

# Обработка датчиков

Антон Пармонов  
Инженер-программист АСУ ТП



# Проверка связи



## Если у вас нет звука:

- убедитесь, что на вашем устройстве и на колонках включён звук
- обновите страницу вебинара (или закройте страницу и заново присоединитесь к вебинару)
- откройте вебинар в другом браузере
- перезагрузите компьютер (ноутбук) и заново попытайтесь зайти



## Поставьте в чат:

-  если меня видно и слышно
-  если нет

# Антон Парамонов

О спикере:

- Инженер-программист АСУ ТП
- С 2019 года работаю в проектах по модернизации производственных мощностей
- Занимался обслуживанием и модернизацией установок полного цикла изготовления алюминиевого каркаса двигателей Volkswagen MPI
- Имею опыт автоматизации на оборудовании Siemens, Omron, Allen-Bradley



# Вспоминаем прошрое занятие

**Вопрос:** Какие бывают схемы соединения сегментов в семисегментном индикаторе?



# Вспоминаем прошрое занятие

**Вопрос:** Какие бывают схемы соединения сегментов в семисегментном индикаторе?

**Ответ:** С общим анодом и общим катодом



# Вспоминаем прошрое занятие

**Вопрос:** В чем состоит принцип динамической индикации?



# Вспоминаем прошрое занятие

**Вопрос:** В чем состоит принцип динамической индикации?

**Ответ:** Объединение линий данных нескольких индикаторов и их переключение с высокой частотой для имитации формирования непрерывного свечения всех индикаторов с разными символами



# Вспоминаем прошрое занятие

**Вопрос:** Сколько минимально выводов  
(исключая выводы питания) нужно для  
подключения жидкокристаллического  
индикатора?





# Вспоминаем прошрое занятие

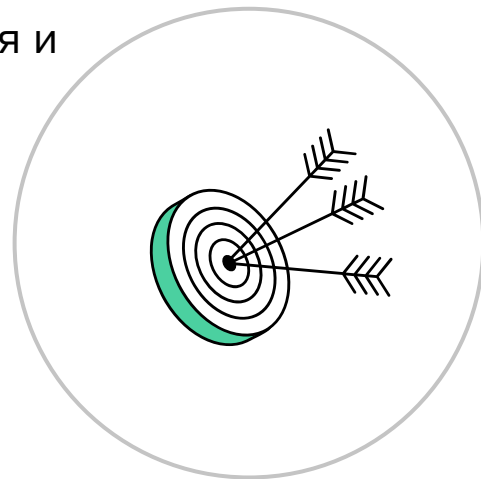
**Вопрос:** Сколько минимально выводов (исключая выводы питания) нужно для подключения жидкокристаллического индикатора?

**Ответ:** 6 линий: 4 линии данных, линия RS и линии Enable



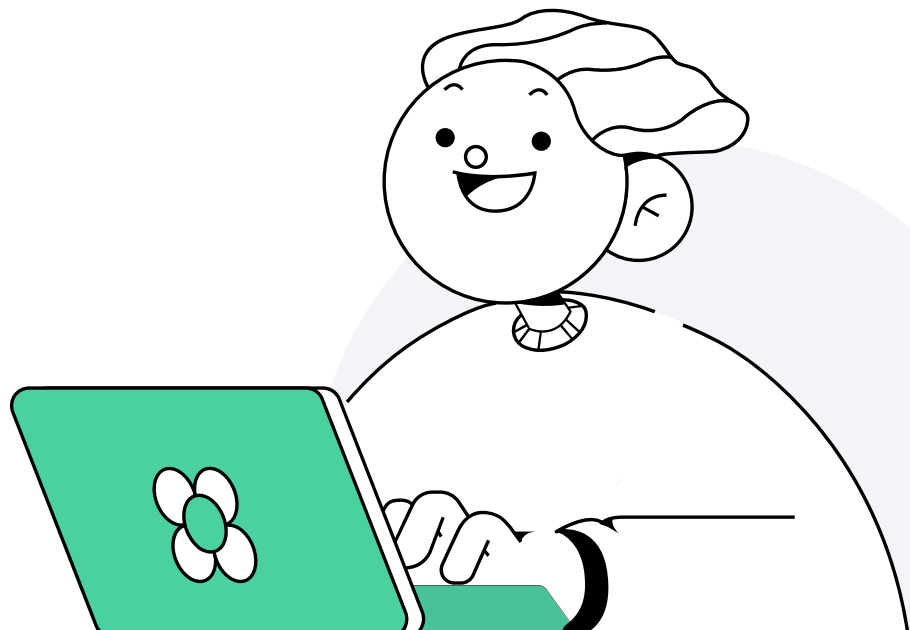
# Цели занятия

- Узнаем, как обрабатывать датчики с аналоговым выходом
- Научимся подключать аналоговый датчик температуры и обрабатывать сигнал от него
- Научимся подключать ультразвуковой дальномер и обрабатывать сигнал от него
- Научимся подключать пирозлектрический датчик движения и обрабатывать сигнал от него



# План занятия

- 1 Как обрабатывать датчики с аналоговым выходом
- 2 Как измерять расстояние до препятствий
- 3 Как определять движение с помощью пироприемника
- 4 Итоги



# Как обрабатывать датчики с аналоговым выходом

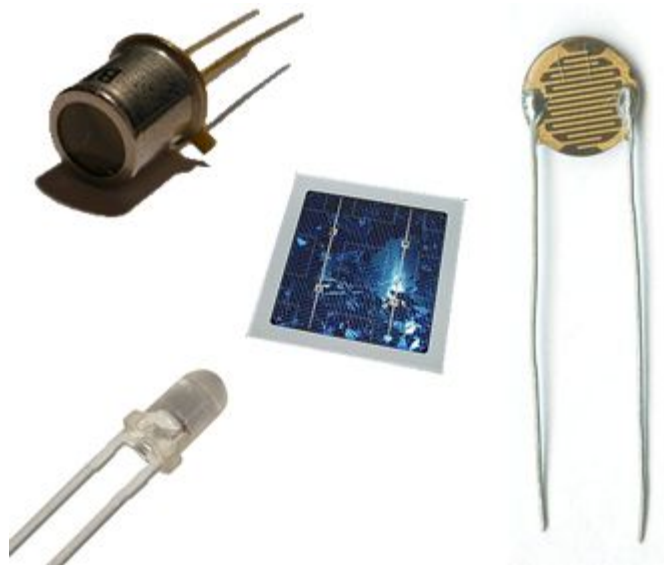


1

# Что такое датчик?

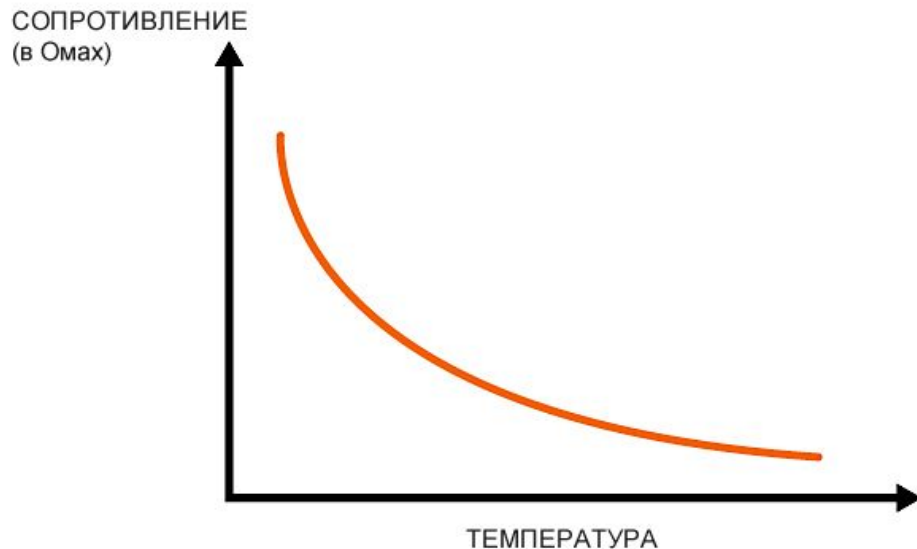
Датчик — это устройство, преобразующее входное воздействие любой физической величины в сигнал, удобный для дальнейшего использования.

Резистивный датчик изменяет свое сопротивление под внешним воздействием



# NTC термистор

Зависимость сопротивления NTC термистора (от Negative Temperature Coefficient) от температуры описывается уравнением Стейнхарта-Харта



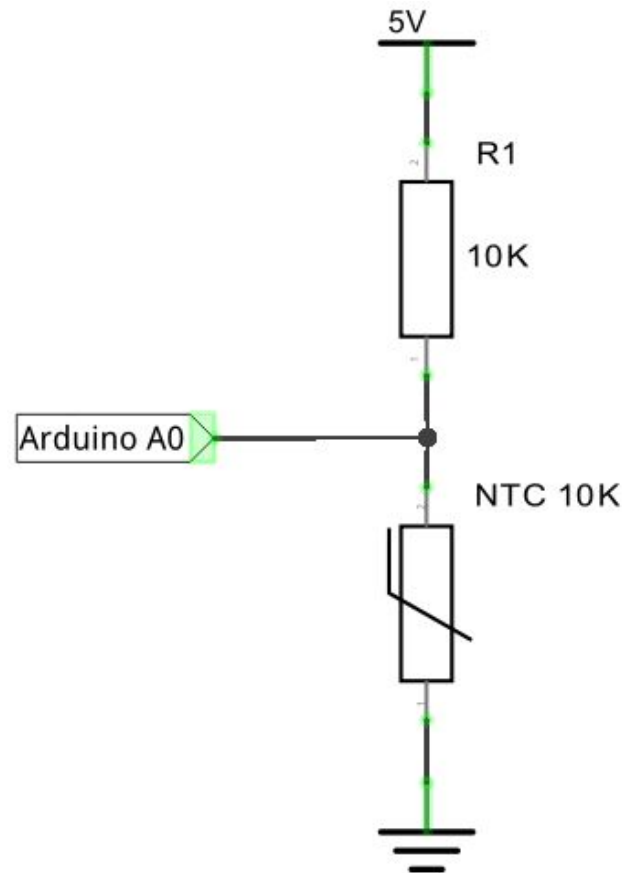
$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C [\ln(R)]^3$$

# Аппроксимация характеристики NTC термистора

Уравнение Стейнхарта-Харта имеет параметры A, B и C, которые нужно брать из спецификации к датчику. Если не требуется большой точности, можно воспользоваться модифицированным уравнением (В-уравнение)

Для большинства термисторов  
 $B = 3950$

[Источник](#)



$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln \left( \frac{R}{R_0} \right)$$

# Измерение температуры с помощью NTC термистора

```
// Подключаем две библиотеки для работы с LCD и математических вычислений
#include <LiquidCrystal.h>
#include <math.h>

// Инициализируем объект-экран, передаём использованные
// для подключения контакты на Arduino в порядке:
// RS, E, D4, D5, D6, D7
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);

void setup(void)
{
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
}

// Функция для перевода показаний датчика в градусы Цельсия
float Getterm(int RawADC)
{
    float celsius = 1 / (log(1 / (1023. / RawADC - 1)) / 3950 + 1.0 / 298.15) - 273.15;
    return celsius;
}
```



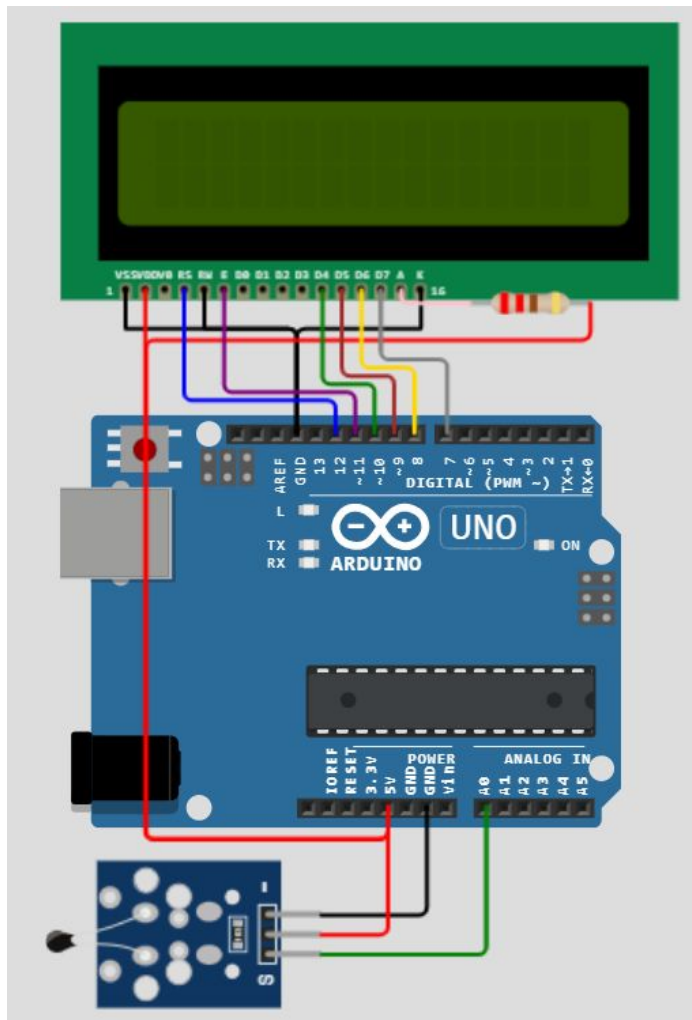
# Измерение температуры с помощью NTC термистора

```
// Функция для вывода на экран показаний датчика
void printTemp(void)
{
    float temp = Getterm(analogRead(A0)); // считываем показания датчика
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Temperature is:");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(temp);
    lcd.print(" C");
}

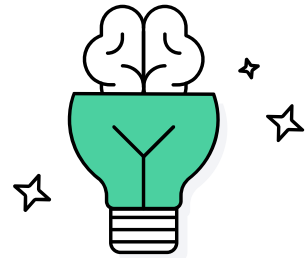
void loop(void)
{
    printTemp(); // вывод температуры на экран
    delay(1000);
}
```

# Измерение температуры с помощью NTC термистора

В симуляторе модуль NTC термистора уже содержит балластный резистор для формирования резистивного делителя напряжения



# Практическое задание №1



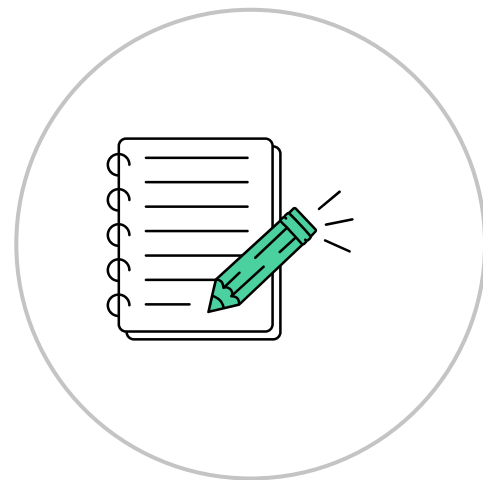
# Практика: измерение температуры с помощью NTC термистора

## Задание:

- 1) соберите схему в симуляторе WOKWI, подключив жидкокристаллический индикатор к выводам 7 - 12, а NTC термистор - к выводу A0;
- 2) создайте скетч с текстом, приведенным выше;
- 3) проведите моделирование работы

**Как выполнять:** напишите в чат об удачной работе схемы

**Время выполнения:** 5 минут





**Ваши вопросы?**

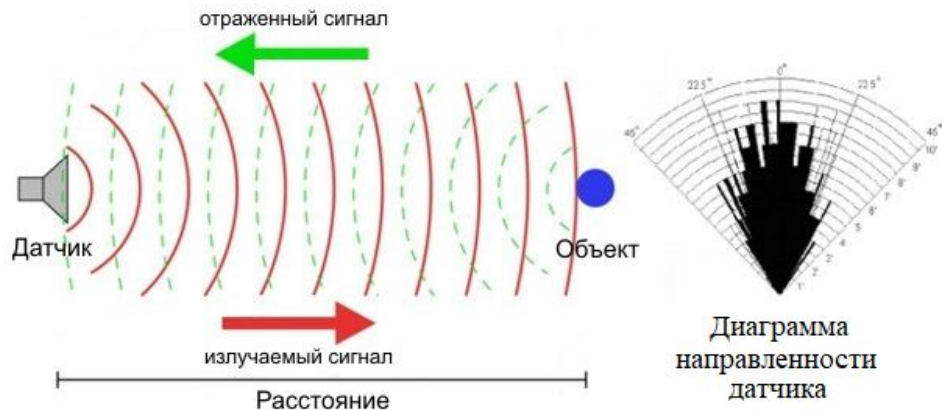
# Как измерять расстояние до препятствий



2

# Принцип работы ультразвукового дальномера

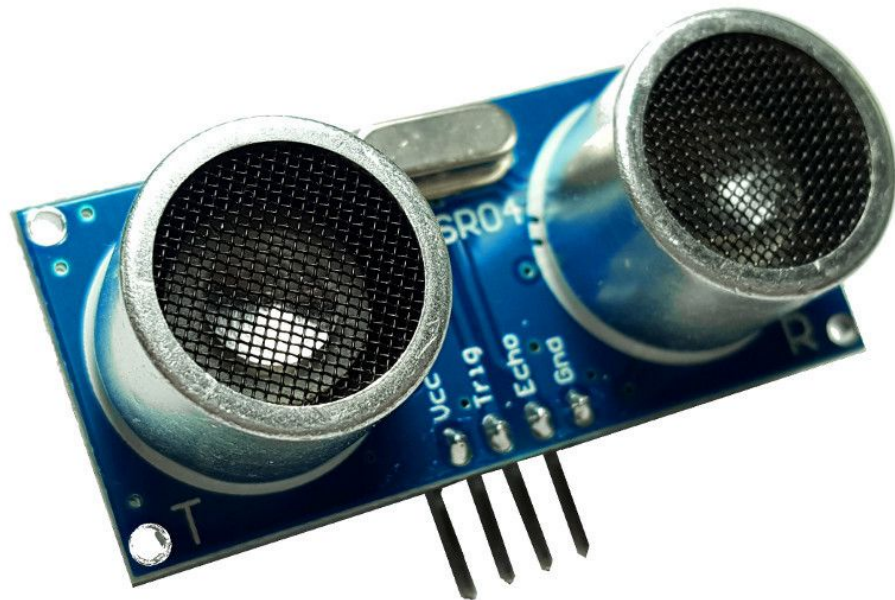
Ультразвуковой датчик генерирует узконаправленный сигнал на частоте около 40 кГц и принимает отраженный сигнал (эхо). По времени распространения звука до объекта и обратно можно определить расстояние до него.



# Ультразвуковой дальномер HC-SR04

Характеристики:

- напряжение питания: 5 В
- потребление в режиме тишины: 2 мА
- потребление при работе: 15 мА
- диапазон расстояний: 2–400 см
- рабочий угол наблюдения: 30°

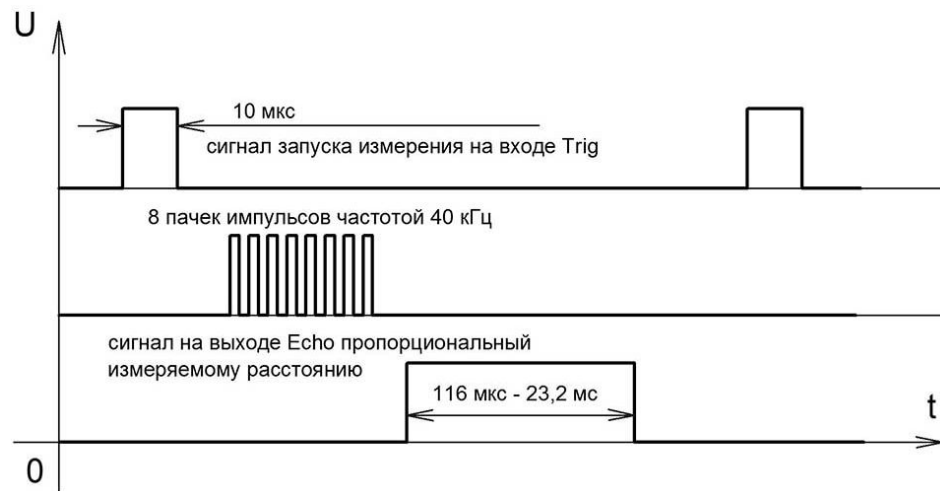




# Работа дальномера HC-SR04

Последовательность действий:

- для инициализации отправки сигнала дальномером, необходимо подать высокий сигнал длительностью 10 мкс на вход Trig;
- после этого модуль генерирует пачку из восьми сигналов частотой 40 кГц и устанавливает высокий уровень на выводе Echo;
- после получения отраженного сигнала модуль устанавливает на выводе Echo низкий уровень.



# Расчет расстояния по показаниям дальномера

Зная продолжительность высокого сигнала на выводе Echo можем вычислить расстояние, умножив время, которое потратил звуковой импульс, прежде чем вернулся к модулю, на скорость распространения звука в воздухе (340 м/с).

Вычислим расстояние переводя скорость из м/с в см/мкс:

$$\text{distance} = \text{duration} * 340 \text{ [м/с]} = \text{duration} * 0,034 \text{ [см/мкс]}$$

Преобразуем десятичную дробь в обыкновенную:

$$\text{distance} = \text{duration} * 1/29 = \text{duration} / 29$$

Принимая во внимание то, что звук преодолел расстояние до объекта и обратно, поделим полученный результат на 2:

$$\text{distance} = \text{duration} / 58$$

# Дополнительные функции ввода/вывода

`unsigned long pulseIn(uint8_t pin, uint8_t state, unsigned long timeout)` — измеряет длительность сигнала на заданном выводе. Функция может измерять сигналы длительностью от 10 микросекунд до 3 минут.

Параметры:

- `pin`: номер порта вход/выхода, на котором будет ожидаться сигнал
- `state`: тип ожидаемого сигнала — HIGH или LOW
- `timeout`: (опционально) время ожидания сигнала (таймаут) в микросекундах; по умолчанию - одна секунда

Возвращаемое значение: длительность сигнала в микросекундах или 0, если сигнал не получен до истечения таймаута

# Использование ультразвукового дальномера

```
// Подключаем библиотеку для работы с LCD
#include <LiquidCrystal.h>

// Инициализируем объект-экран, передаём использованные
LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 9, 8, 7);

float cm;
float inches;

// Функция чтения данных с датчика
long readUltrasonicDistance(int triggerPin, int echoPin)
{
    pinMode(triggerPin, OUTPUT); // сброс Trig
    digitalWrite(triggerPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);

    digitalWrite(triggerPin, HIGH); // установка TRIG на 10 мкс
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(triggerPin, LOW);

    pinMode(echoPin, INPUT); // измерение длительности ECHO
    return pulseIn(echoPin, HIGH);
}
```

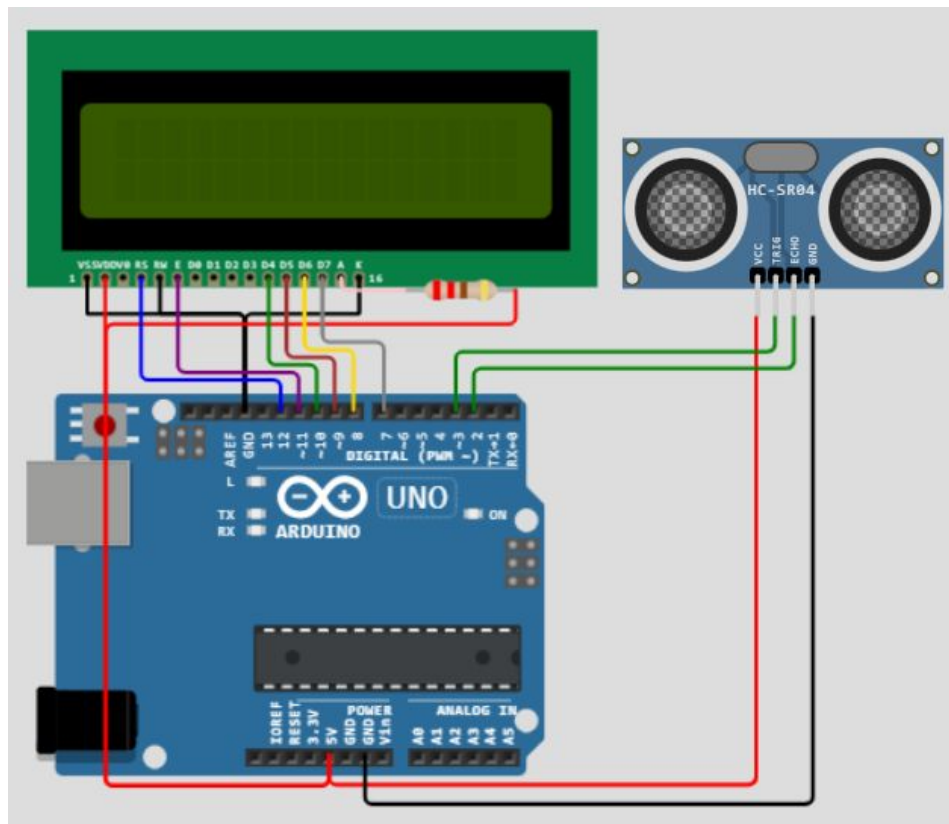
# Использование ультразвукового дальномера

```
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
}

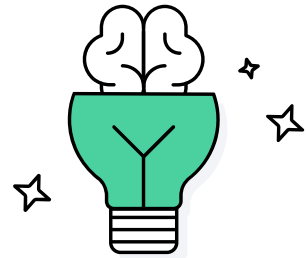
void loop()
{
  cm = readUltrasonicDistance(3, 2)/58;
  inches = (cm / 2.54);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Inches");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.setCursor(12,0);
  lcd.print("cm");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print(inches, 1);
  lcd.setCursor(11,1);
  lcd.print(cm, 1);
  lcd.setCursor(14,1);
  delay(2000);
  lcd.clear();
}
```

# Использование ультразвукового дальномера

Расстояние выводится в сантиметрах и  
дюймах



# Практическое задание №2



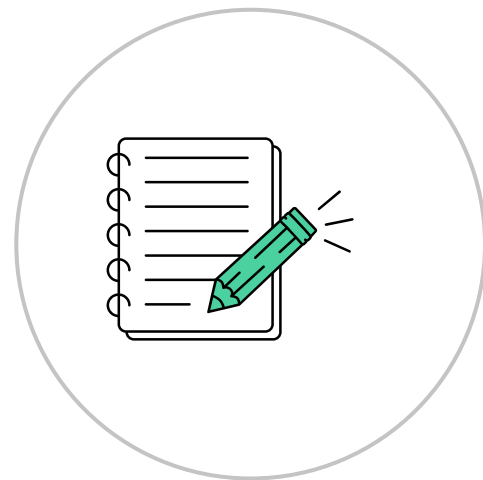
# Практика: использование ультразвукового дальномера

## Задание:

- 1) соберите схему в симуляторе WOKWI, подключив жидкокристаллический индикатор к выводам 7 - 12, а ультразвуковой дальномер - к выводам 2 и 3;
- 2) создайте скетч с текстом, приведенным выше;
- 3) проведите моделирование работы

**Как выполнять:** напишите в чат об удачной работе схемы

**Время выполнения:** 5 минут







**Ваши вопросы?**

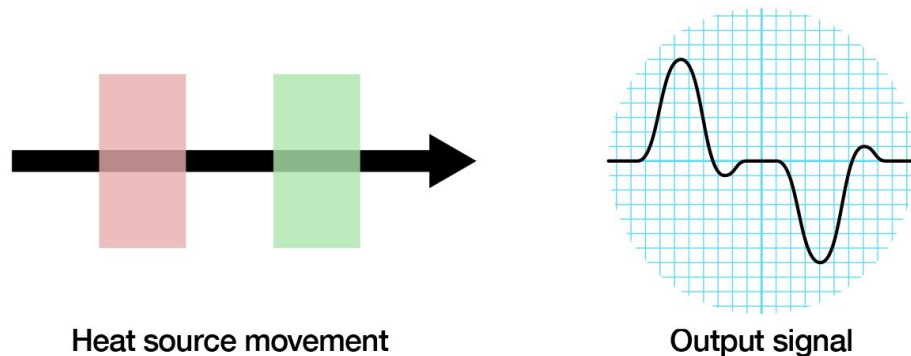
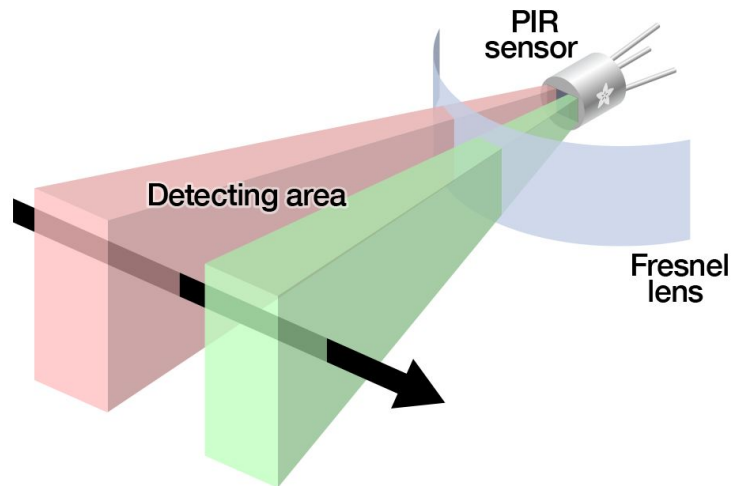
# Как определять движение с помощью пироприемника



3

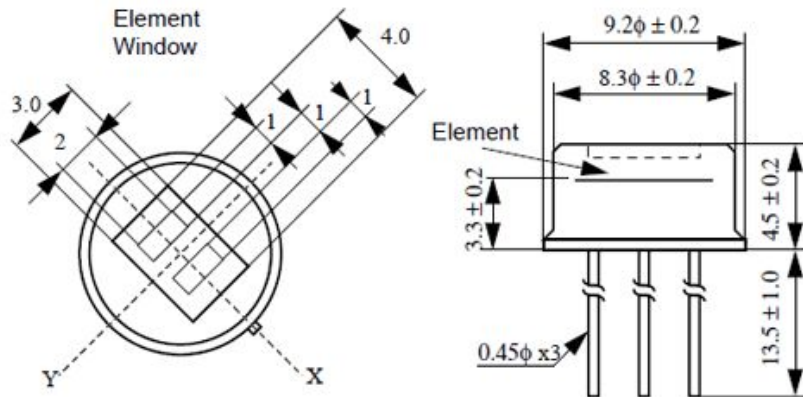
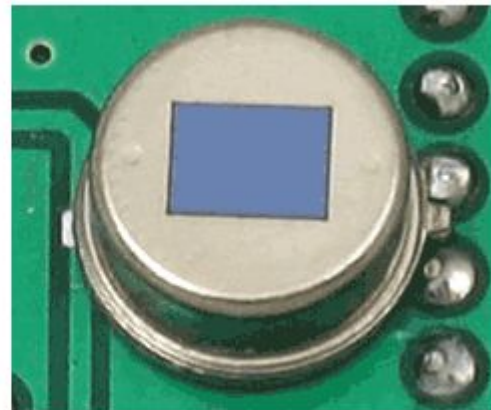
# Принцип работы датчика движения на основе пироприемника

Когда тепловый объект (человек или животное), проходит мимо датчика, он пересекает зону чувствительности первого сенсора, в результате чего на датчике генерируются два различных значения излучения. Когда человек покидает зону чувствительности первого сенсора, значения выравниваются. Изменения в показаниях двух датчиков регистрируются и формируют выход



# Конструкция пироприемника

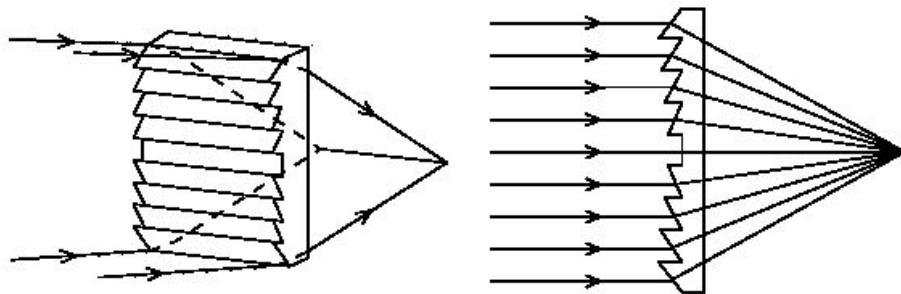
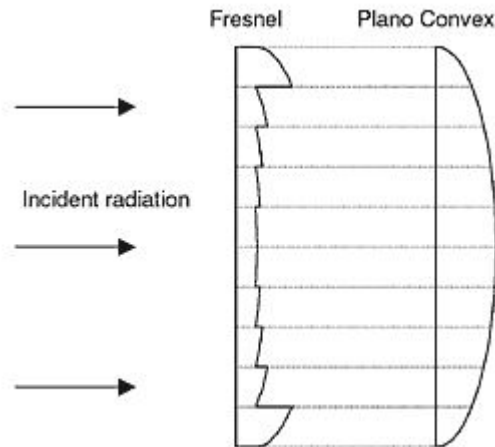
Чувствительные элементы датчика устанавливаются в металлический герметический корпус, который защищает от внешних шумов, перепадов температур и влажности. Прямоугольник в центре сделан из материала, который пропускает инфракрасное излучение. За этой пластиной устанавливаются два чувствительных элемента



# Конструкция линзы

Для уменьшения габаритов в большинстве датчиков движения на основе пироприемников используется линза Френеля.

Линза Френеля, заменяющая сферическую линзу, состоит из концентрических колец, каждое из которых представляет собой участок конической поверхности с криволинейным профилем и является элементом поверхности сплошной линзы



# Модуль пирозлектрического датчика движения

Обычно имеет два режима:

- режим Н — в этом режиме при срабатывании датчика несколько раз подряд на его выходе (OUT) остается высокий логический уровень.
- режим L — в этом режиме на выходе при каждом срабатывании датчика появляется отдельный импульс



# Датчик движения на основе пироприемника

```
const int ledPin = 13;           // выход для светодиода
const int inputPin = 2;          // вход от датчика
int pirState = LOW;              // состояние датчика
int val = 0;                     // переменная для чтения состояния датчика

void setup()
{
    pinMode(ledPin, OUTPUT);      // выход для светодиода
    pinMode(inputPin, INPUT);     // вход для датчика
    Serial.begin(9600);           // дублирование выхода на COM порт
}
```

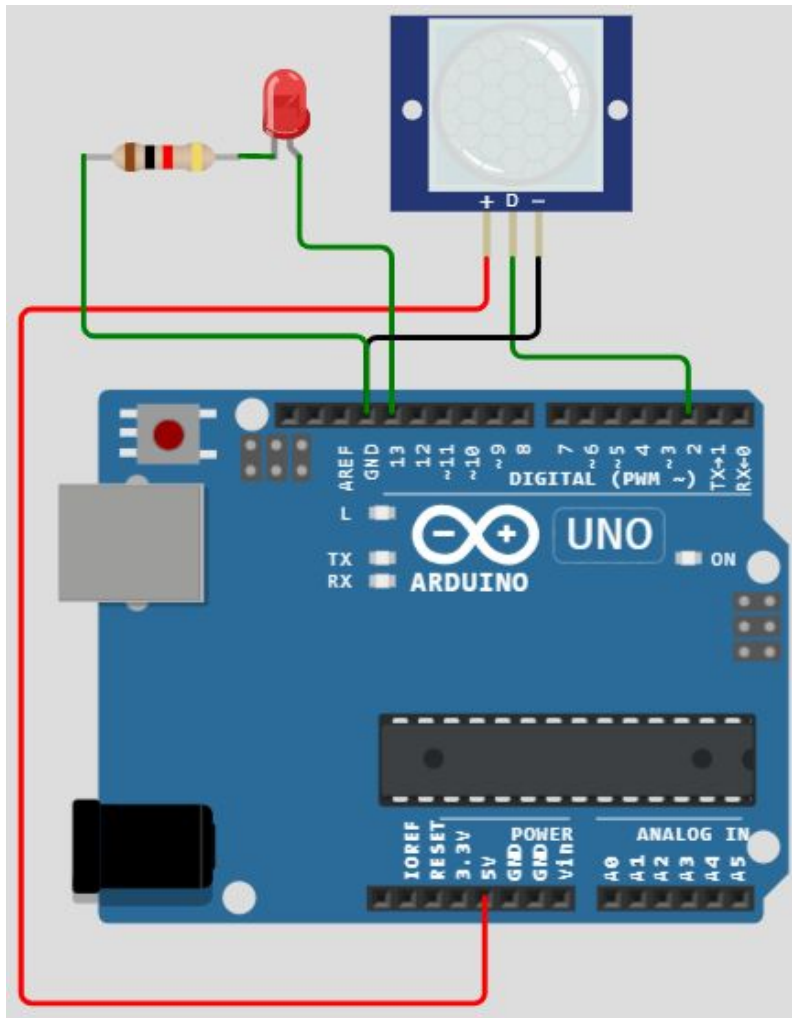
# Датчик движения на основе пироприемника

```
void loop()
{
    val = digitalRead(inputPin);
    if (val == HIGH) // есть сигнал от датчика
    {
        digitalWrite(ledPin, HIGH); // включаем светодиод
        if (pirState == LOW)
        {
            Serial.println("Motion detected!"); // отправляем сообщение только один раз
            pirState = HIGH;
        }
    }
    else
    {
        digitalWrite(ledPin, LOW); // выключаем светодиод
        if (pirState == HIGH)
        {
            Serial.println("Motion ended!"); // отправляем сообщение только один раз
            pirState = LOW;
        }
    }
}
```

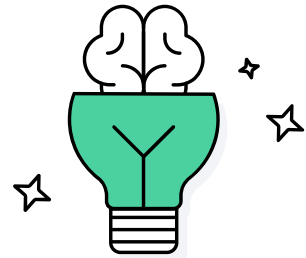


# Датчик движения на основе пироприемника

Наличие движения отображается светодиодом и дополнительно выводится по COM порту



# Практическое задание №3



# Практика: датчик движения на основе пироприемника

## Задание:

- 1) соберите схему в симуляторе WOKWI, выход датчика движения в выводу 2, а светодиод к выводу 13;
- 2) создайте скетч с текстом, приведенным выше;
- 3) проведите моделирование работы

**Как выполнять:** напишите в чат об удачной работе схемы

**Время выполнения:** 5 минут



# Итоги

4

# Итоги занятия

Сегодня мы

- 1 Узнали особенности обработки сигнала с аналогового датчика
- 2 Научились подключать аналоговый датчик температуры и обрабатывать сигнал от него
- 3 Научились подключать ультразвуковой дальномер и обрабатывать сигнал от него
- 4 Научились подключать пирозлектрический датчик движения и обрабатывать сигнал от него



# Домашнее задание

Давайте посмотрим ваше [домашнее задание](#).

- 1 Вопросы по домашней работе задавайте в чате группы
- 2 Задачи можно сдавать по частям
- 3 Зачёт по домашней работе ставят после того, как приняты все задачи



# Задавайте вопросы и пишите отзыв о лекции

Антон Пармонов  
Инженер-программист АСУ ТП

