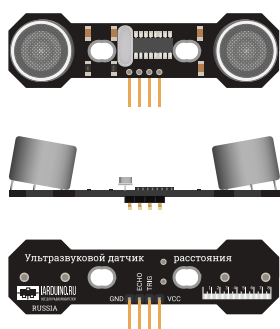
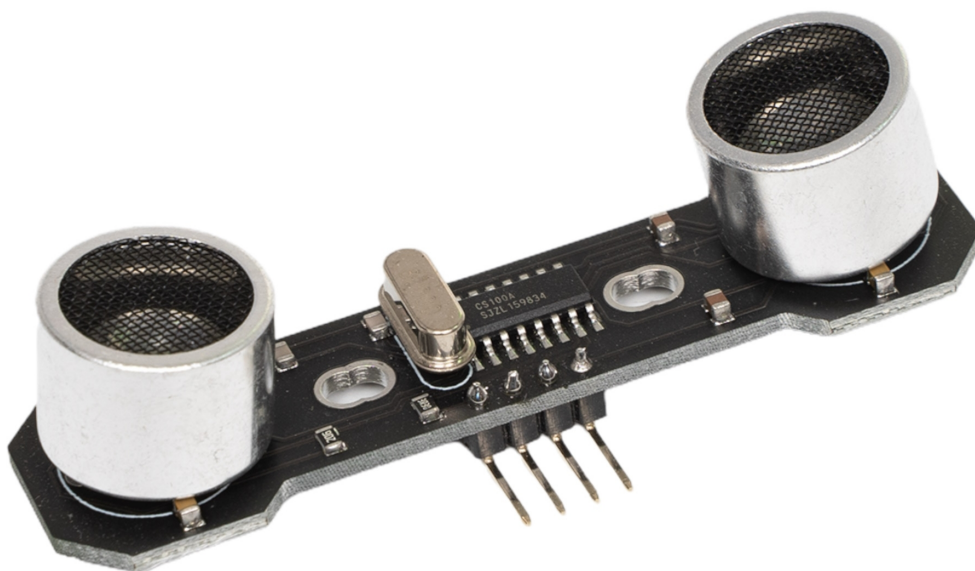


Ультразвуковой дальномер Roborace HC-SR04: руководство по использованию



[Ультразвуковой датчик расстояния Roborace HC-SR04](#) поможет мобильным роботам определять расстояния до объектов, объезжать препятствия и строить карту помещения. Дальномер также выступит в роли сенсора уровня воды, детектора движения или триггерам в охранных системах.

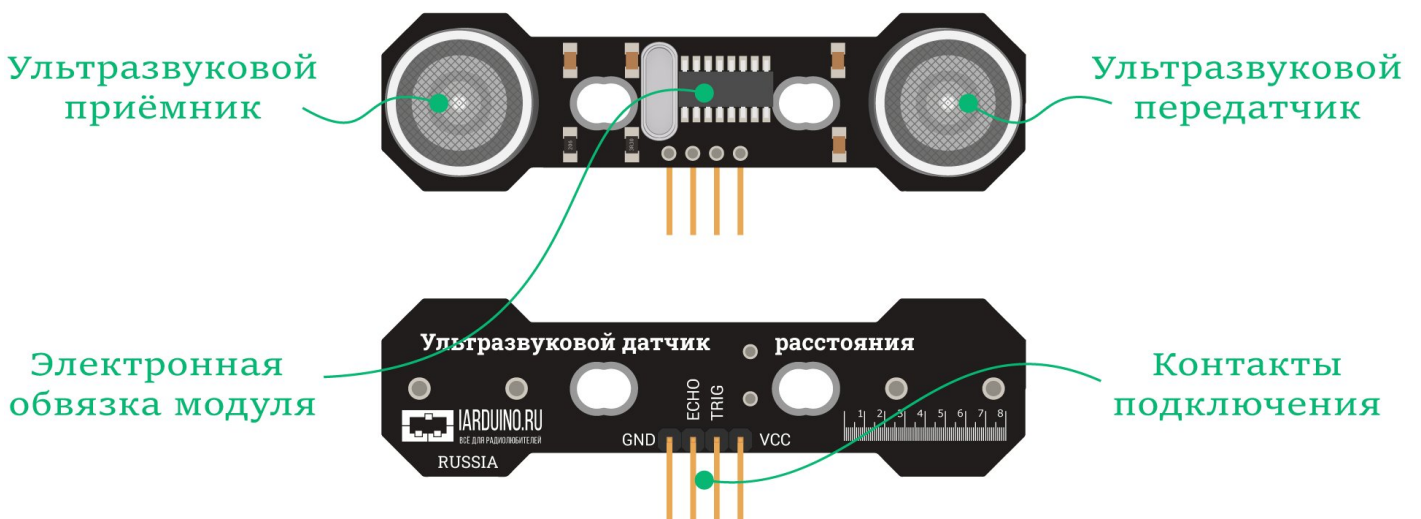


Общие сведения

Ультразвуковой дальномер измеряет расстояние между датчиком и объектом с помощью эхолокации. Передатчик излучает ультразвуковую волну на частоте, неуловимой человеческим слухом. Достигая препятствие, сигнал отражается и возвращается на эхо-приёмник. Зная время, за которое звук проходит от передатчика до приемника, рассчитывается расстояние до объекта.



Элементы платы



Ультразвуковой передатчик и приёмник

На модуле расположена пара [ультразвуковых преобразователей сигналов](#).

- Передатчик (Transmitter) **AW8T40-160A00** предназначен для передачи ультразвуковых волн в окружающее пространство.
- Приёмник (Receive) **AW8R40-160A00** предназначен для приёма отраженных ультразвуковых волн от предметов окружающего мира.

Ультразвуковой передатчик и приемник подключены к электронной обвязки модуля.

Электронная обвязка модуля

Электронная обвязка модуля выполнена на чипе **CS100**, который объединяет ультразвуковую схему передачи, ультразвуковую схему приёма и схему цифровой обработки. Для работы **CS100**

необходим кварцевый резонатор 8 МГц, также обвязка из конденсаторов и резисторов.

Контакты подключения

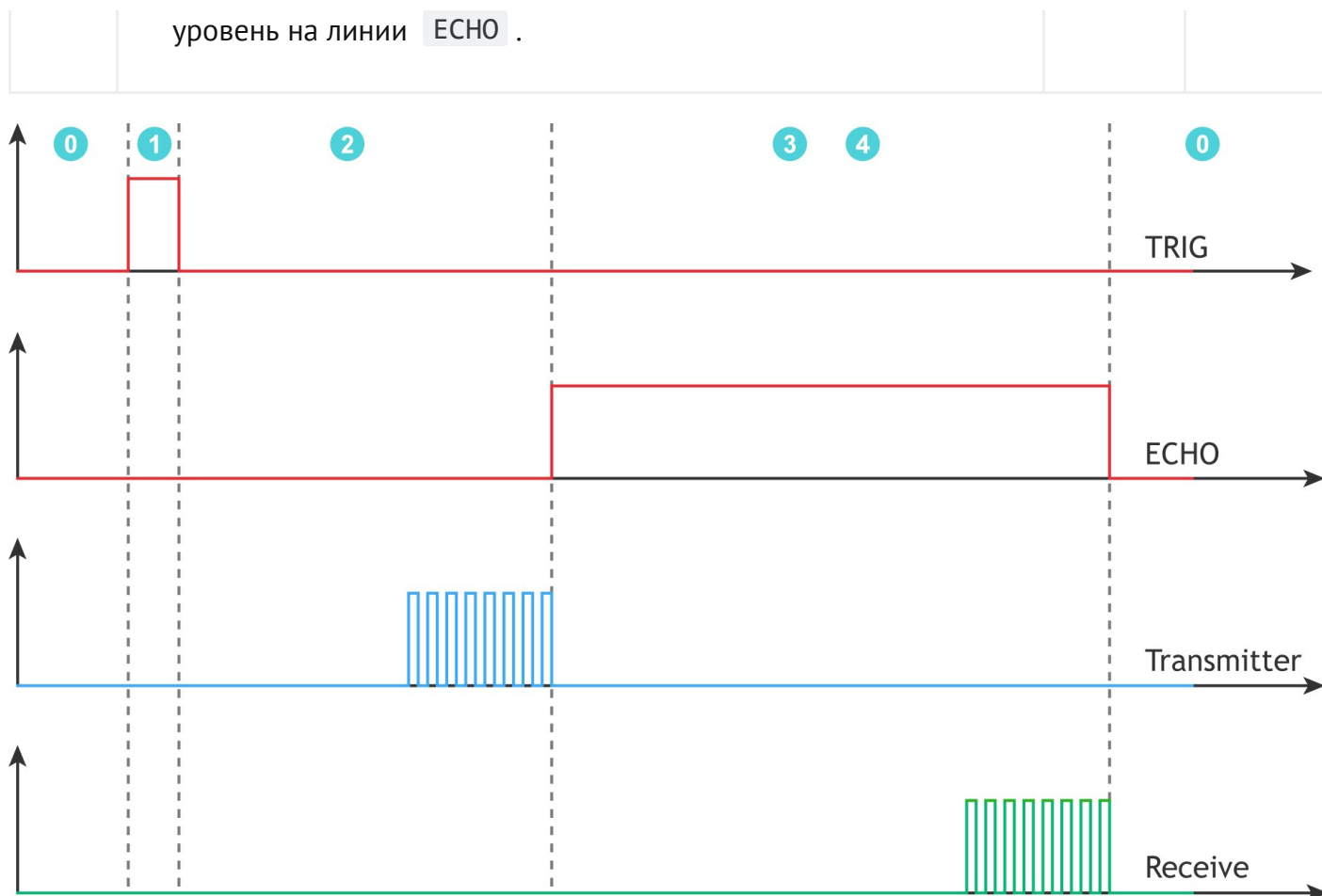
Датчик расстояния подключается к управляющей электронике через группу из четырёх контактов.

Контакт	Функция	Подключение
GND	Земля	Подключите к земле микроконтроллера.
ECHO	Контакт приёма сигнала	Подключите к пину ввода-вывода микроконтроллера.
TRIG	Контакт отправки сигнала	Подключите к пину ввода-вывода микроконтроллера.
VCC	Питание	Подключите к питанию микроконтроллера.

Подробности работы

Давайте ещё раз более детально рассмотрим принцип работы ультразвукового дальномера.

Фаза	Действие	Линия	Линия
		TRIG	ECHO
0	Датчик в режиме ожидания.	0	0
1	Подайте стартовый импульс с внешнего контроллера на линию TRIG длительностью 10 мкс.	1	0
2	Датчик в режиме посылки звуковой волны. Через 250 мкс датчик сгенерирует восемь импульсов на ультразвуковой передатчик (Transmitter).	0	0
3	Датчик в режиме приёма звуковой волны. По спаду последнего из восьми сгенерированных импульсов на передатчик, датчик устанавливает высокий уровень на линии ECHO и входит в режим приёма получения отраженной волны на ультразвуковой приёмник (Receive).	0	1
4	Датчик в режиме приёма звуковой волны. <ul style="list-style-type: none">Если отражённая волна пришла на приёмник (Receive): после получения последнего импульса волны, датчик переходит в режим ожидания и устанавливает низкий уровень на линии ECHO. Время наличия высокого уровня на линии ECHO равно времени прохождения ультразвуковой волны от датчика до препятствия и обратно.Если в течении 38 мс датчик не принял отраженную волну: датчик переходит в режим ожидания и устанавливает высокий	0	1



Рекомендуется выдерживать паузу не менее 50 мс между двумя измерениями, т.к. отражённая волна первого измерения может отразиться от удалённых объектов и стать причиной искажения результатов второго измерения.

Но вы можете не задумываться о временных рамках, мы написали различные [библиотеки для упрощения работы с датчиком](#).

А для фанатов физики, мы подготовили [подробный Datasheet с уравнениями и формулами](#).

Примеры работы с Arduino

Библиотеки

Для поиска расстояния до объекта, необходимо вручную посылать и контролировать время отклика импульса. Но вы можете не задумываться о временных рамках, мы написали целых три библиотеки для упрощения работы с датчиком. Каждая библиотека имеет преимущества и недостатки.

[Библиотека iarduino_HC_SR04](#)

Посылка и приём импульсов происходит программно.

- Преимущества:
 - Совместимость со всеми платами Arduino.
 - Дальномер можно подключать к любым выводам Arduino.
- Недостатки:
 - Библиотека ждёт ответа от датчика, который может длиться до 38 мс.

[Библиотека `iarduino_HC_SR04_tmr`](#)

Посылка и приём импульсов происходит через аппаратный таймер — `Timer2` .

- Преимущество:
 - Библиотека не ждёт ответа от датчика, который может длиться до 38 мс.
- Недостатки:
 - Совместимость только с платами Arduino с ядром AVR: Uno, Leonardo, Mega, Nano и их аналоги.
 - Нельзя использовать ШИМ на контактах: `3` и `11`
 - Нельзя подключить более четырёх дальномеров.
 - Нельзя работать с библиотеками которые так же используют аппаратный таймер — `Timer2` .

[Библиотека `iarduino_HC_SR04_int`](#)

Посылка и приём импульсов происходит через аппаратные прерывания.

- Преимущество:
 - Библиотека не ждёт ответа от датчика, который может длиться до 38 мс.
- Недостатки:
 - Совместимость только с платами Arduino, которые поддерживают прерывания.
 - Контакт `ECHO` нужно подключать только к тем выводам Arduino, которые поддерживают внешние прерывания. Контакт `TRIG` можно подключать к любому выводу Arduino.
 - Количество подключаемых датчиков ограничено количеством выводов с прерыванием.

На каждой плате распиновка и количество прерываний отличается между собой. Для справки [читайте официальную документацию от производителя](#).

Рассмотрим по одному примеру для каждой библиотеки.

Пример работы с `iarduino_HC_SR04`

Библиотека `iarduino_HC_SR04` позволяет использовать любые платы Arduino. Для примера возьмём контроллер [Arduino Uno](#).

Что понадобится

- 1× [Arduino Uno](#)
- 1× [Дальномер Roborace HC-SR04](#)
- 1× [Соединительные провода «папа-мама»](#)
- 1× [Кабель USB](#)

Рекомендуем также обратить внимание на дополнительные расширения:

- [Trema Shield](#) поможет подключить дальномер к Arduino с помощью [соединительных проводов «мама-мама»](#).
- [ICSP-переходник](#) поможет подключить дальномер к Arduino без проводов вовсе.

Схема устройства

Библиотека `iarduino_HC_SR04` позволяет использовать для коммуникации с дальномером любые пины ввода-вывода. Для примера повесим контакты датчика расстояния `TRIG` и `ECHO` на пины контроллера `12` и `11`.

```
// Назначаем пины датчика расстояния
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_TRIG = 12;
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_ECHO = 11;
```

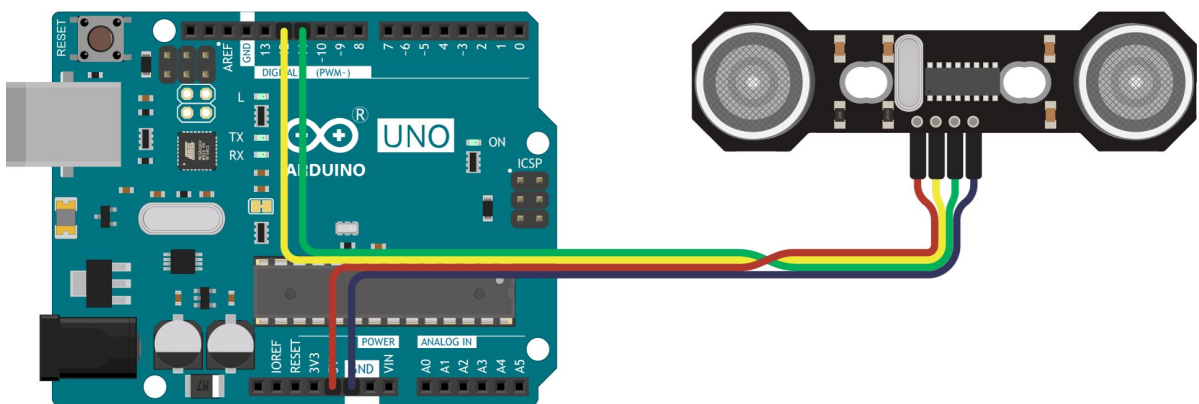


Схема устройства с Trema Shield

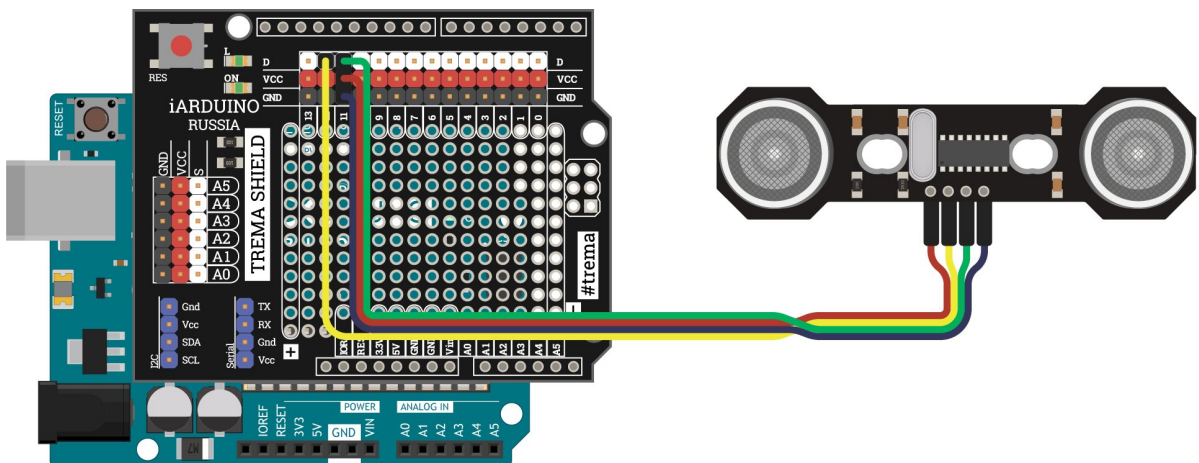
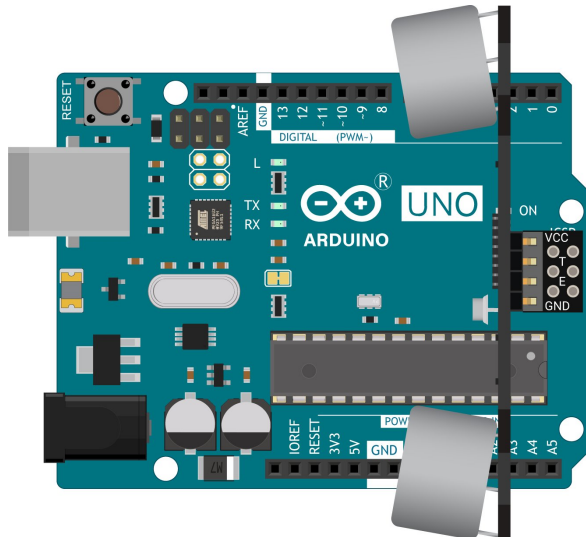


Схема устройства через ICSP-переходник

При коммуникации дальномера через ICSP-переходник, используйте инициализацию пинов ECHO и TRIG приведённую ниже. Все подробности [мы описали в отдельной статье по ICSP-переходнику](#).

```
// Назначаем пины датчика расстояния
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_TRIG = PIN_SPI_MISO;
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_ECHO = PIN_SPI_MOSI;
```



Программная настройка

- [Скачайте и настройте Arduino IDE.](#)
- [Скачайте и установите библиотеку iarduino_HC_SR04.](#)

Программный код

```
// Библиотека для работы с дальномером
#include <iarduino_HC_SR04.h>

// Назначаем пины датчика расстояния
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_TRIG = 12;
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_ECHO = 11;

// Создаем объект для работы с дальномером
// и передаем в него пины TRIG и ECHO
iarduino_HC_SR04 sensor(PIN_SENSOR_TRIG, PIN_SENSOR_ECHO);

void setup(){
    // Открываем Serial-порт
    Serial.begin(9600);
}
```

```

void loop(){
  // Вычисляем расстояние до объекта
  int sensorDistance = sensor.distance();
  // Выводим расстояние в Serial-порт
  Serial.print(sensorDistance);
  Serial.println(" cm");
  // Ждём 100 мс
  delay(100);
}

```

Результат работы

После прошивки устройства, дальномер будем считывать расстояние до преграды и выводить в консоль.

Пример работы с `iarduino_HC_SR04_tmr`

Библиотека `iarduino_HC_SR04_tmr` позволяет использовать только Arduino с ядром AVR. Для примера возьмём контроллер [Arduino Uno](#).

Что понадобится

- 1× [Arduino Uno](#)
- 1× [Дальномер Roborace HC-SR04](#)
- 1× [Соединительные провода «папа-мама»](#)
- 1× [Кабель USB](#)

Рекомендуем также обратить внимание на дополнительные расширения:

- [Trema Shield](#) поможет подключить дальномер к Arduino с помощью [соединительных проводов «мама-мама»](#).
- [ICSP-переходник](#) поможет подключить дальномер к Arduino без проводов вовсе.

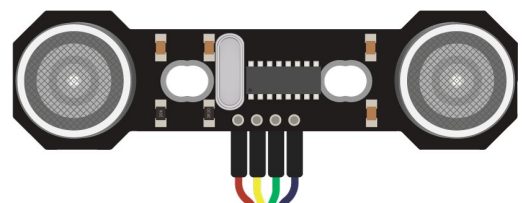
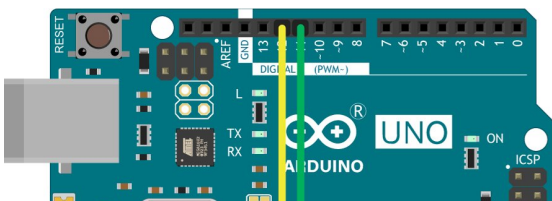
Схема устройства

Библиотека `iarduino_HC_SR04_tmr` позволяет использовать для коммуникации с дальномером любые пины ввода-вывода. Для примера повесим контакты датчика расстояния `TRIG` и `ECHO` на пины контроллера `12` и `11`.

```

// Назначаем пины датчика расстояния
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_TRIG = 12;
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_ECHO = 11;

```



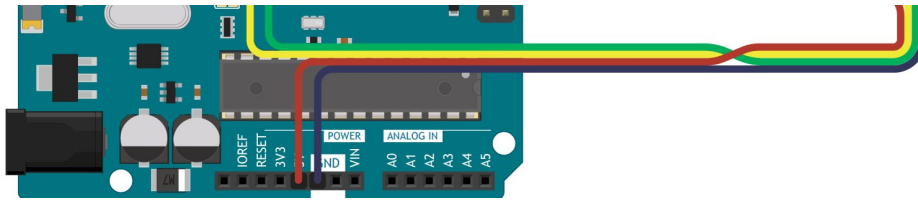


Схема устройства с Trema Shield

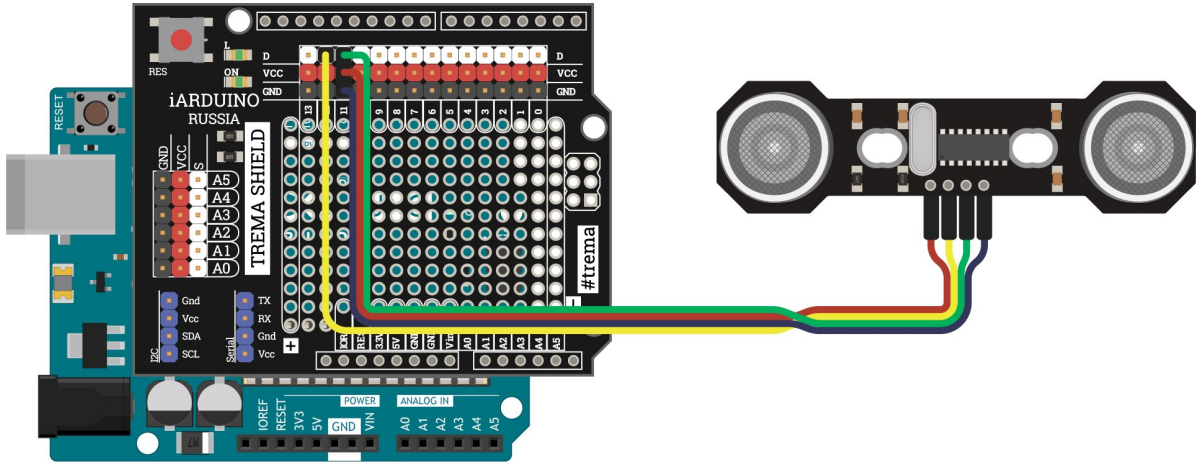
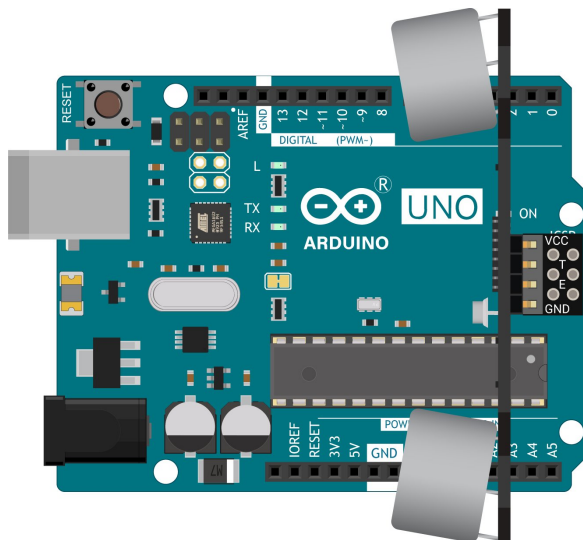


Схема устройства через ICSP-переходник

При коммуникации дальномера через ICSP-переходник, используйте инициализацию пинов `ECHO` и `TRIG` приведённую ниже. Все подробности [мы описали в отдельной статье по ICSP-переходнику](#).

```
// Назначаем пины датчика расстояния
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_TRIG = PIN_SPI_MISO;
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_ECHO = PIN_SPI_MOSI;
```



Программная настройка

- [Скачайте и настройте Arduino IDE.](#)
- [Скачайте и установите библиотеку iarduino_HC_SR04_tmr.](#)

Программный код

```
// Библиотека для работы с дальномером
#include <iarduino_HC_SR04_tmr.h>

// Назначаем пины датчика расстояния
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_TRIG = 12;
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_ECHO = 11;

// Создаем объект для работы с дальномером
// и передаем в него пины TRIG и ECHO
iarduino_HC_SR04_tmr sensor(PIN_SENSOR_TRIG, PIN_SENSOR_ECHO);

void setup(){
  // Открываем Serial-порт
  Serial.begin(9600);
  // Иницилируем работу с датчиком
  sensor.begin();
}

void loop(){
  // Вычисляем расстояние до объекта
  int sensorDistance = sensor.distance();
  // Выводим расстояние в Serial-порт
  Serial.print(sensorDistance);
  Serial.println(" cm");
  // Ждём 100 мс
  delay(100);
}
```

Результат работы

После прошивки устройства, дальномер будем считывать расстояние до преграды и выводить в консоль.

Пример работы с iarduino_HC_SR04_int

Библиотека `iarduino_HC_SR04_int` позволяет использовать платы Arduino с поддержкой внешних прерываний. Для примера возьмём контроллер [Arduino Uno](#).

Что понадобится

- 1× [Arduino Uno](#)
- 1× [Дальномер Roborace HC-SR04](#)
- 1× [Соединительные провода «папа-мама»](#)
- 1× [Кабель USB](#)

Рекомендуем также обратить внимание на дополнительную плату расширения [Trema Shield](#),

которая поможет подключить датчик к Arduino с помощью [соединительных проводов «мама-мама»](#).

Схема устройства

Библиотека `iarduino_HC_SR04_int` позволяет на пин `TRIG` вешать любой контакт ввода-вывода, а на пин `ECHO` требует контакт с поддержкой внешнего прерывания. Для примера повесим контакты датчика расстояния `TRIG` и `ECHO` на пины контроллера `3` и `2`.

```
// Назначаем пины датчика расстояния
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_TRIG = 3;
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_ECHO = 2;
```

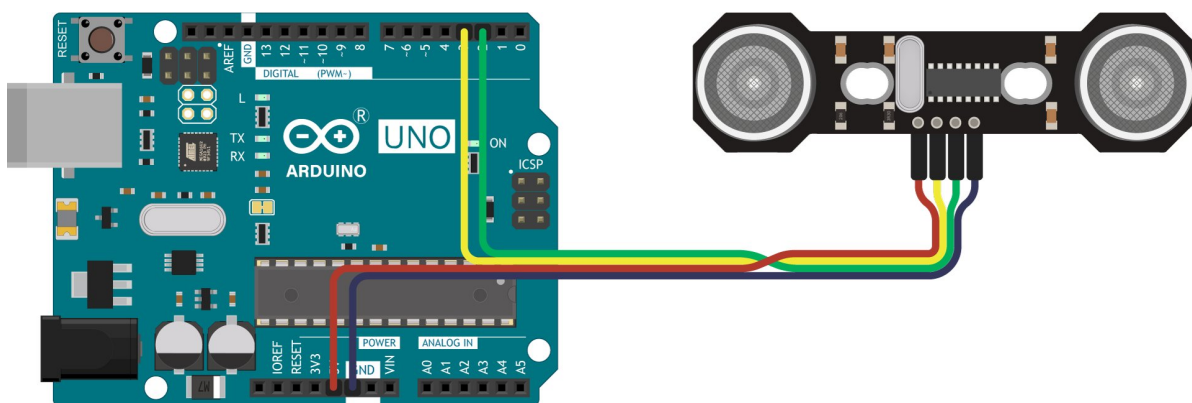
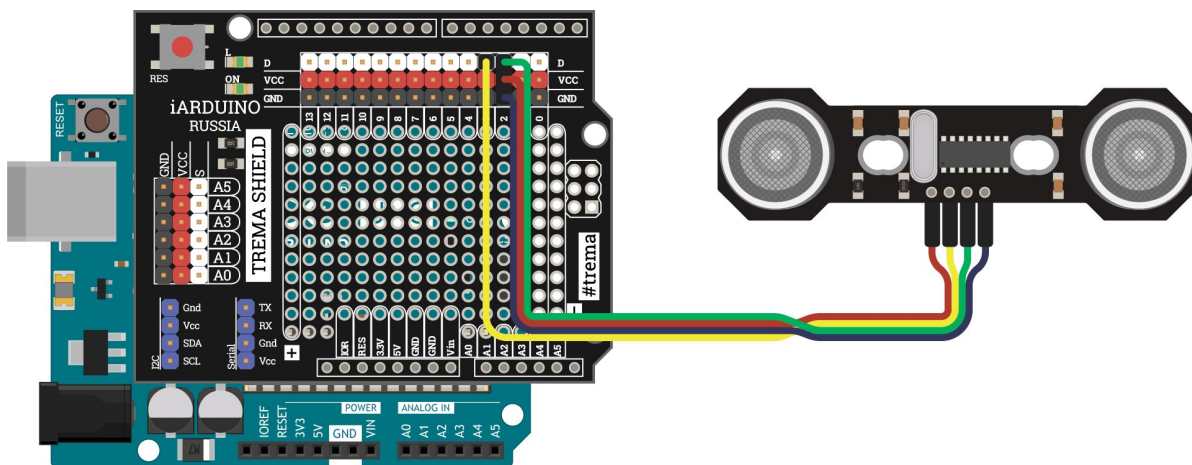


Схема устройства с Trema Shield



Программная настройка

- [Скачайте и настройте Arduino IDE.](#)
- [Скачайте и установите библиотеку `iarduino_HC_SR04_int`.](#)

Программный код

```
// Библиотека для работы с датчиком
#include <iarduino_HC_SR04_int.h>
```

```

// Назначаем пины датчика расстояния
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_TRIG = 3;
constexpr uint8_t PIN_SENSOR_ECHO = 2;

// Создаем объект для работы с дальномером
// и передаем в него пины TRIG и ECHO
iarduino_HC_SR04_int sensor(PIN_SENSOR_TRIG, PIN_SENSOR_ECHO);

void setup(){
  // Открываем Serial-порт
  Serial.begin(9600);
}

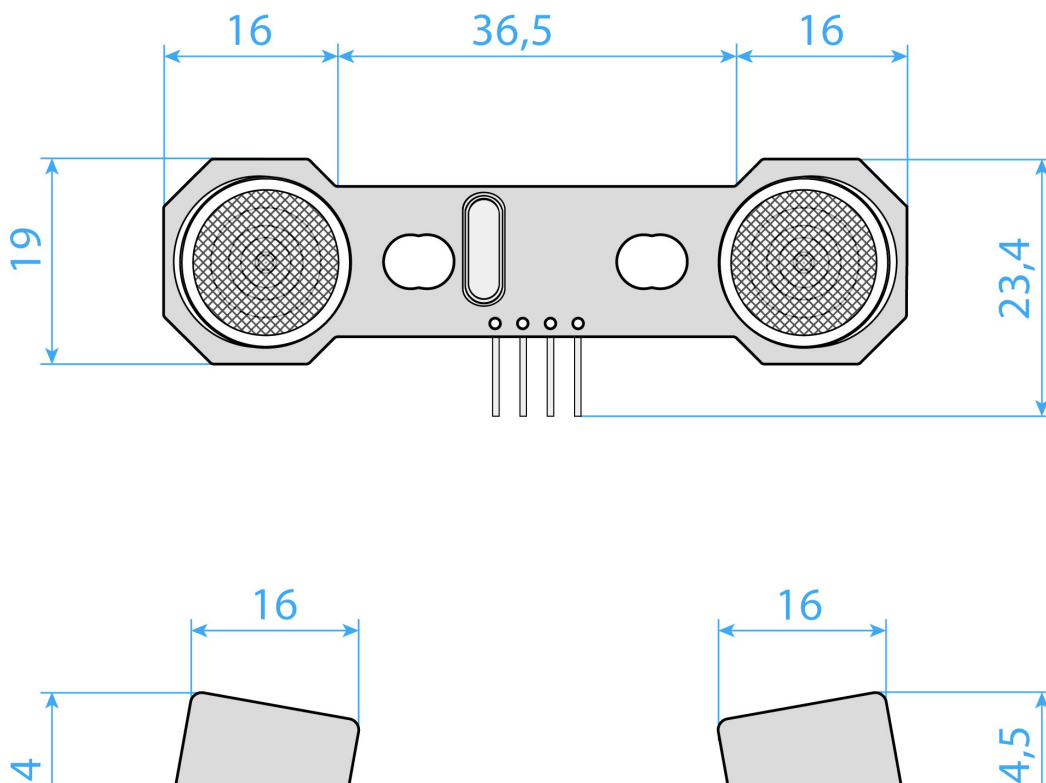
void loop(){
  // Вычисляем расстояние до объекта
  int sensorDistance = sensor.distance();
  // Выводим расстояние в Serial-порт
  Serial.print(sensorDistance);
  Serial.println(" cm");
  // Ждём 100 мс
  delay(100);
}

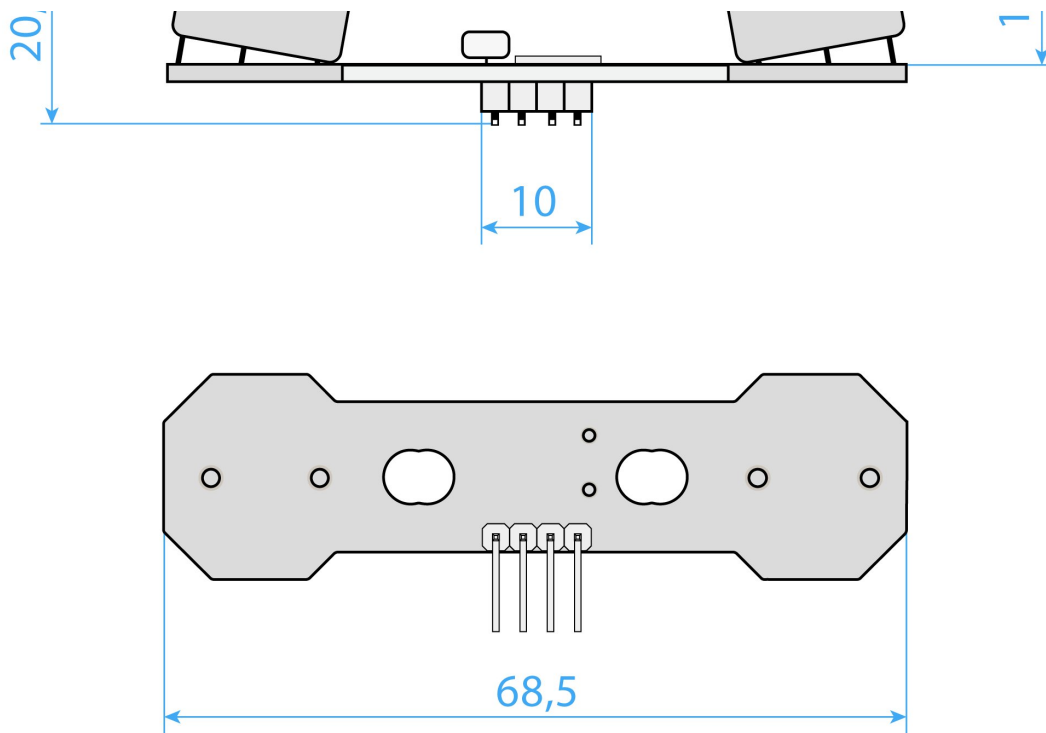
```

Результат работы

После прошивки устройства, дальномер будем считывать расстояние до преграды и выводить в консоль.

Габаритный чертёж





Комплектация

- 1× Плата-модуль

Характеристики

- Модель: Ультразвуковой дальномер Roborace HC-SR04
- Напряжение питания V_{cc} : 3,3–5 В
- Напряжение логических уровней: 3,3–5 В
- Аппаратный интерфейс: 4×PLS
- Программный интерфейс: цифровой сигнал
- Диапазон измерений: 2–400 см
- Погрешность: 0,3 см
- Эффективный угол обзора: 15°
- Размеры: 68,5×23,4×20,4 мм