

г. Пенза

ГБУДОПО «Центр развития творчества детей и юношества»

Секция: «ТЕХНИКА И ИНЖЕРНЫЕ НАУКИ»

**Многофункциональное устройство дистанционного измерения  
температуры с цветовой визуализацией и речевым оповещением**

Алексеев Илья Олегович, ученик 9Б класса

Руководитель: педагог дополнительного образования  
Пеганов Станислав Юрьевич

Пенза 2021г

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>I. ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. ИНФОРМАЦИОННО – ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. ВНЕШНИЙ ВИД УСТРОЙСТВА .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. СОСТАВ УСТРОЙСТВА .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА .....</b>	<b>19</b>
<b>2.6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА .....</b>	<b>20</b>
<b>2.7. ТЕСТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА.....</b>	<b>20</b>
<b>III. ВЫВОД.....</b>	<b>21</b>
<b>IV. ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>21</b>

## **I. ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность**

На сегодня в мире официально зафиксировано 43 713 470 заболевших коронавирусом COVID-19 в 189 странах. На данный момент коронавирусной инфекцией в активной фазе болеет 13 284 387 человек. Общее количество смертей от коронавируса составляет 1 162 511 человек и это 2.66%. Подтвержденных случаев полного выздоровления от коронавируса COVID-19 в мире – 29 266 572.

Все мы знаем, что болезнь легче предупредить, чем лечить, поэтому необходимо проводить постоянно профилактику.

Профилактика в том числе заключается и в том, чтобы вовремя выявить больных и оградить от них всех остальных. Одним из таких признаков фильтрации является измерение температуры тела человека.

На сегодняшний день в наших учебных заведениях применяются бесконтактные термометры. В случае применения их в школе основными недостатками на мой взгляд являются:

1. Потеря времени. При измерении температуры дежурному приходится тратить время, на то чтобы нажать кнопку, проверить готовность прибора, посмотреть на дисплей, сказать ученику "Проходи". Таким образом утром на входах в школу образуется очередь.

2. Отсутствие информации у учащегося и непонимание происходящего. Ученик Чаще всего не понимает, что происходит, почему одним говорят проходи других отводят в сторону и вызывают родителей.

3. Высокая стоимость.

Исходя из этого, я и задался целью создать прибор для бесконтактного измерения температуры для учебных заведений, в котором бы не было указанных выше недостатков.

### **Цель:**

**Создание многофункционального устройства дистанционного измерения температуры с цветовой визуализацией и речевым оповещением**

### **Задачи:**

1. Рассмотреть возможности использования различных датчиков для дистанционного измерения температуры тела.

2. Разработать концепцию цветовой визуализации измеренной температуры с учетом психофизиологических особенностей восприятия учеников начального и среднего учебного звена.

3. Разработать систему речевого оповещения о величине измеренной температуры.

4. Создать конструктивно законченное устройство.

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ИНФОРМАЦИОННО – ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Все тела в природе независимо от их температуры излучают электромагнитные волны. Спектр электромагнитного излучения большинства твердых и жидких тел является непрерывным и содержит волны всех длин от  $\lambda=0$  до  $\lambda=\infty$ .

Инфракрасное излучение – один из частных видов электромагнитных волн. В 1832 году Фарадей высказал предположение о существовании электромагнитных волн. В 1865 году Максвелл теоретически доказал, что электромагнитные волны распространяются в вакууме со скоростью света, из чего ученый сделал вывод, что и свет представляет собой, по существу, электромагнитные волны. Герц в 1888 году в опытах подтвердил правильность теории Максвелла. Эти открытия позволили доказать, что радиоволны, видимый спектр света, рентгеновские лучи и гамма лучи – это проявление электромагнитных колебаний с различной длиной волны, причем на этой шкале электромагнитных волн между двумя соседними диапазонами нет резкой границы.

На существование невидимых глазом тепловых лучей указывал еще в 1791 году французский физик Пьер Прево, однако честь их открытия в 1800 году принадлежит Гершелю, который дал им название «инфракрасные лучи». ИК излучение занимает на шкале электромагнитных волн спектральную область между концом красного цвета видимой части спектра (с длиной волны равной 0,74 мкм) и коротковолновым радиоизлучением (длина волны равная 1-2 мм). Для удобства инфракрасную область спектра условно разделяют на отдельные участки. В частности, В.В.Зарецкий и А.Г.Выховская (1976) различают ближнее ИК излучение (0,76-1,5 мкм), коротковолновое (1,5-5,5 мкм), длинноволновое (5,6-25 мкм) и дальнее (25-1000 мкм).

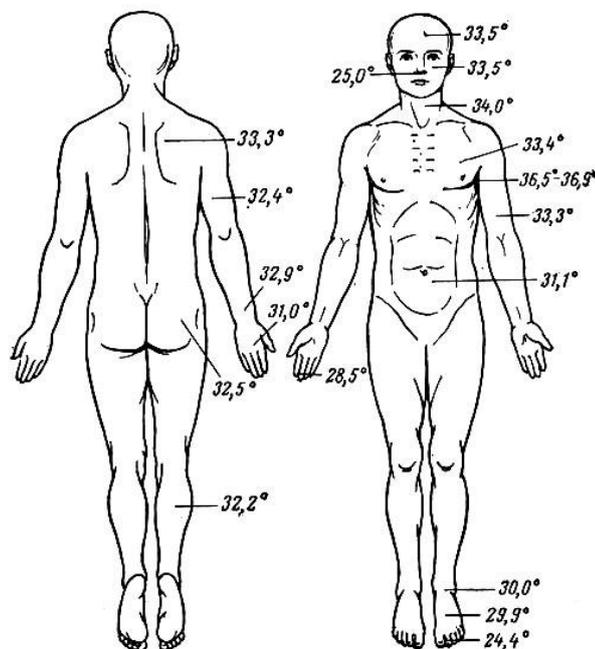
### ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

С медицинской точки зрения одним из наиболее важных факторов состояния человека является температура тела. Причина в том, что значительная часть заболеваний сопровождается характерным изменением температуры тела.

Температура тела человека характеризует процесс терморегуляции организма. Она зависит от скорости потери теплоты, которая, в свою очередь, зависит от температуры и влажности воздуха, скорости его движения, наличия тепловых излучений и теплозащитных свойств одежды.

Различают температуру кожных покровов и температуру внутренней среды организма. Даже при спокойном состоянии организма температура внутренних органов значительно отличается от температуры кожи и зависит от интенсивности биохимических процессов, которые происходят в

них. Так, в условиях покоя самая высокая температура обнаруживается в печени - около 38 градусов. Во время физической деятельности заметно повышается температура сокращающихся мышц. А в прямой кишке температура выше на 0,3 - 0,4 градуса, чем в подмышечной впадине.



Температура кожи человека ниже, чем температура его внутренних органов, и, кроме того, неодинакова на различных ее участках. Так, под мышкой она выше и составляет 36 - 37 градусов, на коже - ниже (34 градуса), на кистях рук и на коже стоп еще ниже (25 - 30 градусов) и самая низкая на коже пальцев ног (24,4 градуса). Распределение температуры поверхности тела человека показано на рисунке:

Поэтому под термином «нормальная температура», подразумевается скорее диапазон температур, чем одно значение. Кроме того, температура тела здорового человека зависит также от интенсивности мышечной работы, чистоты и влажности кожи, одежды, температуры воздуха и его влажности.

### **ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА**

Для измерения температуры используются термометры, если речь идет о невысоких температурах (до 500°C-600°C), или пирометрами, если речь идет о температурах пламени или плазмы (пиро - огонь, метр - измеряю).

Все типы термометров принято разбивать на два класса в зависимости от методики измерений Традиционный и наиболее массовый вид термометров - контактные термометры, отличительной особенностью которых является необходимость теплового контакта между датчиком термометра и средой, температура которой измеряется. Вторую группу составляют неконтактные термометры, для измерения которыми нет необходимости в тепловом контакте среды и прибора, а достаточно измерений собственного теплового или оптического излучения. Часто такие приборы называют радиометрами.

Контактные приборы и методы по принципу действия разделяются на:

а) Термометры контактные волюметрические, в которых измеряется изменение объема (volume) жидкости или газа с изменением температуры.

б) Термометры дилатометрические, в которых о температуре судят по удлинению различных материалов при изменении температуры. В ряде случаев датчиком служит пластинка, изготовленная из двух металлов с разными температурными коэффициентами расширения и изгибающаяся при нагревании или охлаждении.

в) Термопары, представляющие из себя два разнородных, спаянных по концам проводника. При наличии разности температур спаев в термопаре возникает электрический ток, который и служит мерой изменения температуры. Температура измеряется по термоЭДС или по величине силы тока термопары.

г) Термосопротивления - термометры, принципом действия которых является измерения сопротивления проводника с изменением температуры.

Неконтактные методы, в основе которых лежит регистрация собственного теплового или оптического излучения, можно представить следующими направлениями:

а) Радиометрия - измерение температуры по собственному тепловому излучению тел. Для невысоких и комнатных температур это излучение в инфракрасном диапазоне длин волн.

б) Тепловидение - радиометрическое измерение температуры с пространственным разрешением и с преобразованием температурного поля в телевизионное изображение иногда с цветовым контрастом. Позволяет измерять градиенты температуры, температуру среды в замкнутых объемах, например температуру жидкостей в резервуарах и трубах.

в) Пирометрия - измерение температуры самосветящихся объектов: пламен, плазмы, астрофизических объектов. Используется принцип сравнения либо яркости объекта со стандартом яркости (яркостный пирометр и яркостная температура), либо цвета объекта с цветом стандарта (цветовой пирометр и цветовая температура), либо тепловой энергии,

излучаемой объектом, с энергией, испускаемой стандартным излучателем (радиационный пирометр и радиационная температура).

## ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Физическая сущность методов неконтактной термометрии основана на хорошо известном факте, что все тела, температура которых отличается от абсолютного нуля, излучают тепловую энергию.

Создание средств измерения температуры, основанных на регистрации собственного теплового излучения тел составляет предмет неконтактных методов измерения температуры. При этом регистрируется либо полная энергия излучения (радиометры), либо спектральное распределение теплового излучения, либо яркость собственного излучения объектов (пирометры).

В 1879 году австрийские ученые Йозеф Стефан (экспериментально для произвольного тела) и Людвиг Больцман (теоретически для абсолютно черного цвета) установили, что общая энергетическая светимость во всем диапазоне длин волн пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры тела:

Полная энергия теплового излучения, просуммированная для всех длин волн связана с температурой законом Стефана-Больцмана:

$$R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} (R_{\lambda T}) \cdot d\lambda = \sigma \cdot T^4, \text{ где } \sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$$

,  $\sigma$  - постоянная Стефана-Больцмана.

Измеренная таким образом температура получила название радиационной.

Для реальных тел использовать закон Стефана-Больцмана нельзя, поскольку у них более сложная зависимость энергетической светимости от температуры. Оказывается, она зависит от температуры, природы тела, формы тела и состояния его поверхности. Со сменой температуры изменяется коэффициент  $\sigma$  и показатель степени температуры. Поверхность тела человека имеет сложную конфигурацию, человек носит одежду, которая изменяет излучение, на процесс влияет поза, в которой находится человек.

Для серого тела мощность излучения во всем диапазоне определяется по формуле:

$$P = \alpha_{\text{с.т.}} \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot S$$

Считая с определенными приближениями реальные тела (кожа человека, ткани одежды) близкими к серым телам, можно найти формулу для вычисления мощности излучения реальными телами при определенной температуре:

$P = \delta T^4 \cdot S$ , где  $S$  - площадь поверхности тела;  $\delta$  - приведенный коэффициент поглощения кожи, рассматриваемой как серое тело.

В условиях разных температур излучающего тела и окружающей среды:

$P = \delta(T_1^4 - T_2^4) \cdot S$ ; где  $T_1$  - температура поверхности тела (одежды);  $T_0$  - температура окружающей среды.

При этом, следует учитывать что, площадь поверхности тела человека составляет примерно  $1,5 \text{ м}^2$ ; а приведенный коэффициент поглощения кожи  $\delta = 5,1 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$ .

Таким образом, по измеренной мощности излучения тела и известной площади излучения возможно вычисления температуры данной поверхности.

## ИНФРАКРАСНЫЙ ТЕРМОМЕТР

Инфракрасный термометр (термодетектор, даталоггер температуры), — это точный инженерный прибор нового поколения для бесконтактного и быстрого измерения температурных показателей на расстоянии до трех метров от исследуемого объекта.

Основным элементом конструкции прибора является детектор инфракрасного излучения, интенсивность и спектр которого напрямую зависит от температуры поверхности объекта. Встроенная электронная система измерения фиксирует данные и отображает их на дисплее в удобном формате для дальнейшего анализа пользователем.

Одним из наиболее распространенных детекторов инфракрасного излучения является датчик MLX90614.

Производитель фирма Melexis Technologies NV

Датчики измеряют две температуры: температуру объекта и температуру окружающей среды. Измерение температуры объекта происходит бесконтактным способом, а температура среды измеряется на кристалле датчика.

Температура объекта измеряется в диапазоне от -70 до 380 градусов с 17-битным разрешением посредством считывания инфракрасного излучения, исходящего от него. Такая точность позволяет датчику различать температуру между 25°C и 25.02°C.

В корпусе объединены ИК детектор (MLX81101) и микросхема обработки сигнала (MLX90302). Благодаря применению малошумящего усилителя, 17-битного АЦП и мощного DSP процессора датчики имеют высокую точность и разрешение. Результатом измерений является усредненная температура всех объектов, попадающих в рабочую область датчика. Точность стандартных моделей составляет -0.5°C, а точность моделей для медицинского применения (MLX90614ESF-DCI) доходит до 0.2°C. Следует учитывать, что данная точность может быть достигнута только в том случае, если датчик находится в состоянии термического равновесия. На его изменение могут влиять находящиеся рядом горячие или холодные объекты.

ИК датчики MLX90614 калиброваны на заводе-изготовителе с цифровым ШИМ и SMBus выходом в диапазоне от -40 до 125°C для температуры окружающей среды и в диапазоне -70...380°C для измеряемых объектов.

Датчики MLX90614 поддерживают два интерфейса, однако достаточно иметь один, чтобы получить доступ к другому. Первичное подключение к ИК датчику происходит по 2-проводному SMBus интерфейсу, очень простому и близкому к I2C. Если он уже настроен, то позже можно сконфигурировать датчик на ШИМ выход. Два выходных сигнала - SDA и SCL – передают данные и сигнал синхронизации.

Помимо датчика и микросхемы обработки сигнала в корпусе расположен оптический фильтр, который отсекает видимый и близкий к инфракрасному излучению поток. Такой фильтр обеспечивает нечувствительность датчика к солнечному свету и внешней засветке. Полоса пропускания фильтра составляет 5.5...14 мкм.

Датчики MLX90614 выпускаются в 4-выводном TO-39 корпусе, два для питания и два для SMBus интерфейса.

### **Цветовая визуализация данных с учетом психофизиологических особенностей детей**

Сегодня визуализация особенно важна, так как люди теряются в обилии окружающей информации и на ее восприятие тратится слишком много времени.

Главная цель визуализации — упростить и ускорить восприятие информации. Выбранный формат и тип визуализации должны этому способствовать, а не мешать.

Визуальное восприятие играет важную роль в повседневной жизни, помогая в обучении и общении с другими людьми. На первый взгляд, кажется, будто восприятие происходит легко.

На самом деле, за предполагаемой легкостью скрывается сложный процесс. Понимание, как мы интерпретируем то, что видим, помогает нам проектировать визуальную информацию.

Большую роль в визуализации данных играют сложившиеся стереотипы и ассоциации. Представьте себе когда Вам говорят "Высокая температура", с каким цветом ассоциируется эта фраза? Наверное с красным. А, если вам говорят у вас нормальная температура, скорее всего это будет ассоциироваться с голубым или зеленым цветом. Аналогично: можно идти - зеленый цвет, нельзя идти красный цвет.

Также следует отметить, что особенностью восприятия и осмысления информации человеком очень часто является не знание абсолютных цифр, а относительные характеристики.

Ребенку в возрасте 7-11 лет, когда ему скажут что у него температура 37,5, скорее всего эта фраза мало что будет значить. А, вот когда перед ним загорится красный цвет и прозвучат тревожные звуки, скорее всего он поймет, что что-то не так, а дежурный учитель еще при этом скажет "У тебя высокая температура, давай отойдем в сторонку и подождем родителей".

Поэтому в моем устройстве, кроме обычной цифровой индикации, имеется цветовая подсветка, которая своим цветом показывает, в каких пределах находится температура тела человека.

### **III ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА**

**Многофункциональное устройство дистанционного измерения температуры тела человека** – предназначено для:

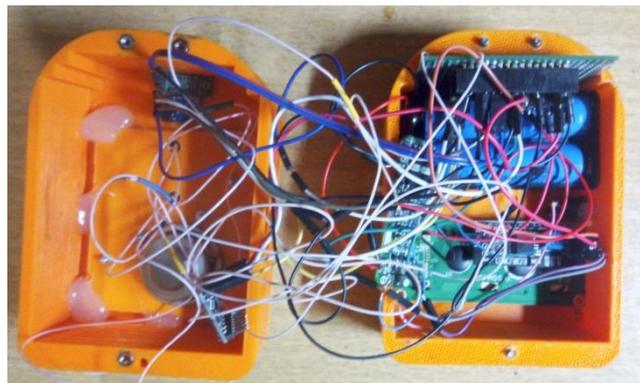
1. Измерение температуры тела человека бесконтактным способом.
2. Речевого оповещения измеренной температуры и подачи сигнала тревоги в случае ее повышения сверх установленного безопасного порога.
3. Цветовой визуализации измеренной температуры.
4. Вывод информации в цифровом виде на жидкокристаллический дисплей.

## 2.2. ВНЕШНИЙ ВИД УСТРОЙСТВА



### 2.3. СОСТАВ УСТРОЙСТВА

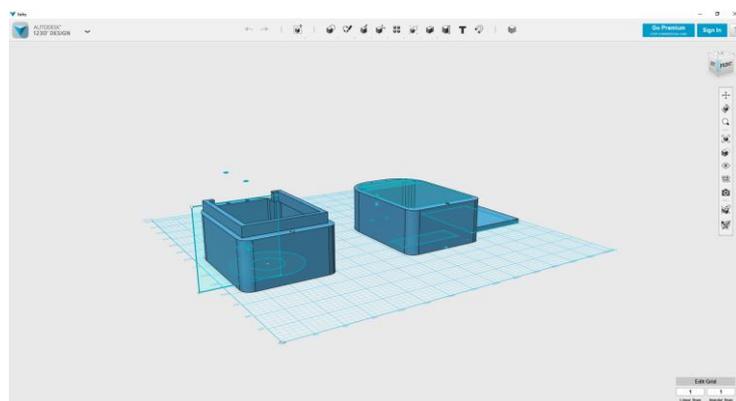
1. Плата Arduino Nano.
2. Светодиодные круги на основе адресных светодиодов WS2812B.
3. Датчик температуры MLX90614.
4. Датчик расстояния VL53L0X
5. Плеер hw-247 df player mini.
6. 2 аккумулятора 18650.
7. Зарядное устройство.
8. LCD Дисплей 1602 I2C.
9. Мини громкоговоритель.
10. Корпус.



#### Конструктивные элементы:

Корпус был самостоятельно смоделирован в программе 123D Design и распечатаны на 3Dпринтере.

В отличие от тяжелых программ для моделирования, 123D Design более понятен и интуитивен. С ним вполне смогут работать пользователи, которые имеют лишь базовые навыки работы в этой сфере. Программа позволяет создавать 3D-объекты, используя набор базовых форм и их модификаций.



#### Электронные компоненты:

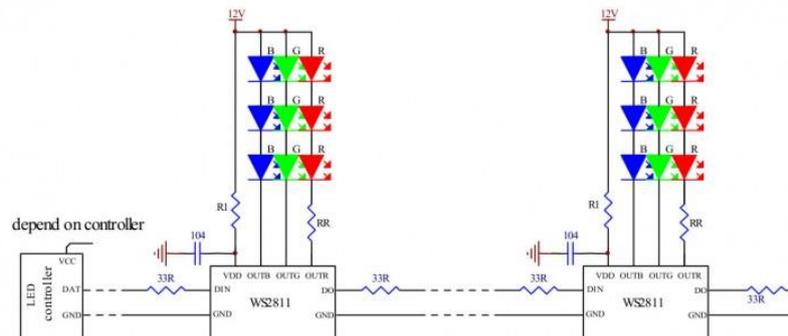
##### ArduinoNano



Аппаратная вычислительная платформа с микроконтроллером, основными компонентами которой являются микроконтроллер ATmega328, устройство ввода-вывода и среда разработки. Arduino, применяется для создания электронных устройств с возможностью приема сигналов от различных цифровых и аналоговых датчиков, которые могут быть подключены к нему, и управления различными исполнительными устройствами.

## Светодиодные круги WS2812.

Светодиод WS2812 представляет собой RGB светодиод в корпусе SMD5050 в корпус, которого встроена микросхема WS2811.1.:



По сравнению с другими светодиодными лентами она имеет следующие плюсы:

- -Управление производится по 1 проводу.
- Компактность – светодиод размером всего 5x5 мм.
- Неограниченное количество включенных последовательно пикселей.
- Относительно небольшая стоимость.
- Светодиоды характеризуются низким напряжением и мощностью, имеют высокое энергосбережение, яркость, долговечность.

## Датчик температуры

Бесконтактный инфракрасный термометр MELEXIS

## Характеристики

### Диапазон температур:



- $-40^{\circ}\text{C} \dots + 125^{\circ}\text{C}$  для температуры окружающей среды;

- $-70^{\circ}\text{C} \dots + 380^{\circ}\text{C}$  для температуры объекта;

- высокая точность  $0,5^{\circ}\text{C}$  в широком диапазоне

температур ( $0^{\circ}\text{C} \dots + 50^{\circ}\text{C}$  для обоих вариантов);

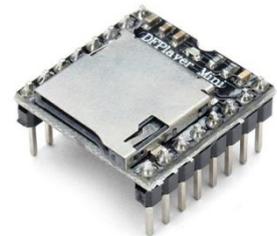
- разрешение измерения  $0,02^{\circ}\text{C}$ ;
- I2C связь;
- высокая (медицинская) точность калибровки;
- при измерении температуры соблюдайте дистанцию измерения 1 см.

## Плеерhw-247 dfplayermini

Плеер в Arduino проектах.

## Характеристики

- Напряжение питания: 3.3 — 5 В
- Количество каналов: 1 моно с усилителем 3 Вт + 2 стерео, без усилителя
- Поддержка частоты дискретизации: 8 кГц, 11,025 кГц, 12 кГц, 16 кГц, 22,05 кГц, до 48 кГц
- ЦАП: 24-битный выход
- Отношение сигнал/шум: до 85 дБ
- Поддерживаемые файловые системы: FAT16, FAT32
- Максимальный объём SD-карты: 32 ГБ
- Количество каталогов композиций: до 100

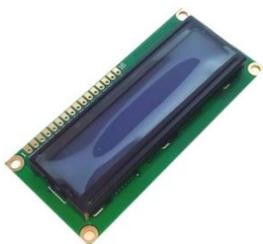


- Количество композиций в каталоге: до 255
- Форматы аудиофайлов: MP3, WAV, WMA
- Режимов эквалайзера: 6 (Normal/Pop/Rock/Jazz/Classic/Base).

#### Источник питания.

2 аккумулятора 18650.

#### LCD Дисплей 1602 I2C.



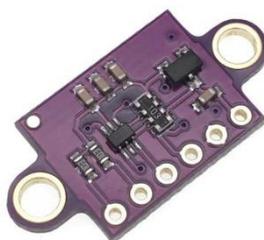
Монохромный текстовый дисплей с возможностью подсветки экрана.

#### Характеристики

- Интерфейс: I2C (0x27);
- Разрешение: 16 столбцов, 2 строки;
- Время отклика: 250 мс;
- Угол обзора: 35 градусов;
- Энергопотребление: ~4 мА экран, ~120 мА подсветка;
- Напряжение питания: 5 вольт;
- Драйвер: PCF8574;
- Рабочие температуры: -20..+70 градусов.

#### Датчик расстояния VL53L0X

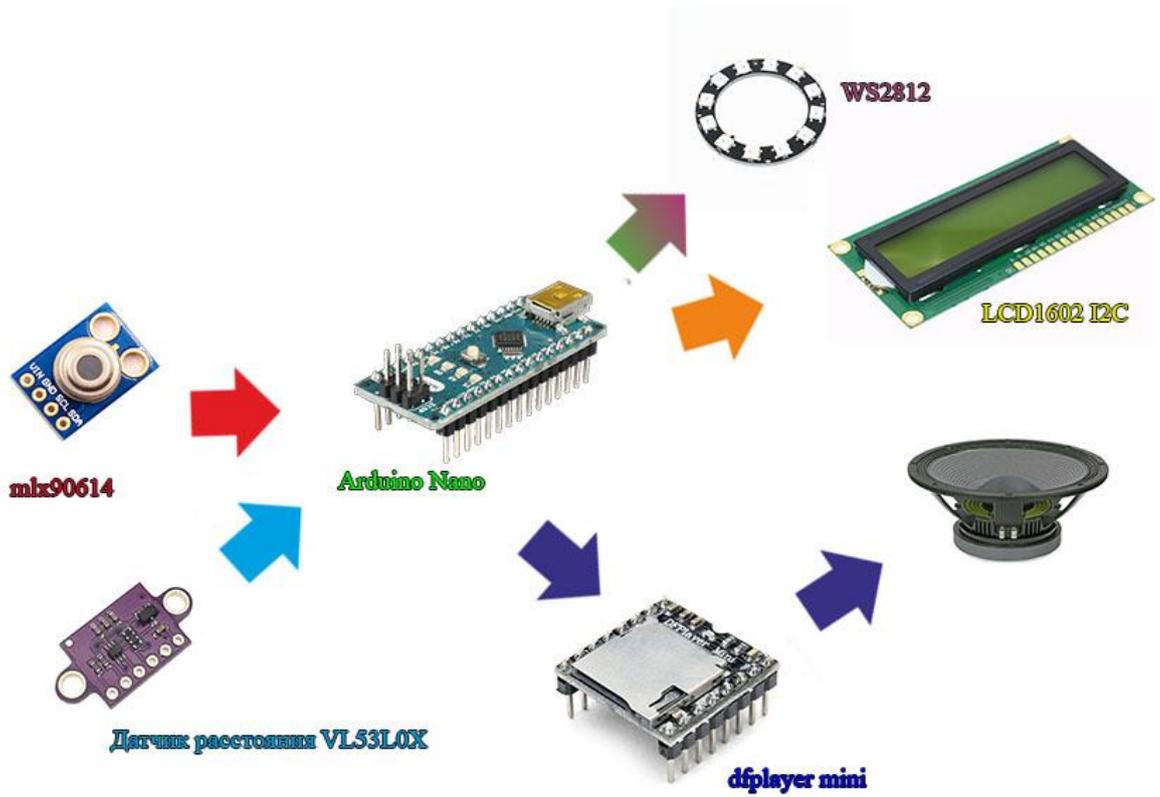
VL53L0X использует измерения дальности инфракрасного излучения для измерения дальности, что позволяет ему получать точные результаты независимо от цвета и поверхности цели.



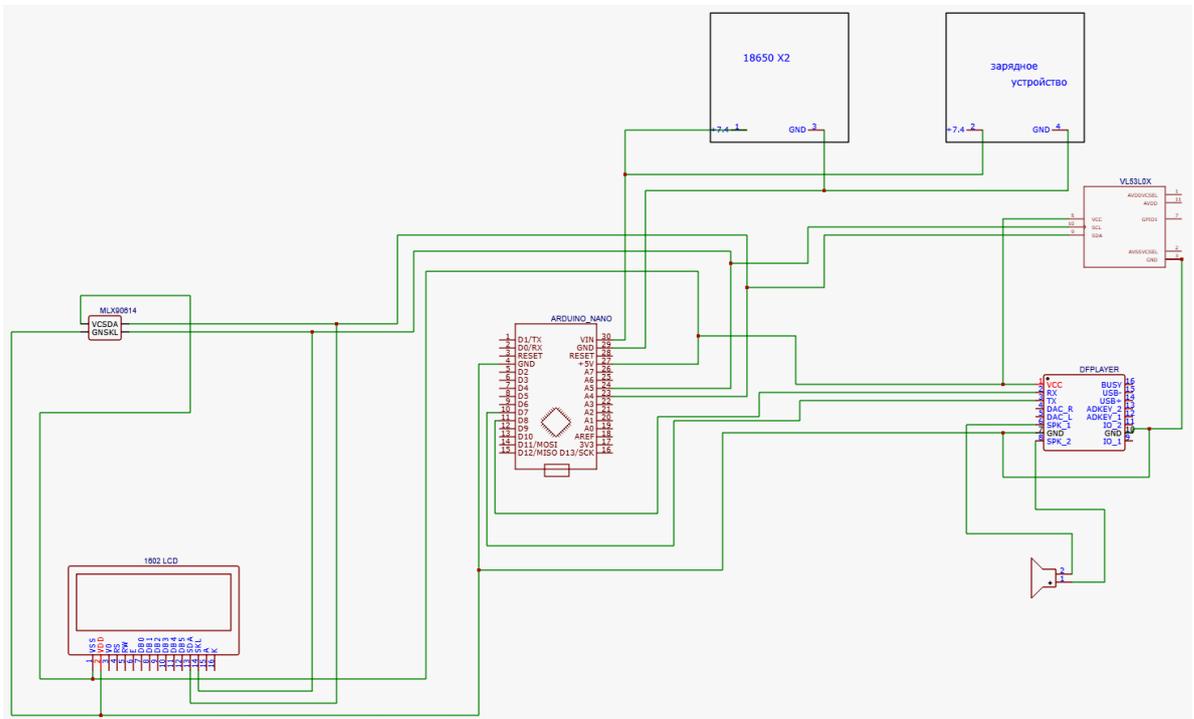
#### Характеристики

- **Размеры:** 0,5" × 0,7" × 0,085" (13 мм × 18 мм × 2 мм)
- **Вес:** 0,5 г
- **Рабочее напряжение:** от 2,6 В до 5,5 В
- **Ток питания:** 10 мА (типичное среднее значение во время активного измерения). Зависит от конфигурации, цели и среды. Пиковый ток может достигать 40 мА.
- **Выход (I<sup>2</sup>C):** считывание 16-битного расстояния (в миллиметрах)
- **Диапазон измерения расстояния:** до 2 метров (6,6 фута).

## 2.4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА



## 2.5. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА



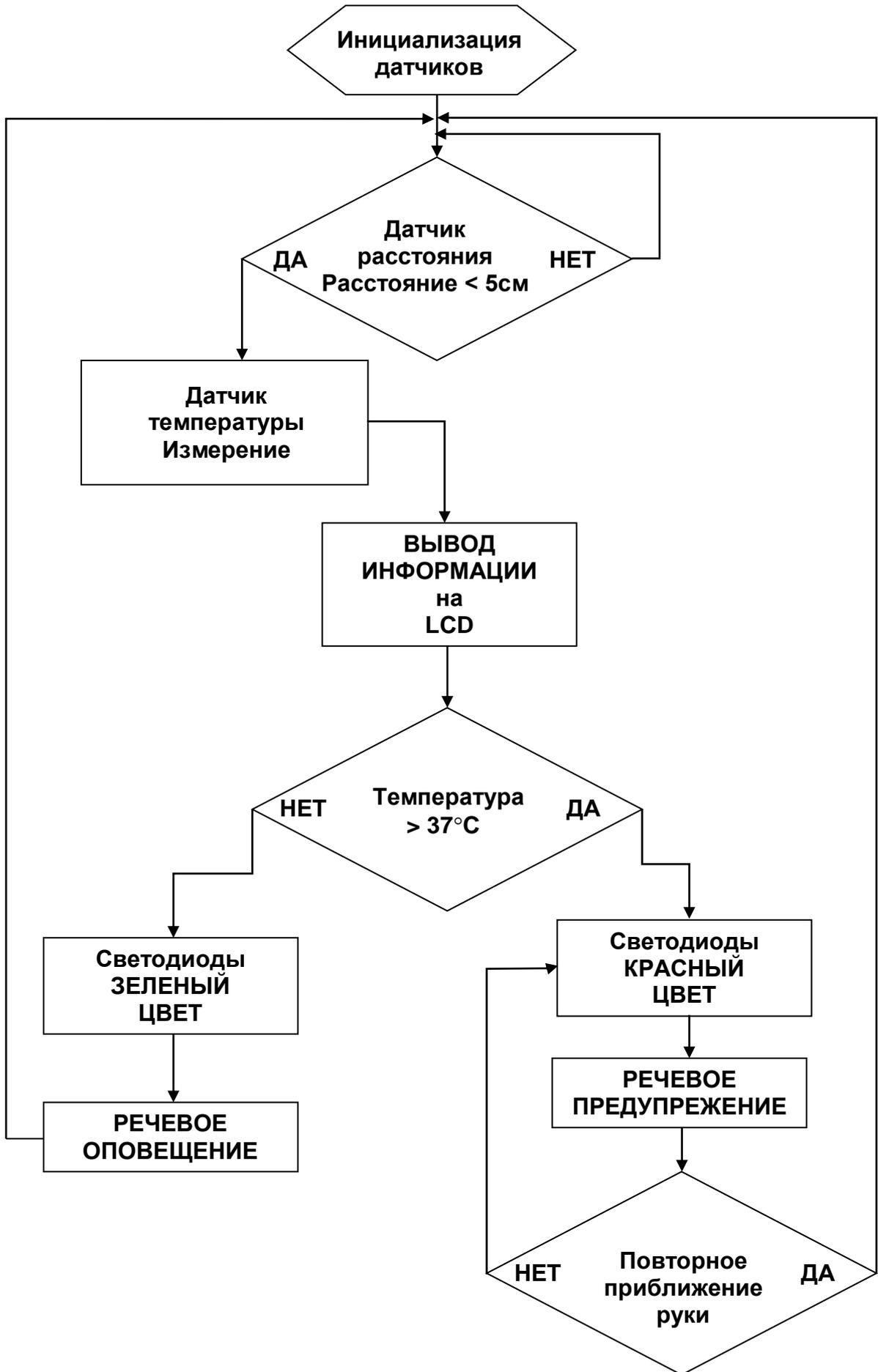
## 2.6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

ПО, обеспечивающее функционирование микроконтроллера Arduino Nano, использует Си-подобный язык и создано в оболочке Arduino IDE.

Функции программного обеспечения устройства:

1. Задание соответствия подключенных датчиков и устройств входам Arduino.
2. Получение значения с датчика расстояния
3. Получение значений температуры, вывод информации на LCD дисплей.
4. Управление свечением светодиодных кругов WS2812, в зависимости от полученной величины температуры.
5. Управление плеером, в зависимости от полученной величины температуры.





## 2.7. ТЕСТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА

Свое устройство я тестировал в своей школе. Сначала на одноклассниках, потом и на всех учащихся. Когда я установил свое устройство около кабинета (согласовав с учителем) все ученики начали его «испытывать». Кто-то использовал устройство по назначению, кто испытывал на прочность. Но мое устройство выдержало все испытания. Позже я установил



его около школьного входа где обычно нам дежурный учитель замеряет температуру.

Мое устройство также справилось на все 100%. А учителя были просто в восторге.

## IV. ВЫВОД

Созданное мною устройство позволяет измерить температуру тела человека бесконтактным способом, подать сигнал тревоги в случае ее повышения сверх установленного безопасного порога. Использует цветовую визуализацию, а также выводит информацию на цифровой дисплей.

В дальнейшем я планирую следующие доработки устройства:

1. Создание единой платы, полностью отказаться от ArduinoNano.
2. Введение пользовательских настроек для управления устройством, например задать пороги допустимых температур от 36 до 37.1 или от 35 до 36.6.

## V. ЛИТЕРАТУРА

1. Джереми Блум. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства. ISBN: 978-5-9775-3585-4 Издательство "ВНВ". 2015г.
2. Виктор Петин. Проекты с использованием контроллера Arduino. ISBN: 978-5-9775-3337-9 Издательство "ВНВ". 2014 г.
3. Монк С. Програмируем Arduino: Основы работы со скетчами. ISBN: 978-5-496-01956-9 Издательство "Питер". 2015 г.
4. У.Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. ISBN: 978-5-9775-3680-6 Издательство "ВНВ". 2015г.
5. <http://psyznaiyka.net/view-vozpriyatie.html?id=obschie-osobennosti-vozpriyatiya>
6. <https://lpgenerator.ru/blog/2015/12/18/5-psihologicheskikh-issledovaniy-po-vozpriyatiyu-vizualnoj-informacii/>
7. <http://colormind.narod.ru/YanshinMonograph/YnshinMngrph3.htm>

## РЕЦЕНЗИЯ

На проект

**Многофункциональное устройство дистанционного измерения температуры с цветовой визуализацией и речевым оповещением**

Проект Алексева Ильи посвящен актуальной на сегодняшний день теме – разработке устройства, позволяющего проводить бесконтактное и быстрое измерение температуры. Все мы знаем, что болезнь легче предупредить, чем лечить, поэтому необходимо проводить постоянно профилактику. Именно поэтому автор поставил перед собой цель - создание многофункционального устройства дистанционного измерения температуры с цветовой визуализацией и речевым оповещением. Автором проекта проведена серьезная работа по изучению приборов для измерения температуры и физических законов бесконтактного измерения температуры тела человека.

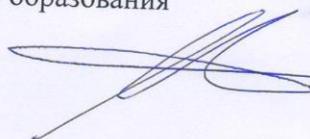
При создании проекта Алексей Илья подробно описывает этапы изготовления устройства и его тестирования.

Процесс создания устройства, разработка и испытания учащимся показал его заинтересованность в решении совокупности задач в сфере создания автоматизированного устройства и его программирования, изучении материалов не входящих в состав школьной программы.

Вместе с тем следует отметить, что работа в данном направлении может и должна быть продолжена с учетом расширения возможностей данного прибора и совершенствованию алгоритмов работы.

Я, считаю, что проведенная работа заслуживает высокой оценки с точки зрения профессиональной ориентации, инженерной подготовки учащегося и освоения им новых инновационных технологий.

Педагог дополнительного образования



/С.Ю.Пеганов/