты соединения деталей.

Arduino – это плата, используемая для создания устройств, способных взаимодействовать с окружающей средой и воспринимать данные из неё при помощи различных датчиков и управляющих устройств. Это платформа с открытым исходным кодом, основанная на микроконтроллерах. Все ресурсы платы находятся в свободном доступе для пользователей.

Для этой цели подходят платы Arduino Uno и Arduino Nano. (Сравнительный анализ плат приведён в Приложении 2).

Выбираю микроконтроллер Arduino Uno из-за присутствия собственного гнезда для внешнего питания, большой базы данных, наличии удобной среды разработки и меньшей цены. ✓



Плата Arduino Uno

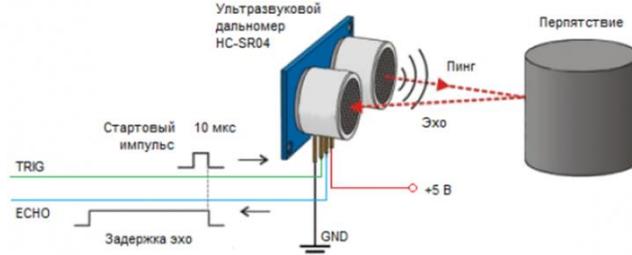
Выбор ультразвукового датчика (дальномера). Затем необходимо отобрать качественный и подходящий ультразвуковой датчик. Для этого я провёл сравнительный анализ подобных ультразвуковых датчиков (см. Приложение 3).

Характеристики аналогов ультразвуковых датчиков отличаются незначительно.

Однако модуль **HC-SR04** является одним из самых дешёвых. ✓



Дальномер HC-SR04



Принцип работы ультразвукового датчика HC-SR04

Для создания модели умной трости мне потребовались следующие оборудование, инструменты и материалы (приложение 4):

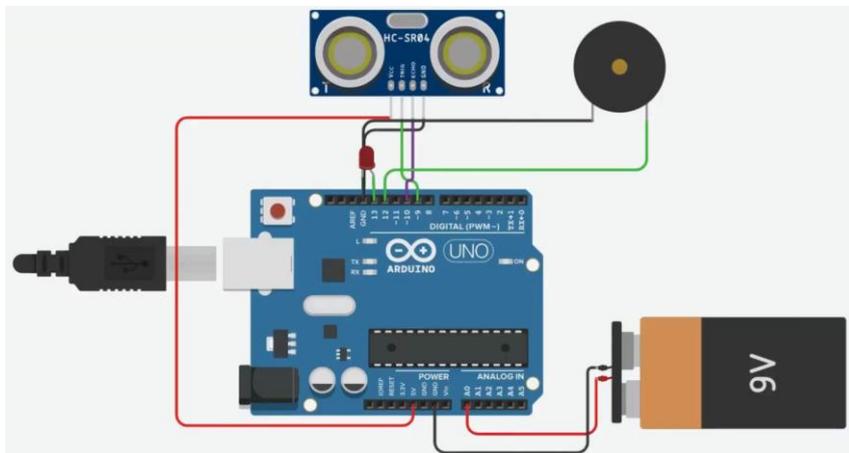
Изготовление модели умной трости

Изготовление модели умной трости будет осуществляться в несколько этапов:

1. Чертёж схемы;
2. Сборка микросхемы Arduino UNO;
3. Подключение к микросхеме УЗ-датчика HC-SR04;
4. Загрузка кода;
5. Установка устройства на трость.

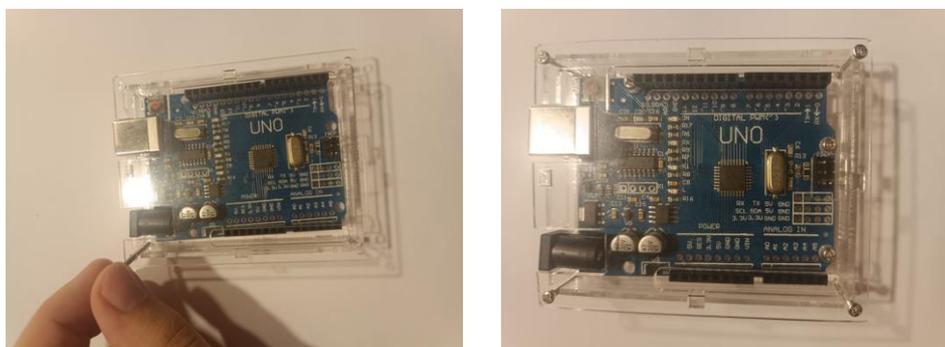
Чертёж схемы

Для проекта умной трости необходимо собрать небольшую схему. Схема будет монтироваться на трости для слабовидящего человека.



На этой схеме плата Arduino Uno используется для управления всеми процессами. Вся схема запитывается от батарейки на 9 В. Ультразвуковой датчик будет работать от 5V, а его контакты trigger и Echo подключены к контактам 5 и 6 платы Arduino. Пассивный зуммер подключен к контакту 2 платы Arduino.

Сборка микросхемы Arduino UNO



Плата Arduino UNO в прозрачном пластиковом корпусе

Питание трости будет осуществляться при помощи батарейки Крона, 9 В. При отсутствии удобного порта питания пользователь рискует остаться с разряженной тростью. Для решения этой проблемы нужно добавить кнопку включения - выключения на трость для экономии заряда батареи. Перед установкой проверяем её мощность мультиметром и заключаем в батарейный отсек с кнопкой включения/выключения.



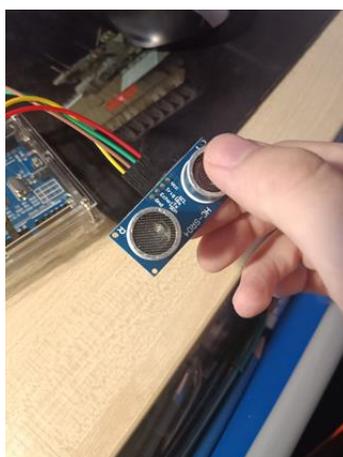
Проверка мощности батареи «Крона» мультиметром



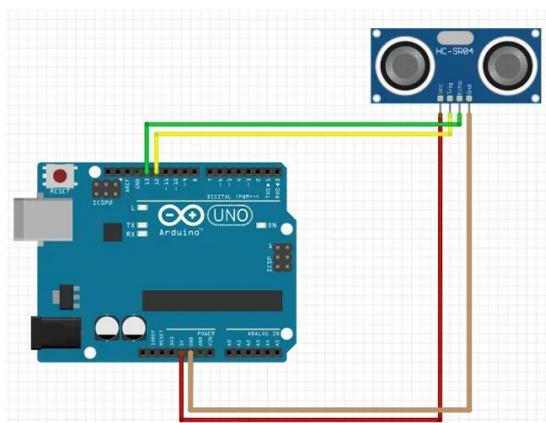
Батарейный отсек с «Кроной»

Мультиметр – универсальный портативный прибор для измерения нескольких параметров (в «минимальной комплектации» измеряет силу тока, напряжение и сопротивление).

Подключение к микросхеме УЗ-датчика HC-SR04



Подключение к микросхеме УЗ-датчика HC-SR04



Подключаем Vcc ультразвукового датчика к источнику питания 5 В на плате Arduino.

Подключаем триггерный контакт ультразвукового датчика к 9-му контакту цифрового входа платы Arduino.

Подключаем вывод Echo ультразвукового датчика к 10-му цифровому контакту платы Arduino.

Подключаем заземление ультразвукового датчика к заземлению платы Arduino.

Подключение модуля пассивного зуммера

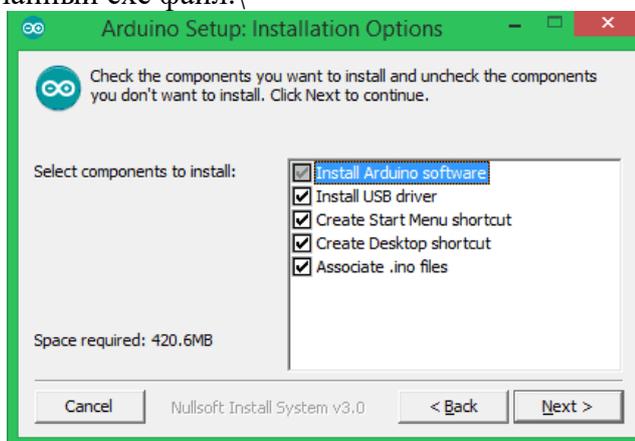
Подключаем положительную клемму зуммера постоянного тока к 8-му контакту цифрового входа, а отрицательную клемму к земле платы Arduino.

Загрузка кода

Прежде чем начать работу с Arduino, необходимо установить среду программирования Arduino IDE на компьютер.

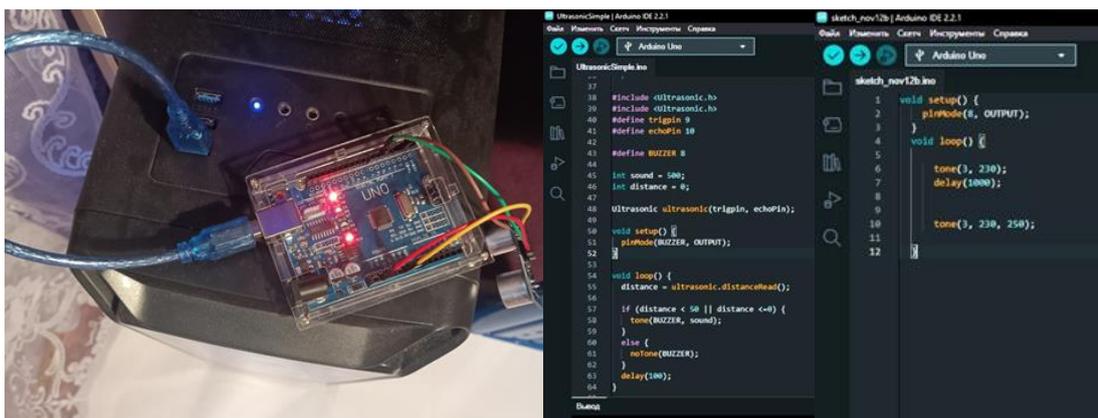
Шаг 1. Загружаем Arduino IDE с официального сайта.

Шаг 2. Запускаем скачанный exe файл.



Установка программы на компьютер

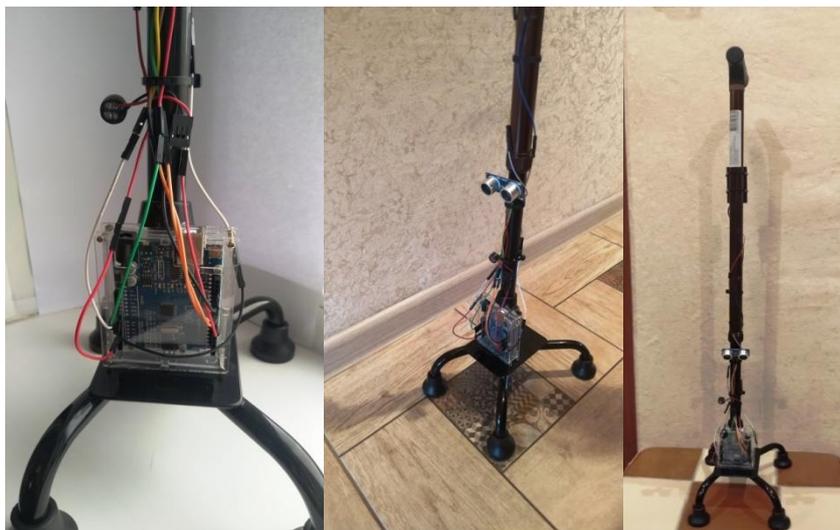
Загружаем код. В коде устанавливаем сигнализацию расстояния до препятствия - 50 см.



Загрузка кода УЗ-датчика

Загрузка кода зуммера

Коды загрузки для УЗ-датчика и зуммера приведены в Приложении 5.



Установка зуммера и микроконтроллера

Соединение проводами

Трость готова к работе

Моё исследование: Зависимость расстояния обнаружения препятствия УЗ датчиком от температуры окружающей среды.

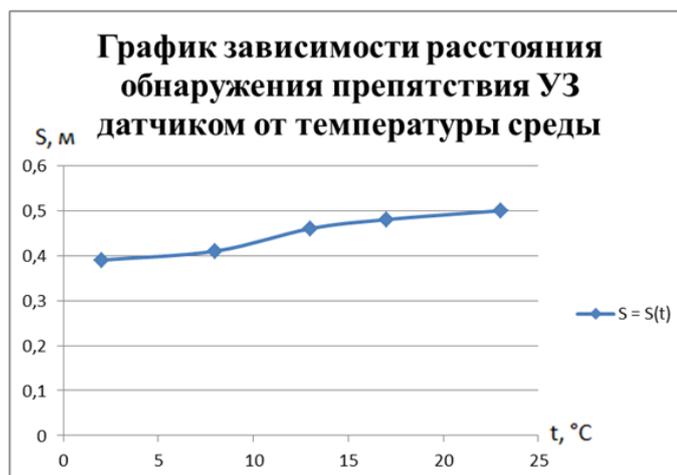
Цель: выявить зависимость расстояния обнаружения препятствия УЗ датчиком от температуры окружающей среды.

Мой УЗ датчик запрограммирован на обнаружение препятствия на расстоянии 0,5 метра.

Для этого я провёл эксперимент при трёх разных температурах:

t, °C	S, м
23	0,50
17	0,48
13	0,46
8	0,41
2	0,39

Для выявления зависимости построю график $S=S(t)$:



Анализируя график, можно сделать **вывод**, что при уменьшении температуры окружающей среды расстояние обнаружения препятствия ультразвуковым датчиком тоже уменьшается.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

Материальные затраты

Наименование единицы материала/оборудования	Цена, руб/ед.	Количество, шт.	Стоимость, рублей
Трость алюминиевая четырёхопорная	1054	1	1054
Arduino UNO с с usb кабелем	446	1	446
Ультразвуковой датчик HC-SR04	224	1	224
Батарейка Крона, 9В	350	1	209
Модуль пассивного зуммера	135	1	135
Провода	9	20	180
Корпус для Arduino UNO	248	1	248
Клей	140	1	140
Кабельные стяжки	2	6	12
Цифровой мультиметр	0	1	0
Электроэнергия	4,20	0,33 кВт * 8 ч	11,42
ИТОГО:			2660

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для качественного осуществления проектной деятельности я поочерёдно выполнял все поставленные задачи. Углубление в основы применения эхолокации в космосе помогло мне в выборе итогового продукта проекта. В данной работе были изучены основные проблемы при передвижении, с которыми сталкиваются слабовидящие люди. Рассмотрены решения, повышающие мобильность этих людей, которые предлагает современный Российский рынок. Проанализировав имеющиеся в продаже средства для слабовидящих людей, оценив их достоинства и недостатки, я решил создать модель умной трости.

В процессе создания умной трости я получил новые навыки работы с мультиметром, микросхемой и УЗ-датчиком.

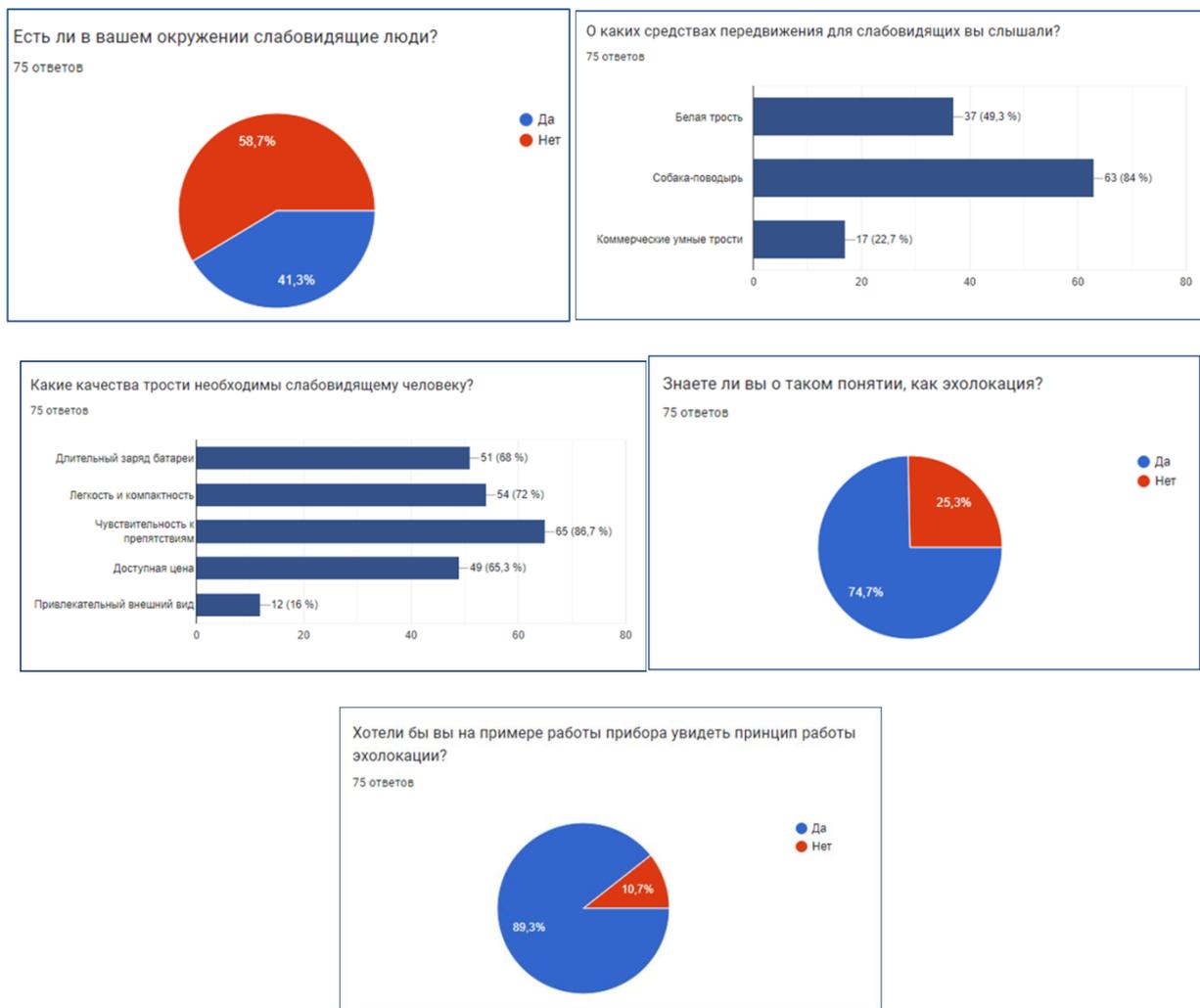
Данный проект был успешно исполнен в жизнь и протестирован – это подтверждается в ходе демонстрации её работы и зафиксировано в обучающем видеоролике. Стоит отметить, что полученная умная трость не является совершенным решением для людей с дефектами зрения. Однако она должна подходить для большинства людей с серьёзными проблемами зрительного аппарата. Стоимость прототипа делает его практически таким же доступным, как обычную белую трость, но при этом при использовании трости значительно увеличивается объём получаемой информации об окружающем пространстве и, следовательно, уверенность и скорость передвижения пользователя также возрастает.

Основываясь на результатах выполненной работы можно сделать вывод, что даже простые приборы в теории способны значительно облегчить жизнь людей, у которых отсутствует те или иные способы взаимодействия и познания окружающего мира.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

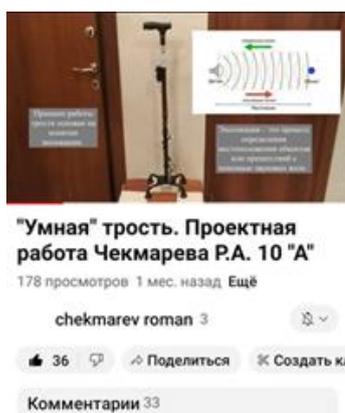
1. Учебник Физика 9 класс В.В. Белага, И.А. Ломаченков, Ю.А. Панебратцев Издательство «Просвещение» 2014 г.
2. И.Г. Хорбенко Звук, ультразвук, инфразвук. Издательство «Знание» Москва, 1978 г.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/звук> физические параметры звука.
4. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. М.: Наука, 1984 г.
5. Полный учебный курс Arduino. Салахова А.А., Александрова Н.А. Издательство «Лаборатория знаний», 2022 г.
6. Изучаем Arduino. Руководство для начинающих. Паоло Аливерти. Издательство «Эксмо», 2021 г.
7. Физика. Справочные материалы. О.Ф. Кабардин, Издательство «Просвещение» 1988 г.
8. Электротехника и электроника / Под ред. Петленко Б.И. - М.:Academia, 2017 – 31с.
9. Электротехника / Под ред. Бутырин П.А.. - М.: Academia, 2016 - 352 с.
10. <https://www.asutpp.ru/zvukovaya-volna-zvuk.html> Звуковая волна.
11. Среда программирования Arduino IDE: https://yarllo.ru/electrical_equipment/arduino-ustrojstvo-i-primeneniye-osobennostiplusy-i-minusy.html

Приложение 1. Социальный опрос



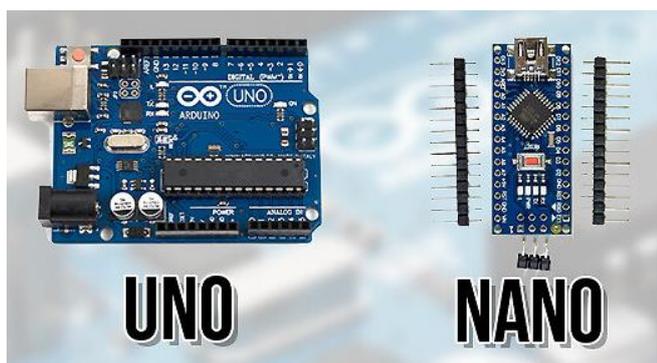
По завершении работы над изготовлением умной трости в программе для видеомонтажа «Movavi Video Editor Plus» я смонтировал видеоролик, наглядно показывающий и объясняющий принцип действия умной трости. В нём кратко и понятно описываются основные аспекты действия эхолокации, которая используется в ультразвуковом датчике умной трости, а также демонстрируется работа самой трости.

[Видеоролик](#) я разместил на платформе You Tube.



Приложение 2. Сравнительные характеристики Arduino Uno и Arduino Nano

	Arduino Uno	Arduino Nano
рабочее напряжение, В	5	5
количество аналоговых входов	6	8
вес, г	25	5
габариты, мм	68x53	45x18
цена, руб	446	708
примечание	Программируется через USB с токовой защитой; дополняется платами расширения. Разъём постоянного тока.	Программируется через mini-USB. Отсутствует разъём постоянного тока.



Приложение 3. Сравнительные характеристики ультразвуковых датчиков

	HC-SR04	HY-SRF05	US-015	US-100	URM37	GH-311	DYP-ME007
напряжение, В	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5
потребление в режиме тишины, мА	2	2	2,2	2	-	-	-
потребление при работе, мА	15	15	20	15	20	-	15
диапазон измерений, см	2 - 400	2 - 450	2 - 400	2 - 450	2 - 500	2 - 300	28 - 450
эффективный угол измерен, град.	15	15	15	15	15	15	15
частота ультразвука, кГц	40	40	40	40	40	40	40
точность, мм	0,3	0,3	0,1	0,1	1	-	0,3
габариты, мм	45x20x15	44x20x14	45x20x12	45x26x14	51x22x15	46x20x18	45x20x15
средняя цена на 2023 г, руб.	224	295	300	356	1700	600	1100

Приложение 4. Оборудование, инструменты и материалы



Arduino UNO с usb кабелем



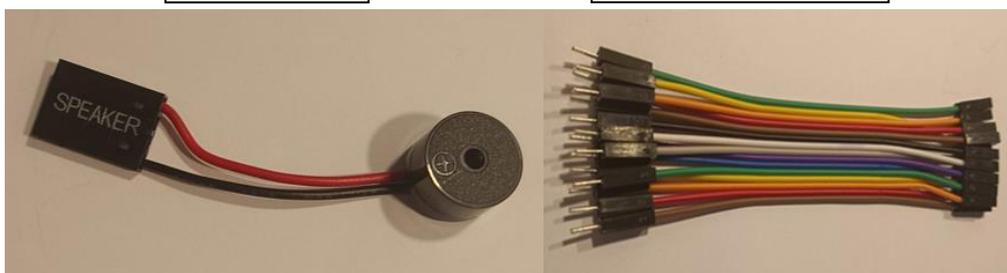
Трость алюминиевая четырёхопорная



Батарея 9В



Батарейный отсек

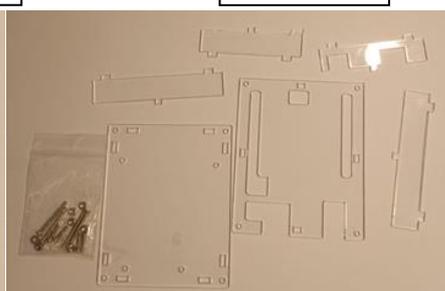


Модуль пассивного зуммера

Провода



Ультразвуковой датчик HC – SR04



Корпус для Arduino UNO



Цифровой мультиметр



Клей



Кабельные стяжки

Приложение 5. Коды для УЗ-датчика и пассивного зуммера

КОД ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА:

```
#include <Ultrasonic.h>
#include <Ultrasonic.h>
#define trigpin 9
#define echoPin 10

#define BUZZER 8

int sound = 500;
int distance = 0;

Ultrasonic ultrasonic(trigpin, echoPin);

void setup() {
  pinMode(BUZZER, OUTPUT);
}

void loop() {
  distance = ultrasonic.distanceRead();

  if (distance < 50 || distance <=0) {
    tone(BUZZER, sound);
  }
  else {
    noTone(BUZZER);
  }
  delay(100);
}
```

КОД ДЛЯ ПАССИВНОГО ЗУММЕРА:

```
void setup() {
  pinMode(8, OUTPUT);
}

void loop() {

  tone(3, 230);
  delay(1000);

  tone(3, 230, 250);

}
```