

## Кейс «Автоматизация физического эксперимента.

### Запись механического движения».

**Оборудование:** элементы универсального набор ОГЭ и ЕГЭ (рельсовые направляющие, тележка легкоподвижная, ступенчатый блок, соединитель направляющей, опоры для направляющей), плата Arduino Uno, датчик расстояния на базе ультразвуковой датчика HC-SR04, беспаячная макетная плата, соединительные провода.

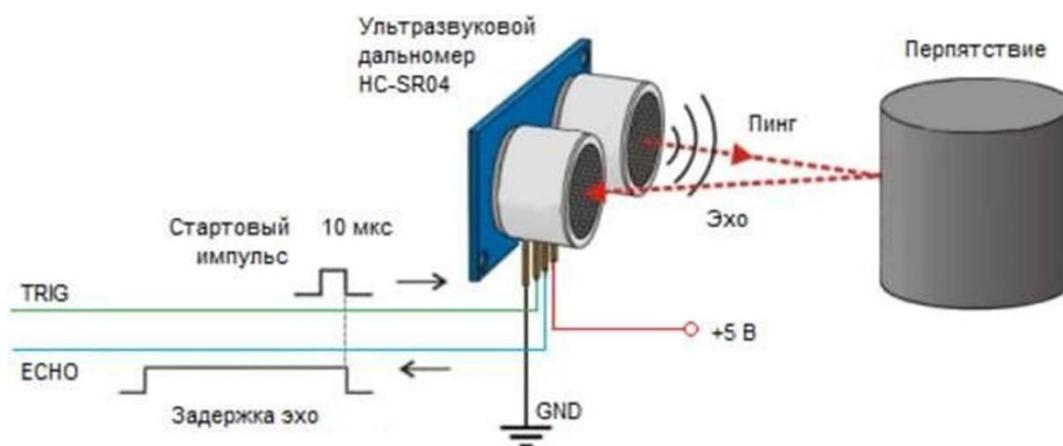
**Программное обеспечение:** Arduino IDE, MS Excel

**Описание:** необходимо разработать и собрать программно-аппаратный комплекс для проведения исследований и лабораторных работ на тему «Механическое движение»

### Часть 1. Теоретическая часть

Основой программно-аппаратного комплекса является плата Arduino Uno и ультразвуковой датчик расстояния (УЗ датчик).

Рассмотрим принцип действия УЗ датчика. Он определяет расстояние до объектов при помощи звуковых импульсов ультразвукового диапазона. Излучатель генерирует звуковые импульсы на частоте 40 кГц, а приёмник «слушает» отраженный от препятствия сигнал, эхо.



По времени распространения звуковой волны до препятствия и обратно можно однозначно определить расстояние до объекта. Выведем формулу:

$$S = v_{\text{звука}} * t$$

Скорость звука – табличное значение. Но важно помнить, что эта величина определяется упругостью и плотностью среды, а также зависит от температуры.

В случае если газ является идеальным, то для вычисления значения скорости звука в нём можно воспользоваться формулой:

$$v_{\text{звука}} = \sqrt{\frac{\gamma * R * T}{M}}$$

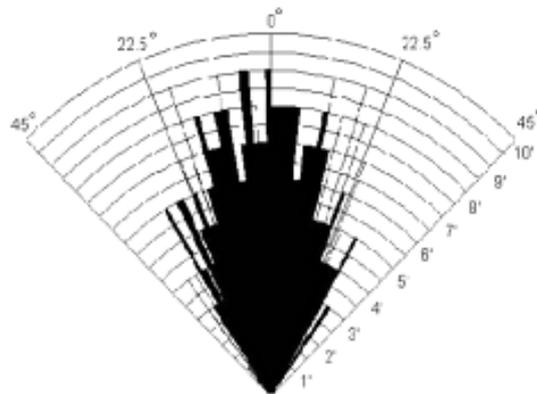
$\gamma$  – показатель адиабаты;

$R$  – универсальная газовая постоянная;

$T$  – термодинамическая температура;

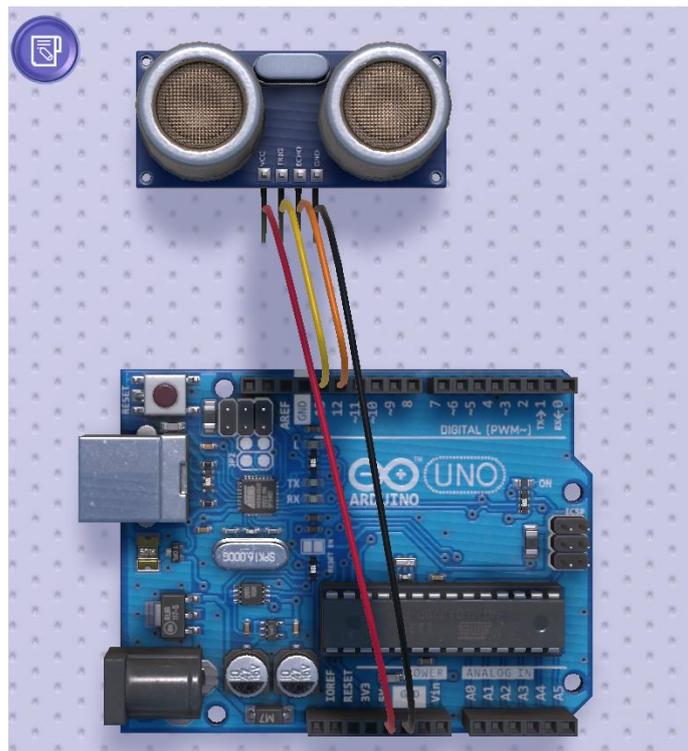
$M$  – молярная масса газа;

При использовании датчика необходимо учитывать его диаграмму направленности и «мертвые зоны» сигнала



## Часть 2. Сборка электрической цепи

Соберите электрическую цепь, изображенную на рисунке ниже.



### Часть 3. Программирование

Программный код, позволяющий определить расстояние от датчика до объекта и вывести измеренное значение в монитор порта, выглядит следующим образом:

```
// Укажем, что к каким пинам подключено и объявим переменные, отвечающие за время
распространения звука и расстояние
int trigPin = 13;
int echoPin = 12;
float duration, distance;

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
}

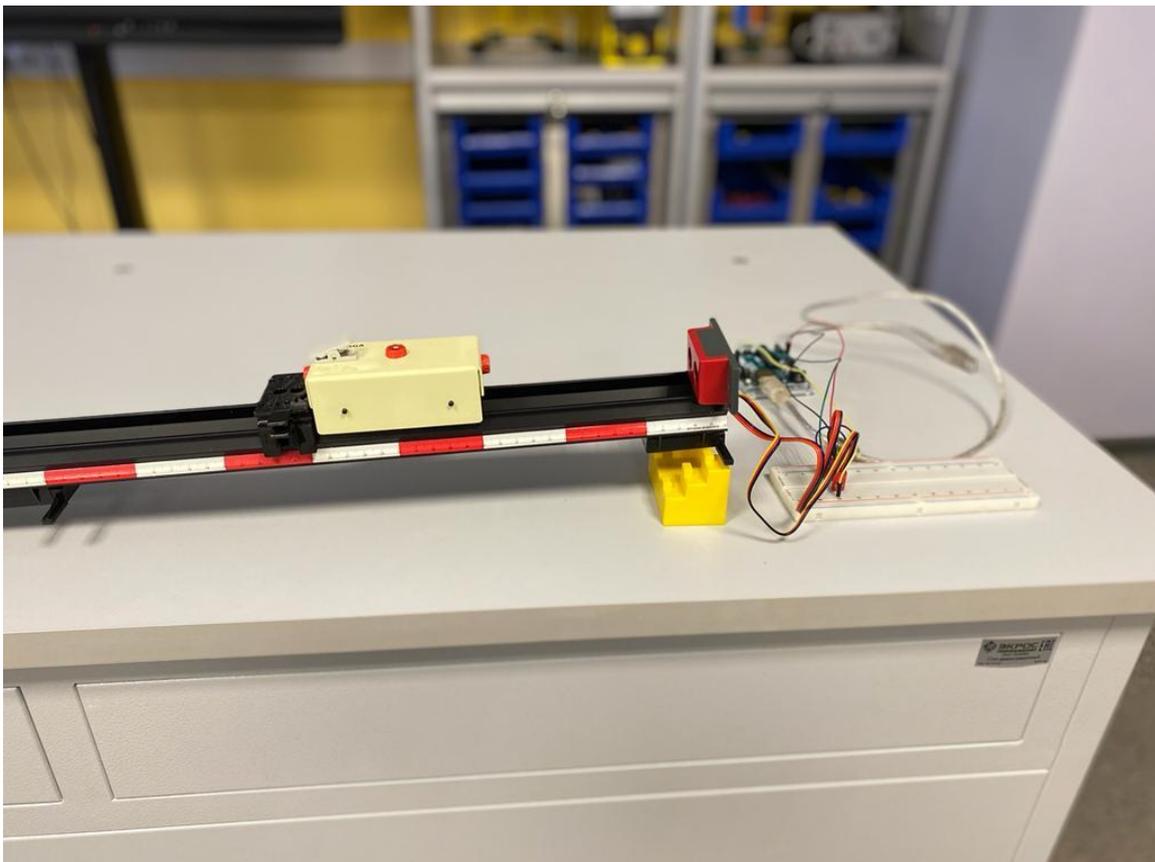
void loop() {
  // Установим высокий уровень на пине Trig
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  // Подождем 10 мкс
  delay(0.01);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Узнаем длительность высокого сигнала на пине Echo
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  // Рассчитаем расстояние
  distance = duration /58;
  /*деление на 58 учитывает скорость распространения звука в воздухе в см/мкс и
  прохождение звуковым импульсом расстояния "до препятствия и обратно"*/
  // Выведем значение расстояния в Serial Monitor
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" см");
  delay(100);
}
```

### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Измените программный код таким образом, чтобы выводилось время с момента запуска программного кода.
2. Измените программный код таким образом, чтобы учитывалась зависимость скорости звука от температуры воздуха.
3. Найдите информацию на тему «Фильтрация сигнала. Программные фильтры». Напишите функцию для фильтрации времени распространения звука, на основе вычисления среднего скользящего.

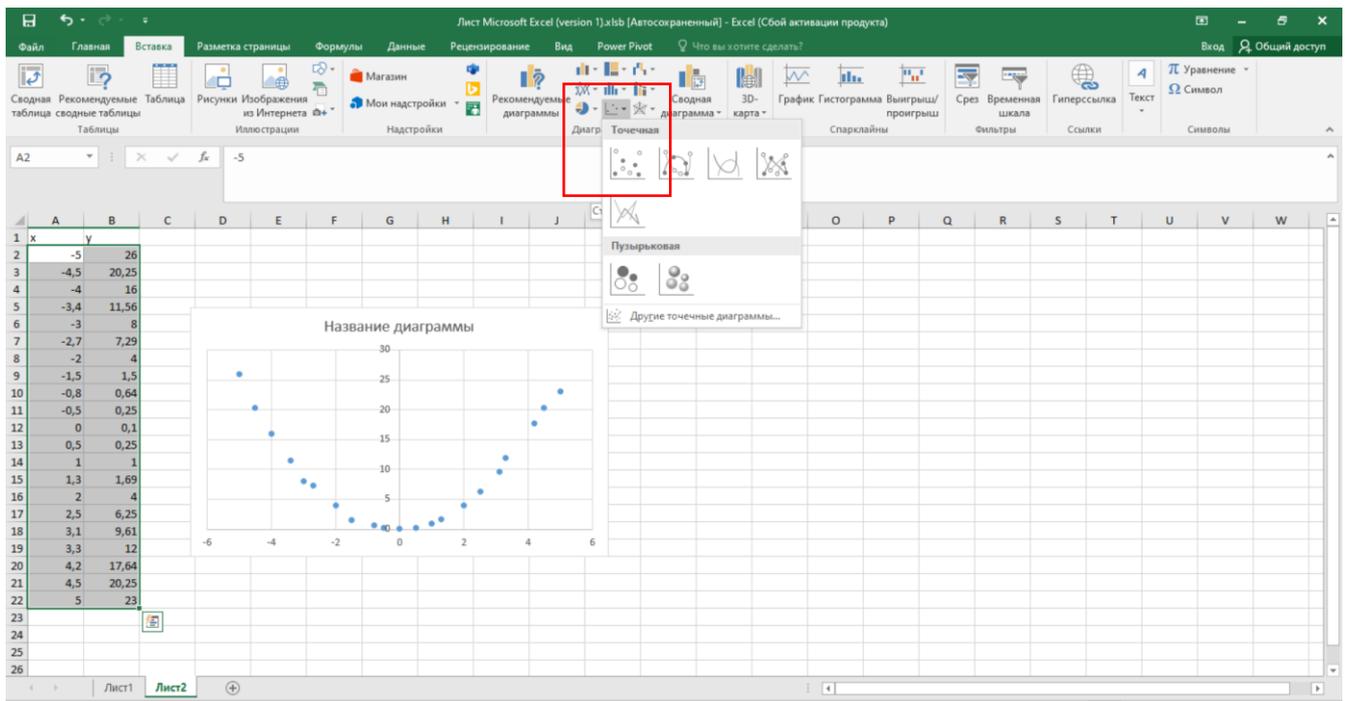
### **Часть 3. Проведение исследования**

Используя созданный программно-аппаратный комплекс предложите способ и проведите исследование зависимости координаты тела от времени в случае равноускоренного движения. Для этого соберите экспериментальную установку, изображённую на рисунке.

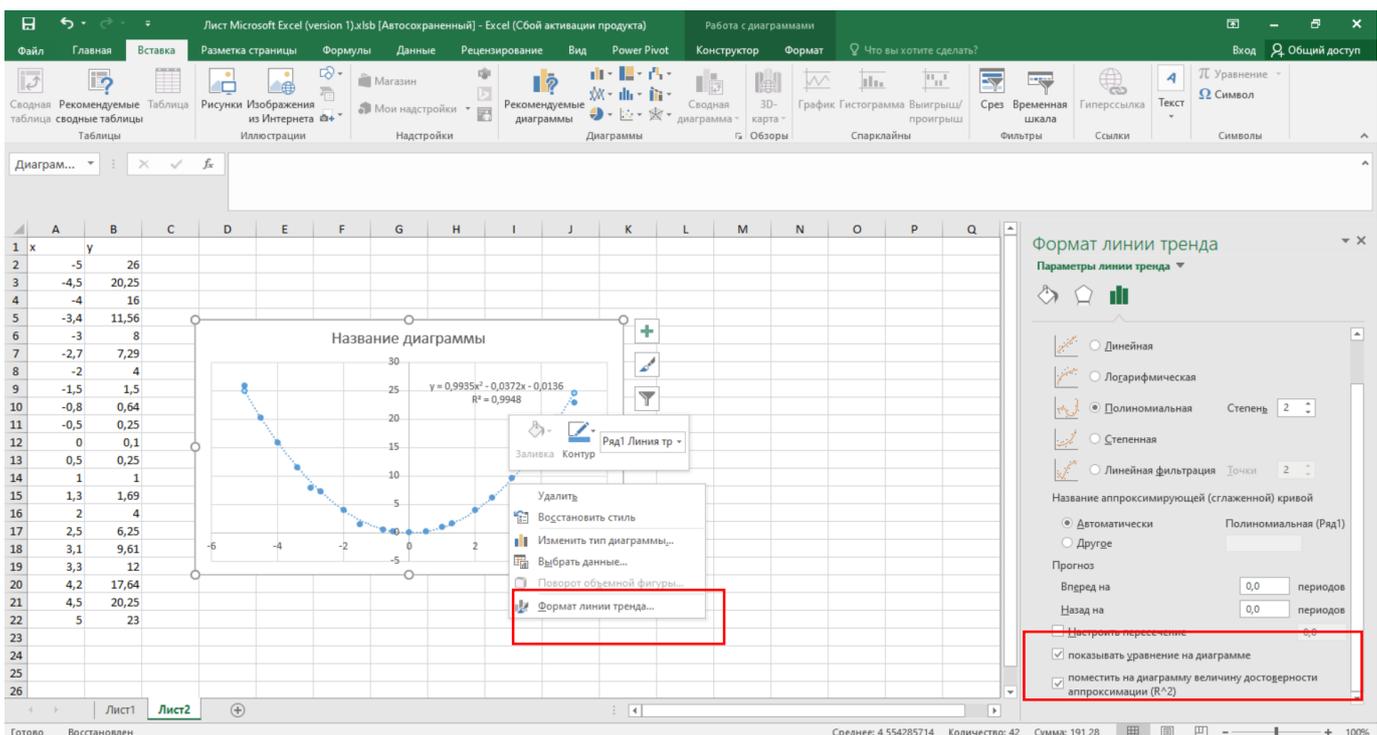


### **Часть 4. Обработка экспериментальных данных**

Для обработки данных, полученных в ходе эксперимента можно использовать табличный процессор MS Excel. Для этого в него необходимо внести данные и, используя «**Диаграммы**» - «**Точечная**», нанести экспериментальные точки на координатную плоскость.



Для получения вида зависимости и вывода уравнения можно воспользоваться инструментом «Линия тренда»:



### Задание для самостоятельной работы:

1. Выгрузите данные из монитора порта в MS Excel в необходимом формате и получите уравнение зависимости координаты тела от времени. Определите ускорение и сравните его с теоретическим значением ускорения. Ускорение, с которым движется тело вдоль наклонной плоскости (угол наклона  $\alpha$ ), может быть вычислено по формуле:

$$a = g * \sin(\alpha)$$

2. Выгрузите данные из монитора порта в MS Excel в необходимом формате и получите уравнение зависимости координаты тела от времени, используя метод наименьших квадратов. Определите ускорение и сравните его с теоретическим значением ускорения.
3. Напишите программный код, который вычисляет значение ускорения, используя метод наименьших квадратов.