

ПТ11

Детектор цвета с экспертной системой для  
помощи слепым и слабовидящим  
Костюченко Даниил Алексеевич  
Терновая Анастасия Михайловна

## 2. Инженерная проблема, цели и задачи

При посещении школы – интерната для слепых и слабовидящих мы узнали, что этим людям очень помогут приборы определения цвета [1]. Мы сконструировали компактный прибор для определения цвета, с голосовым сообщением о цвете, о совместимости этого цвета с другими цветами и интересной информации об этом цвете. Определитель цвета будет полезен людям с ограниченными возможностями по зрению – при выборе одежды, сочетанию цветов, определении цвета утвари в магазине, и например степени зрелости бананов или яблок.

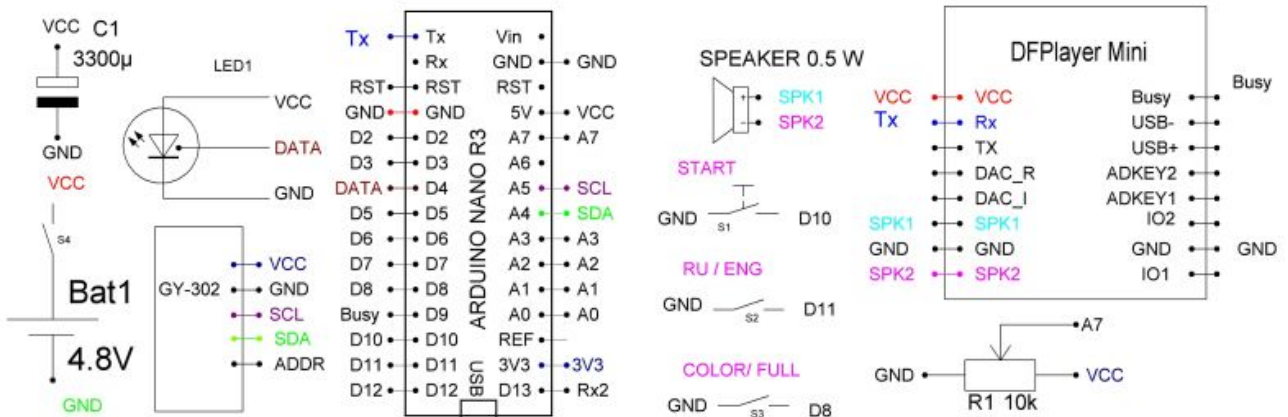
Мы применили оригинальные решения для определения цвета, без использования дорогих спектральных приборов [2]. Прибор сделан на модулях из экониши Arduino, код написан в среде разработки с открытым исходным кодом, вся документация выложена для свободного доступа. Мы провели тщательную отладку и испытания прибора и убедились в его надежности. Мы уверены что прибор повысит качество жизни людей с ограниченными возможностями.

Цель и задачи проекта:

1. Провести поиск и тестирование электронных сенсоров и модулей, с помощью которых можно определять цвет.
2. Выбрать сенсор (компоненты) и разработать схему на основе модулей экониши Ардуино – датчика цвета, микроконтроллерной платы Arduino Nano и MP3 – проигрывателя.
3. Собрать макет прибора, написать код и отработать
4. Сконструировать корпус прибора и собрать действующий прибор.
5. Сделать программный модуль рекомендаций по сочетанию цветов, причем эти рекомендации можно менять, просто переписывая звуковые файлы на uSD карте.
6. Выложить чертежи, код и схему для повторения на депозитари
7. Передать прибор в Школу – Интернат для слабовидящих и слепых в г. Королев Московской области на тестирование.

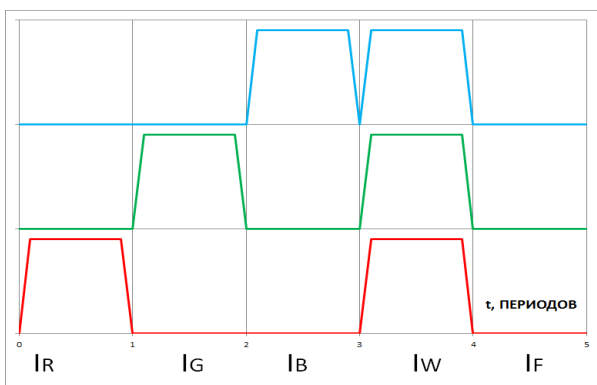
### 3. Создание проекта

#### 3.1. Создание проекта. Схемотехника



Плата контроллера на основе микроконтроллера Atmega328-16 [3] управляет работой адресного светодиода WS2812 [5]. Данные с платы детектора освещенности GY-302 (с интегральным сенсором BH1750FVI [4]) по протоколу I2C (пины A4-A5 микроконтроллера) поступают в микроконтроллер, по запросу микроконтроллера (мастер шины). Громкость определяется положением потенциометра R1 через аналого – цифровой преобразователь (пин микроконтроллера A7). Воспроизведение файлов MP3 [6] – проигрывателем через громкоговоритель SP, управление по последовательному порту по протоколу USART, через выход TX микроконтроллера.

#### 3.1. Создание проекта. Алгоритм работы и код программы



Мы регистрируем отраженный сигнал при последовательном освещении объекта тремя цветами – красным, зеленым и синим, а также одновременно тремя цветами (суммарно будет белый), а затем при всех выключенных светодиодах. Фотодатчик с цифровым интерфейсом регистрирует 5 значений.

### 3. Создание проекта

Полученные данные обрабатывает микроконтроллер – вычисляет сумму компонентов IRGB:

$$IRGB = IR + IG + IB \quad (1)$$

Это значение сравниваем с сигналом при всех включенных светодиодах  $IW$ , и если относительная разница больше определенного порога  $\epsilon$

$$\epsilon < |IF - IR - IG - IB| / (IR + IG + IB) \quad (2)$$

то результат измерения будет отбракован, прибор сообщает «Цвет не определяется». Это критерий правильности работы логики измерения. Также результат будет отбракован, если фоновая засветка  $IF$  превышает некоторый относительный (в долях IRGB) порог  $\delta$

$$\delta < IF / (IR + IG + IB) \quad (3).$$

Определение цвета реализовано следующим образом – база данных содержит массив заранее записанных значений компонентов  $IRT$ ,  $IGT$ ,  $IBT$ , полученных на образцах с известными компонентами RGB. Измеренные значения сравниваем с табличными и выбираем тот цвет, для которого функция  $R2 = (IRT - IR)^2 + (IGT - IG)^2 + (IBT - IB)^2 \quad (4)$

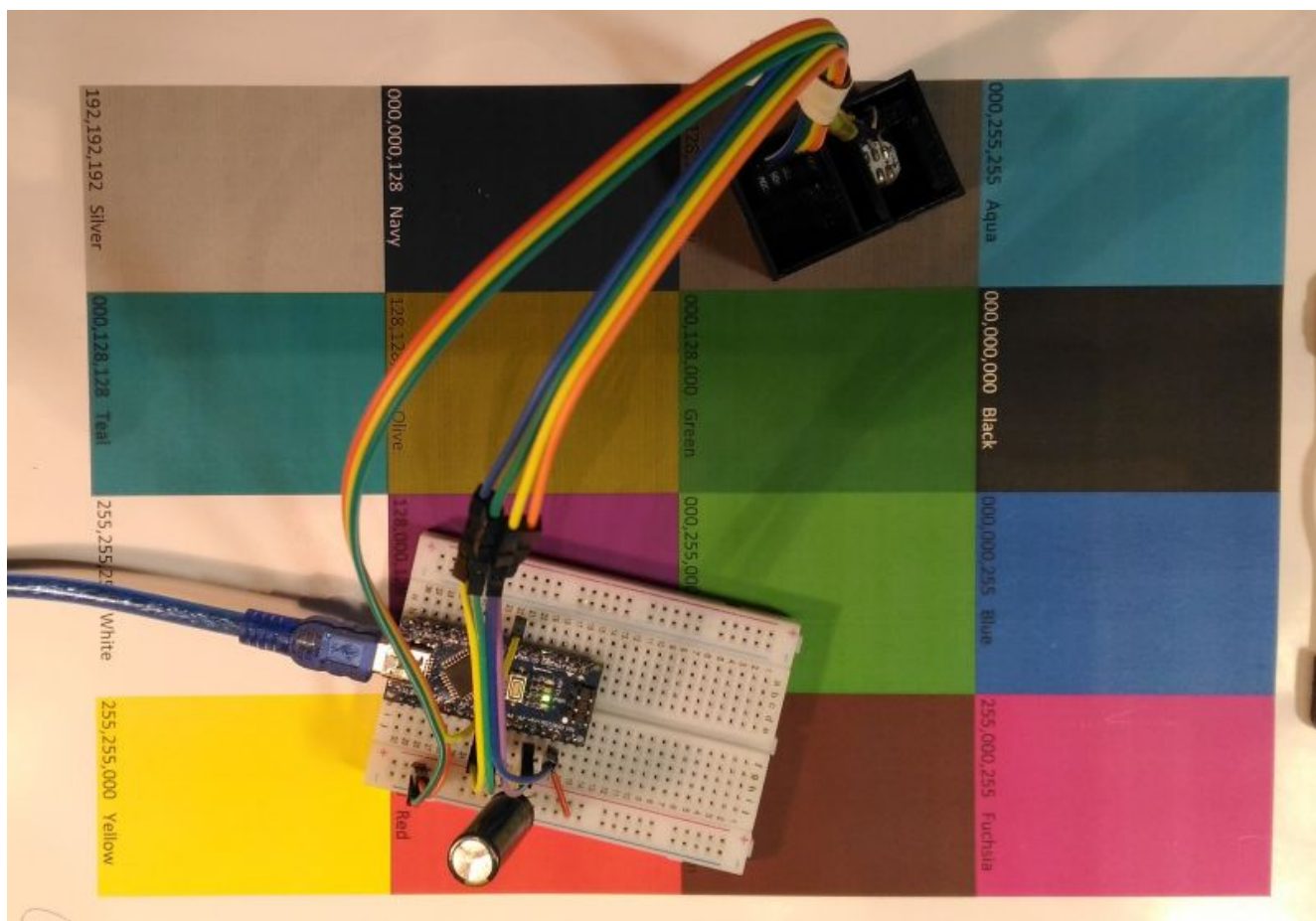
минимальна. Таким образом, если критерии логики (2) и посторонней засветки (3) выполнены, то цвет будет обязательно отнесен к одному из цветов базы данных.

Определение цвета - светодиод (справа) облучает исследуемый элемент, а отраженный свет регистрируется интегральным фотодатчиком (слева).



### 3. Создание проекта

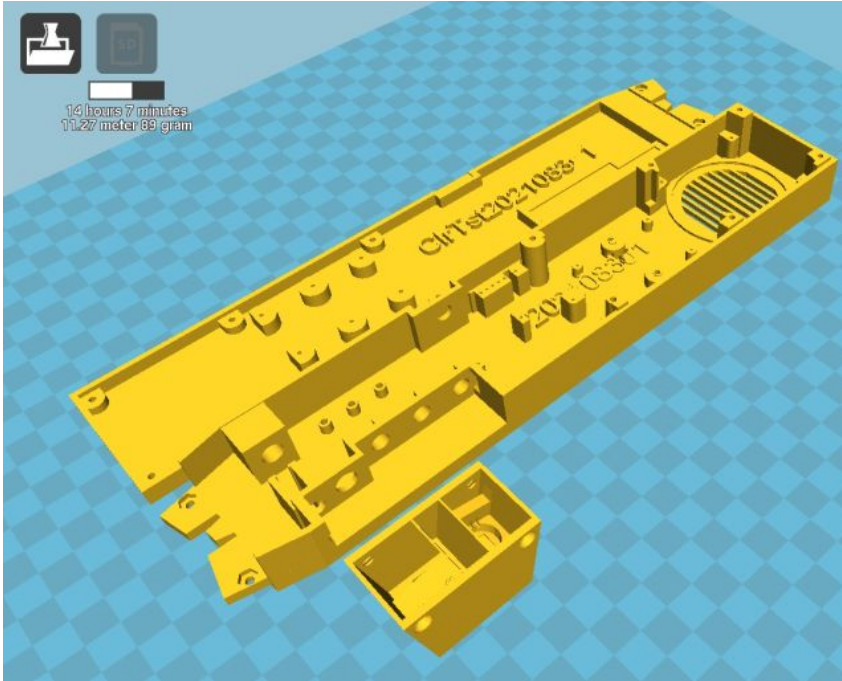
Когда цвет определен, микроконтроллер посылает на MP3 проигрыватель команду проиграть определенный файл. В зависимости от положения переключателя S2 ENG / RUS воспроизводится файл на русском или английском, а при замкнутом тумблере S3 Color / Full воспроизводится и дополнительный комментарий о сочетаниях цветов. Мы сделали базу из 64 цвета, но можно делать базу и больше. В перспективе мы сделаем базы для ткани и плотных материалов (бумага, керамика), они могут отличаться.



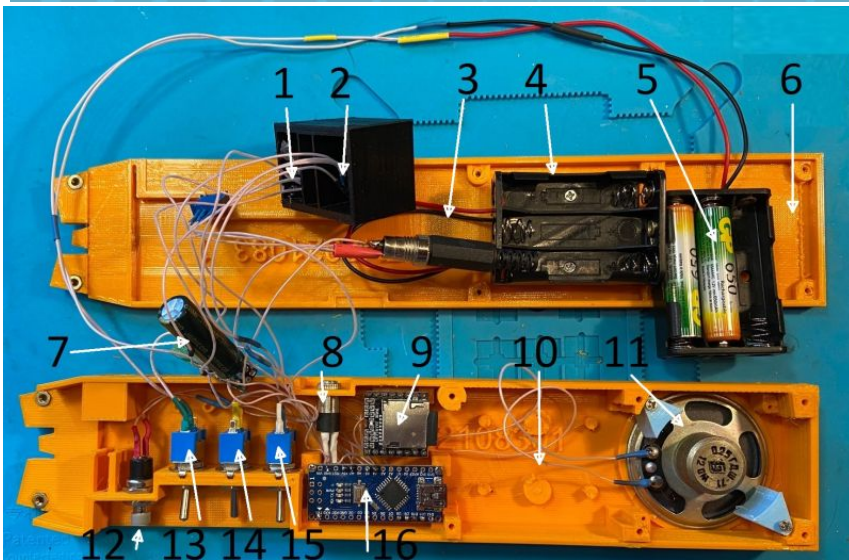
Отладка работы прибора на макете



## 4. Результаты по проекту



Корпус мы проектировали в программе TinkerCad и печатали на 3D принтере.



Расположение элементов в корпусе прибора. 1 – Адресный светодиод WS2812; 2- модуль GY-302; 3- разъем внешнего питания; 4 – бокс для аккумуляторов AAA; 5- элементы AAA; 6- верхняя часть корпуса; 7 – электролитический конденсатор с низким последовательным сопротивлением C1; 8 – разъем выхода аудио – сигнала; 9 – MP-3 проигрыватель; 10 – нижняя часть корпуса, 11 – громкоговоритель; 12 – кнопка START; 13 – 16 – тумблеры выключения питания и управления, 16 – плата микроконтроллера Arduino Nano.

## 4. Результаты по проекту



Собранные приборы.

Мы протестировали наши приборы на тканях, наборах эталонных цветов, на распечатанных образцах. Приборы правильно определяют цвет. В ближайшее время мы хотим передать приборы в Школу – интернат для слепых и слабовидящих на тестирование.

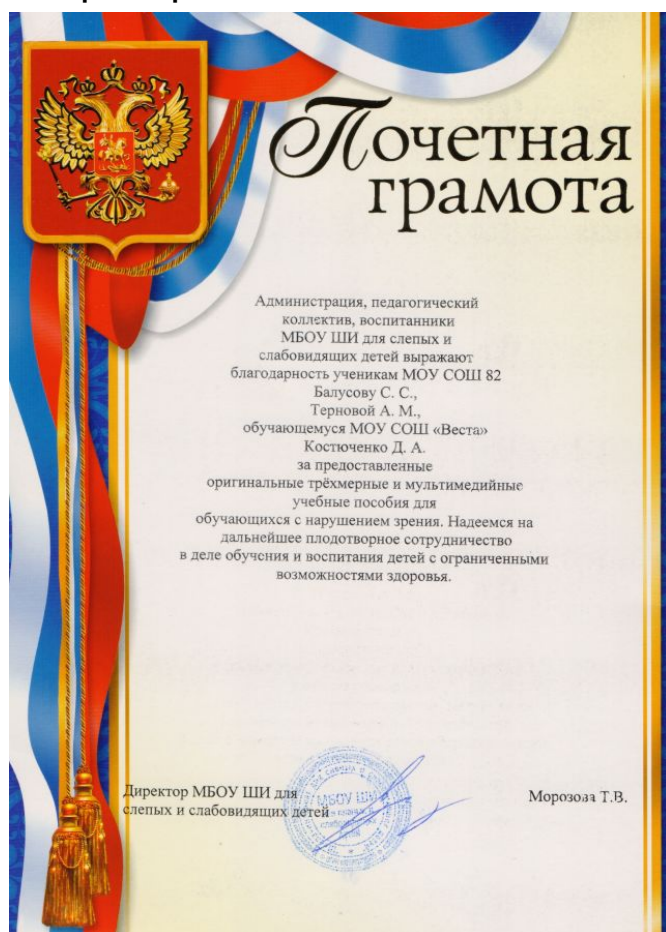
## 5. Интерпретация результатов

Нам удалось сделать очень недорогой, простой и повторяемый как в домашних условиях, так и в условиях школьного кружка прибор определения цвета. Люди со слабым зрением и слепые могут использовать прибор для подбора одежды, определения цвета покупок, дома – например, разобрать после стирки носки по цвету.

Потребляемая от источника питания мощность в среднем не превышает 20 мА, что позволяет прибору работать около 100 часов.

Перспективы дальнейшего развития проекта

1. Составить базу данных по набору эталонных цветов на ткани.
2. Получить обратную связь от педагогов и школьников школы – интерната для слепых и слабовидящих и подстроить или изменить прибор по их пожеланиям.



Нами были получена благодарность от администрации школы – интерната для слепых и слабовидящих в г. Королев Московской обл.



## 6. Выводы. Применение детектора цвета.

1. Выбрана конфигурация модулей для прибора, причем в отличии от обычно применяемых чипов спектрометра мы сделали наоборот – изменяли цвет облучателя и измеряли интегральный отраженный сигнал.
2. Проведено тестирование, отработана работа прибора на макете на эталонном наборе цветов.
3. Сконструирован корпус, прибор собран в корпус как готовое изделие.
4. Полностью отлажена работа прибора в корпусе, прибор идентифицирует 64 различных модельных цветов.
5. Сделана система голосовых сообщений на двух языках – о цвете и о рекомендуемом сочетании цветов, на русском и английском.
6. Схема, код и необходимые для изготовления прибора файлы выложены на депозитариях github и hack-a-day [7].
7. Прибор подготовлен тестирования в школе – интернате для слепых и слабовидящих в г. Королев Московской области.



## 7. Использованная литература

1. 1. Всемирный день зрения. [В Интернете]  
<https://ria.ru/20161013/1478940323.html>.
2. 2. Идентификатор цвета и света с речевым сопровождением функций Colorino. [В Интернете]  
<https://dostupsreda.ru/products/identifikator-cveta-i-sveta-s-rechevym-soprovozhdeniem-funkcij-colorino>.
3. 3. ARDUINO NANO. [В Интернете]  
<https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>.
4. 4. Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC BH1750FVI. [В Интернете]  
<https://static.chipdip.ru/lib/890/DOC011890568.pdf>.
5. 5. Протоколы NRFZ-800 и описание работы адресных светодиодов и чипов WS2812 / 11. [В Интернете]  
<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812.pdf> .
6. 6. MP3 player dfplayer-mini. [В Интернете] <https://duino.ru/dfplayer-mini>.
7. 7. Депозитарий git hub с нашим проектом  
<https://github.com/DrOnkel/ColorPicker>