

Датчик кислотности жидкости (рН-метр): инструкция, схемы и примеры использования

Используйте рН-сенсор для определения уровня кислотности жидкости. Сенсор поможет контролировать комфортную среду для выращивания растений, мониторить уютные условия для рыбок в аквариуме и приготовить настоящий квас.



Принцип работы

В состав рН-датчика входит измерительный щуп и плата управления.



Щуп сенсора выполнен в пластиковом герметичном цилиндре с двумя электродами на конце. При погружении в измеряемый раствор или воду между электродами возникает разность потенциалов, которое фиксирует и обрабатывает плата управления. А теперь немного подробнее.

Плата управления считывает разность потенциалов между электродами. При погружении в жидкость, между электродами возникает сопротивление, которое пропорционально электропроводности раствора. Далее сигнал стабилизируется и усиливается с помощью операционных усилителей. На выходе сигнал проходит фильтрацию и поступает на выходной сигнал платы.

Датчик измеряет водородный показатель pH (лат. *_potentia Hydrogenii_*) — мера кислотности, которая отражает концентрацию ионов водорода в жидкости. Различают три степени кислотности водных растворов:

- $\text{pH} < 7$ — кислотная среда;
- $\text{pH} = 7$ — нейтральная среда;
- $\text{pH} > 7$ — щелочная среда.

Пример работы для Arduino и XOD

В качестве мозга для считывания показаний с датчика рассмотрим платформу из серии Arduino, например, Arduino Uno.

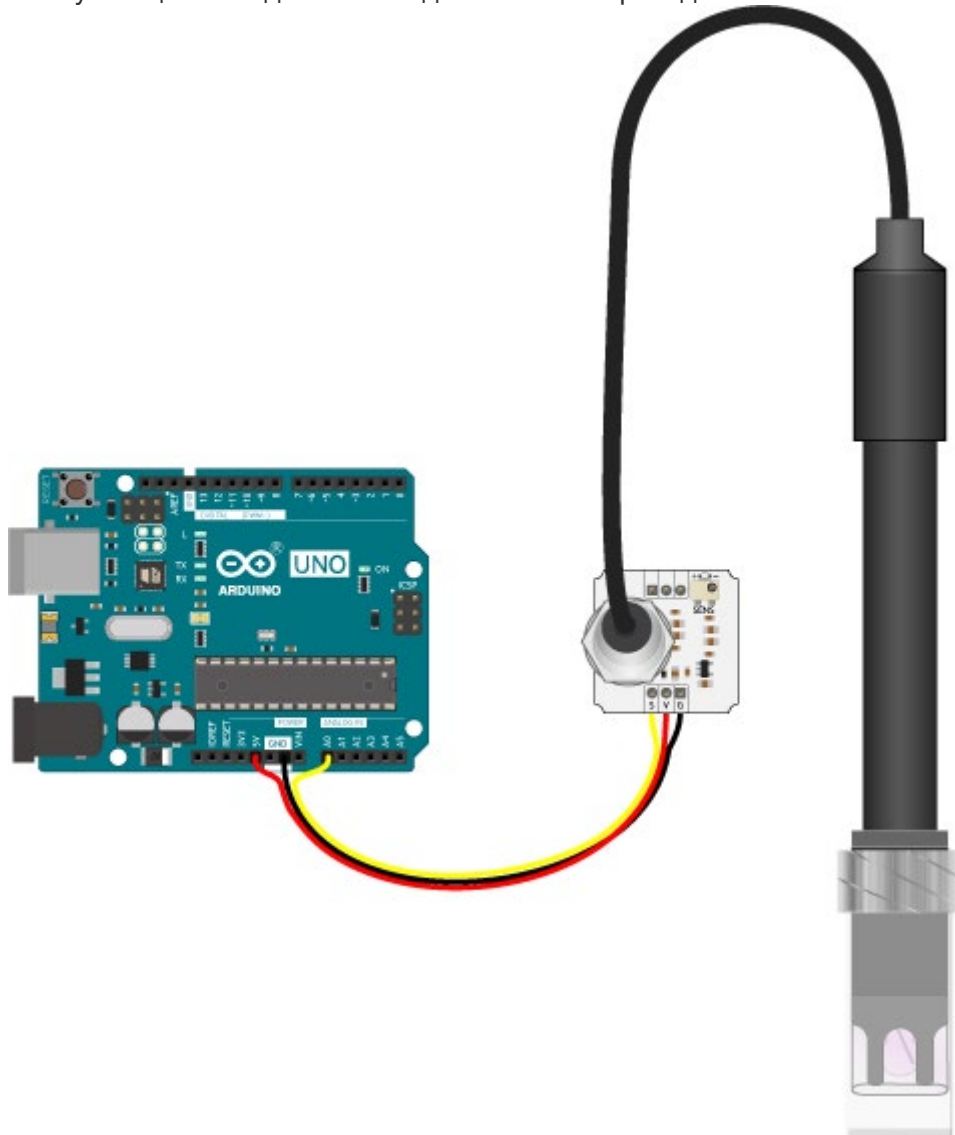
Схема устройства

1. Подключите измерительный рН-щуп к плате обработки сигнала через BNC-разъём.



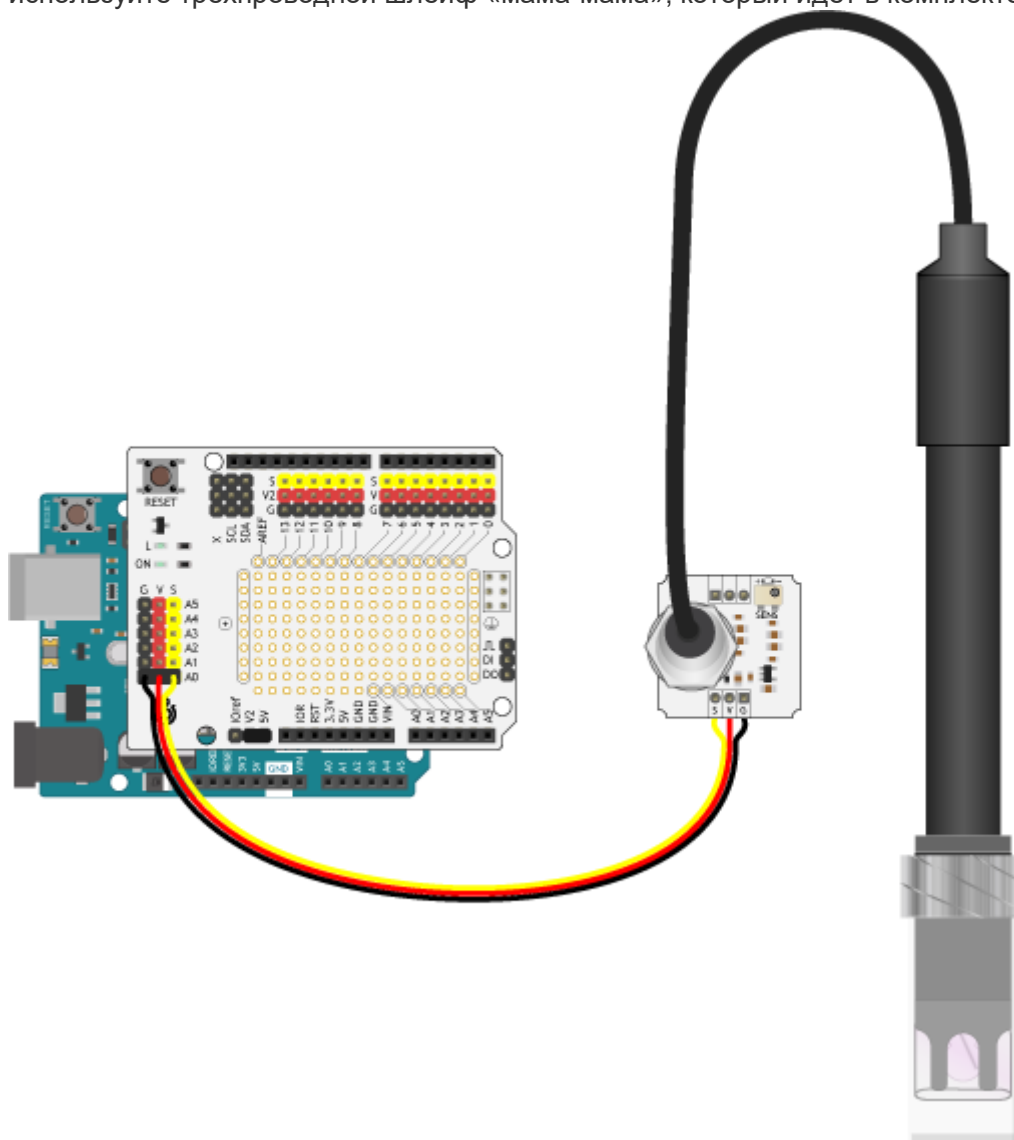
2. Выберите один из вариантов коммуникации:

- Подключите датчик кислотности с щупом к аналоговому пину A0 платформы Arduino. Для коммуникации понадобятся соединительные провода «мама-папа».

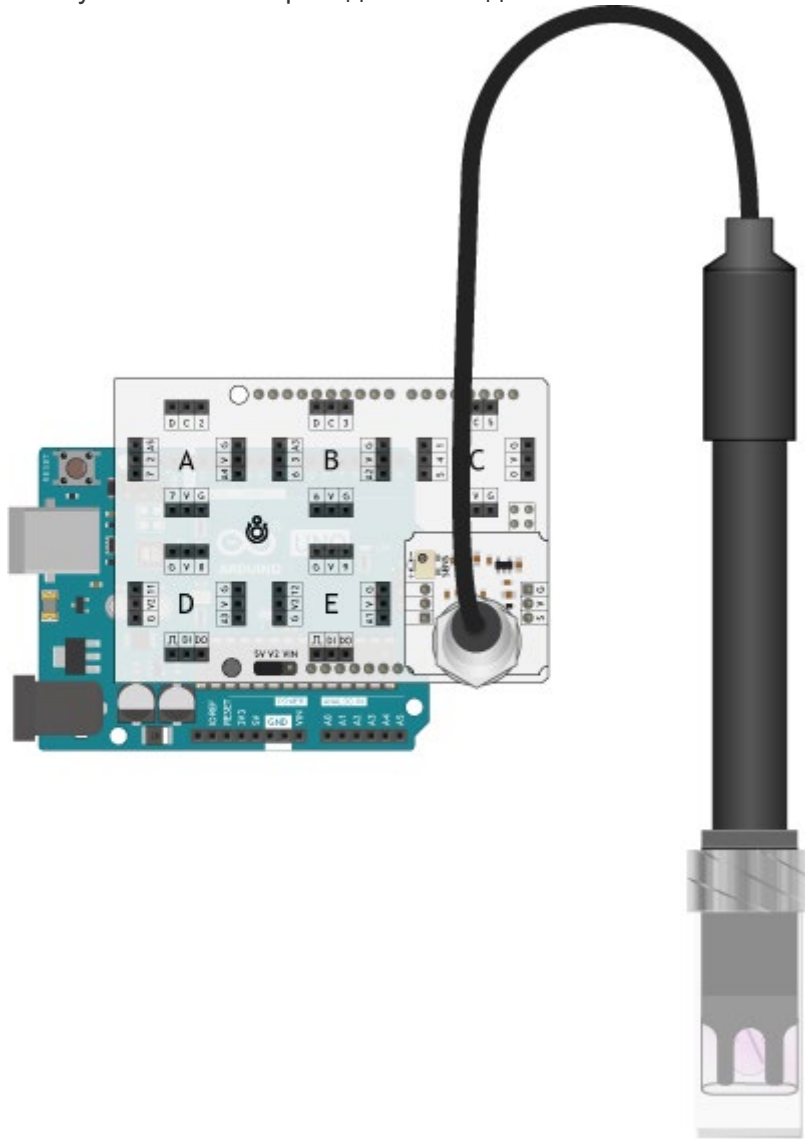


- Для быстрой сборки и отладки устройства возьмите плату расширения Troyka Shield, которая одевается сверху на Arduino Uno методом бутерброда. Для коммуникации

используйте трёхпроводной шлейф «мама-мама», который идёт в комплекте с датчиком.



- С Troyka Slot Shield провода не понадобятся вовсе.



Код для Arduino IDE

Прошейте платформу Arduino скетчем, приведённым ниже.

[troyka-ph-sensor-example-arduino-read-data.ino](#)

```
// Определяем ядро платы Arduino
// для установки рабочего напряжения и
// коэффициента смещения нуля
#if defined(__AVR__)
#define OPERATING_VOLTAGE 5.0
#define ZERO_SHIFT 0
#else
#define OPERATING_VOLTAGE 3.3
#define ZERO_SHIFT 1.1
#endif

// Коэффициент перевода напряжения в концентрацию pH
#define CALIBRATION_FACTOR 3.5
```

```

// Назначаем пин для подключения датчика
constexpr auto pinSensor = A0;

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

void loop() {
  // Считываем аналоговое значение с датчика кислотности жидкости
  int adcSensor = analogRead(pinSensor);
  // Переводим данные сенсора в напряжение
  float voltageSensor = adcSensor * OPERATING_VOLTAGE / 1023;
  // Конвертируем напряжение в концентрацию pH
  float pHSensor = CALIBRATION_FACTOR * (voltageSensor + ZERO_SHIFT);
  // Выводим данные в Serial-порт
  Serial.print("Voltage: ");
  Serial.print(voltageSensor);
  Serial.print(" V");
  Serial.print("\t");
  Serial.print("Value: ");
  Serial.print(pHSensor);
  Serial.println(" pH");
  delay(1000);
}

```

После загрузки скетча, в Serial-порт будут выводиться текущие показания кислотности жидкости.

Пример для Espruino

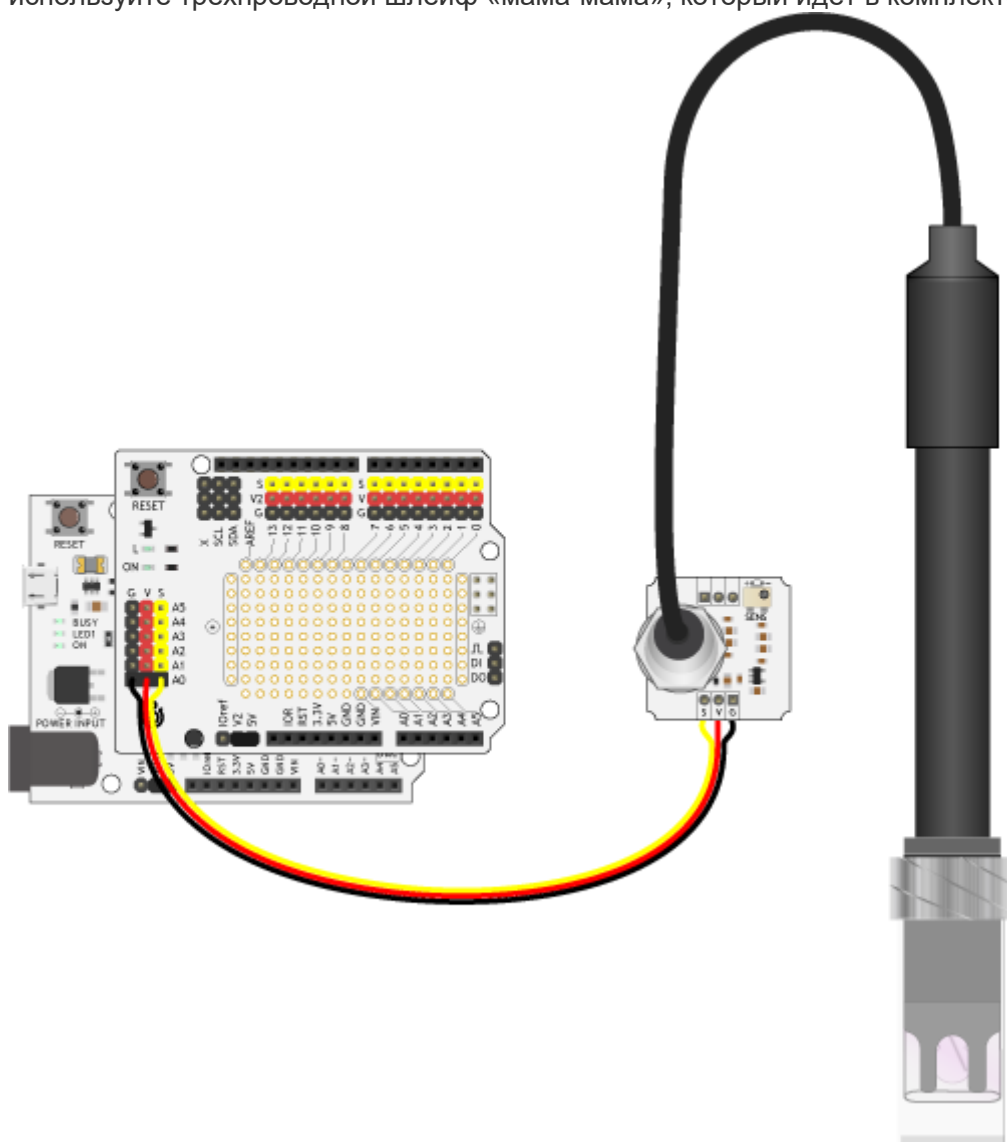
В качестве мозга для считывания показаний с датчика рассмотрим платформы из серии Espruino, например, Iskra JS.

Схема устройства

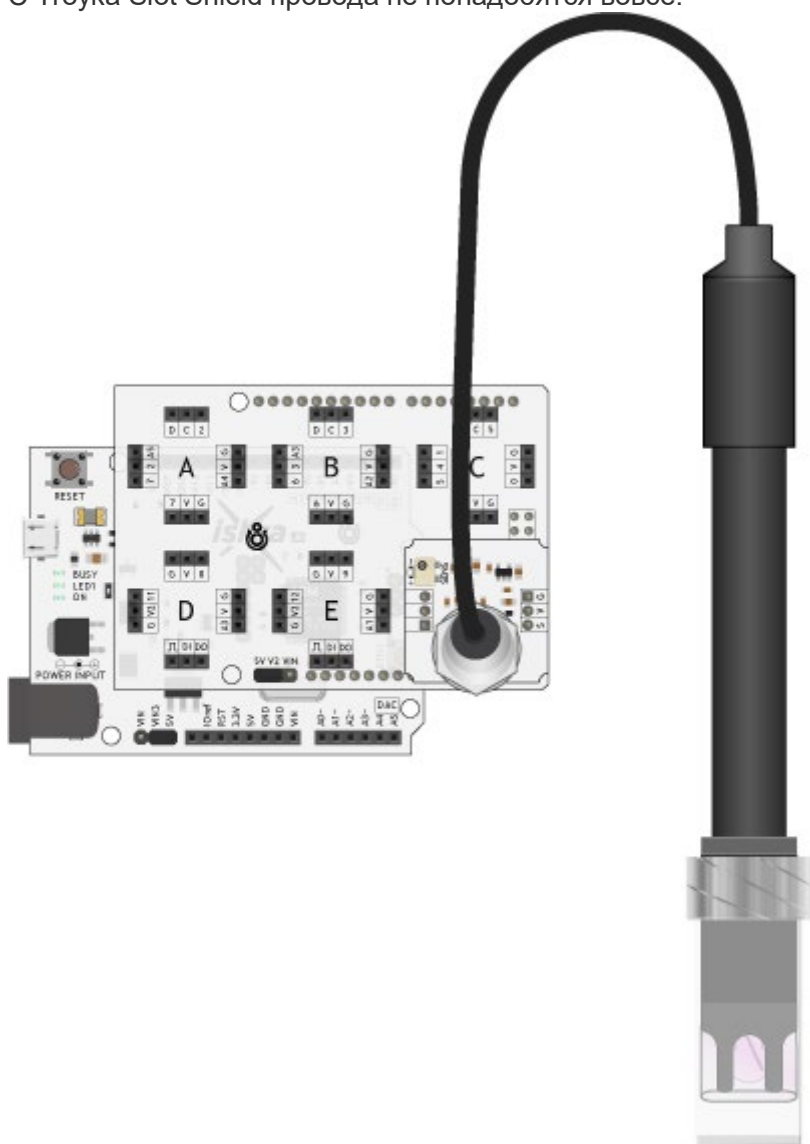


1. Подключите измерительный рН-щуп к плате обработки сигнала.
2. Выберите один из вариантов коммуникации:

используйте трёхпроводной шлейф «мама-мама», который идёт в комплекте с датчиком.



- С Troyka Slot Shield провода не понадобятся вовсе.



Исходный код

Прошейте платформу Iskra JS скриптом, приведённым ниже.

[troyka-ph-sensor-example-espruino-read-data.js](#)

```
// Коэффициент смещения нуля
var zeroShift = 1.1;
// Коэффициент для вычисления pH
var calibrationFactor = 3.5;
// Назначаем пин для подключения датчика
var pinSensor = A0;

// Выводим показания датчика каждую секунду
setInterval(function() {
  // Считываем аналоговое значение с датчика кислотности жидкости
  var adcSensor = analogRead(pinSensor);
  // Переводим данные сенсора в напряжение
  var voltageSensor = adcSensor * 3.3;
  // Конвертируем напряжение в концентрацию pH
```

```
var pHSensor = (voltageSensor + zeroShift) * calibrationFactor;
// Выводим данные в консоль
print('Voltage:', voltageSensor.toFixed(2), 'V', 'Value:',
pHSensor.toFixed(2), 'pH');
}, 1000);
```

После загрузки скрипта, в консоль будут выводиться текущие показания кислотности жидкости.

Пример для Raspberry Pi

В качестве мозга для считывания показаний с датчика рассмотрим одноплатные компьютеры Raspberry Pi, например, Raspberry Pi 4.

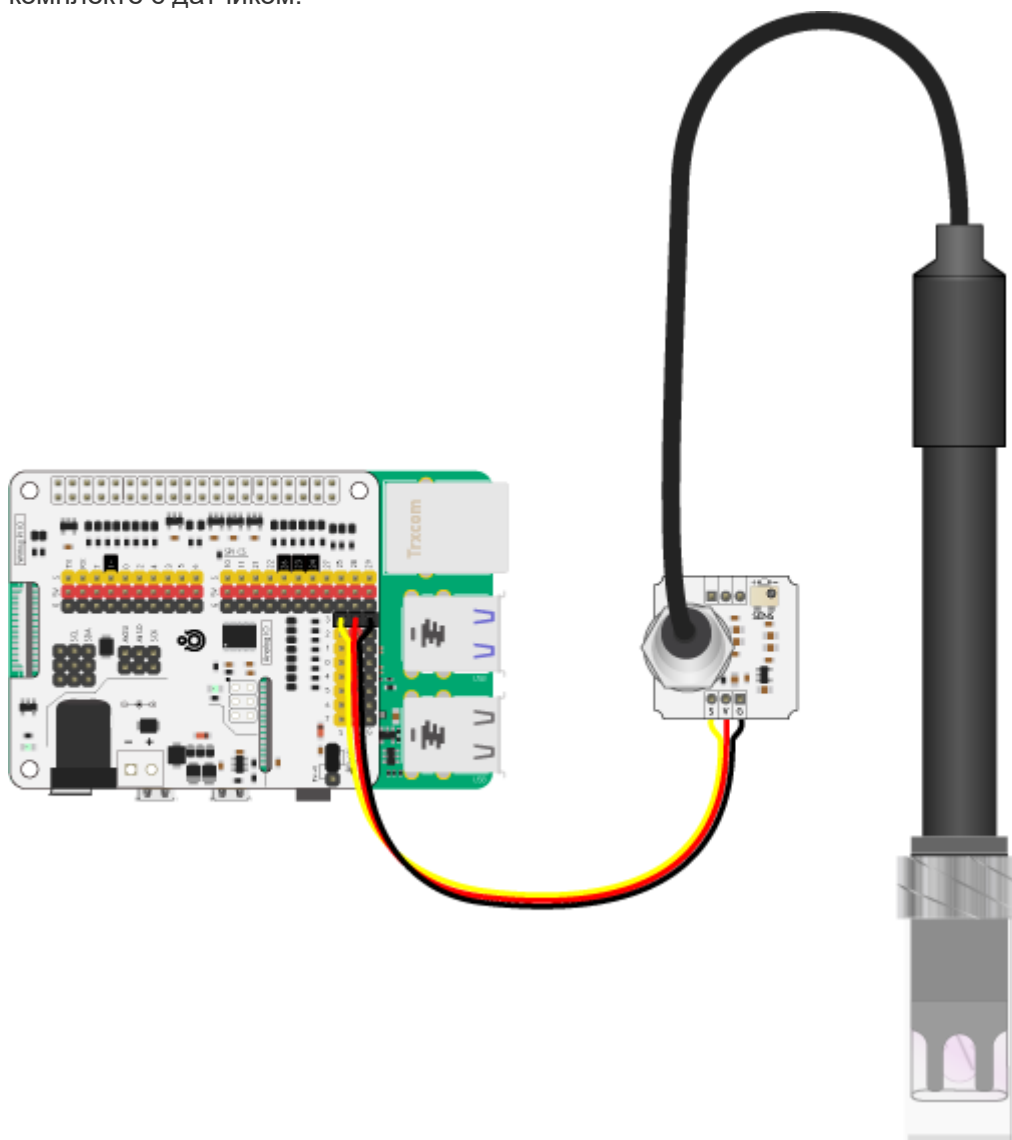
Схема устройства

К сожалению, в компьютере Raspberry Pi нет встроенного аналого-цифрового преобразователя. Используйте плату расширения Тройка Cap, которая добавит малине аналоговые пины.

1. Подключите измерительный рН-щуп к плате обработки сигнала через BNC-разъём.



2. Подключите датчик кислотности к Raspberry Pi через плату расширения Troyka Cap к пину 3. Для коммуникации используйте трёхпроводной шлейф «мама-мама», который идёт в комплекте с датчиком.



Программная настройка

1. Подготовь Raspberry Pi
2. Настройте плату расширения Troyka Cap

Исходный код

Запустите на малине скрипт, приведённый ниже.

[troyka-ph-sensor-example-raspberry-pi-read-data.py](#)

```
# Библиотека для работы со временем и задержками
import time

# Библиотека для работы с расширителем портов GPIO Expander на плате Troyka Cap
import gpioexp

# Создаём объект для работы с расширителем портов
exp = gpioexp.gpioexp()

# Пин к которому подключён pH-датчик
```

```
# Любой GPIO пин платы расширения Troyka Cap
pinSensor = 3
# Коэффициент для вычисления pH
calibrationFactor = 3.5
# Коэффициент смещения нуля
zeroShift = 1.1

while True:
    # Считываем аналоговое значение с датчика кислотности жидкости
    adcSensor = exp.analogRead(pinSensor)
    # Переводим данные сенсора в напряжение
    voltageSensor = adcSensor * 3.3
    # Конвертируем напряжение в концентрацию pH
    pHSensor = (voltageSensor + zeroShift) * calibrationFactor
    # Выводим показания датчика в консоль
    print('Voltage: ', voltageSensor, ' pH', 'Value: ', pHSensor, ' pH')
    # Ждём 1000 мс
    time.sleep(1)
```

После загрузки скрипта, в консоль малины будут выводиться текущие показания кислотности жидкости.

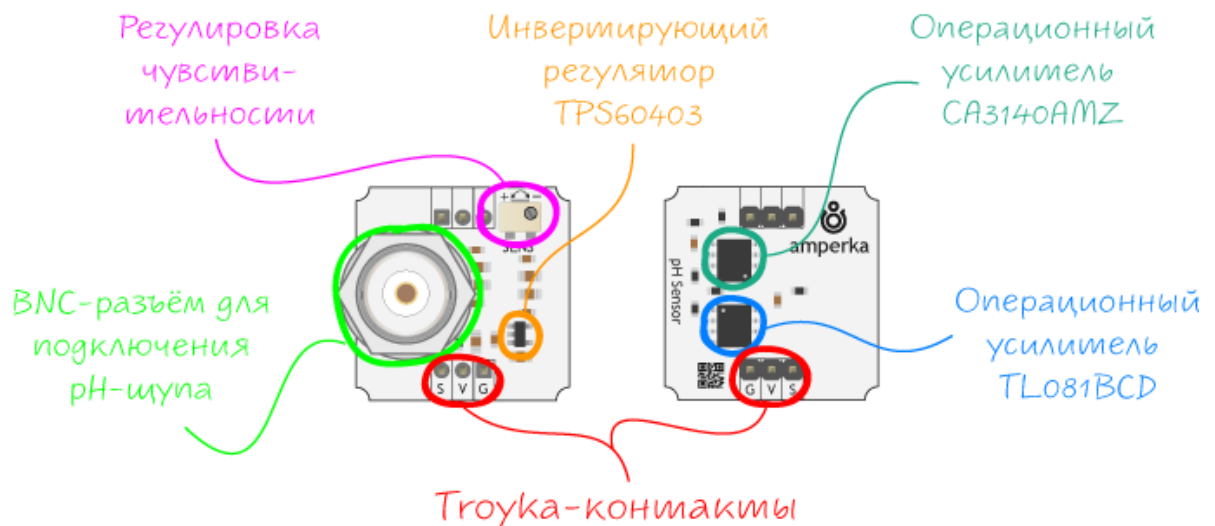
Элементы платы

Датчик кислотности жидкости состоит из измерительного рН-щупа и платы обработки сигнала.

Измерительный рН-щуп



Плата обработки сигнала



Измерительные электроды

Для контакта с жидкостью на щупе сенсора расположены два электрода, которые необходимо опустить в измеряемую жидкость для считывания концентрации кислотности.

Разъём подключения pH-щупа

Измерительный щуп подключается к плате управления через BNC-разъём Female и Male соответственно.

ОУ для обработки сигнала

На плате расположена схема, которая усиливает электрохимическую разность потенциалов, создаваемую на щупе тестируемым электролитом. Ключевыми элементами схемы являются два операционных усилителя:

- CA3140AMZ включен по схеме интегрирующего усилителя, для фиксирования сигнала на некотором интервале времени.
- TL081BCD усиливает выходной сигнал для последующего считывания внешними контроллерами.

Регулятор напряжения

В схеме используется двухполярное питание с двумя плечами и общей точкой GND:

- положительное плечо V_{cc} : поступает от внешнего источника питания через контакт V. Диапазон рабочего напряжения от 3,3 до 5 вольт.
- отрицательное плечо $-V_{cc}$ (V_{ss}): поступает с выхода инвертирующего регулятора TPS60403. Входное напряжение на регулятор подаётся с положительного плеча V_{cc} и инвертируется преобразователем в $-V_{cc}$ (V_{ss}) с максимальным выходным током 60 мА.

Тройка-контакты

Датчик подключается к управляющей электронике через три провода.

- Сигнальный (S) — выходной сигнал сенсора. Подключите к аналоговому пину микроконтроллера. Напряжение на выходе датчика прямо пропорционально уровню pH. Диапазон выходного напряжения: 0–4 В при питании 5 В и 0–2,6 В при питании 3,3 В.
- Питание (V) — соедините с рабочим напряжением микроконтроллера.
- Земля (G) — соедините с землёй микроконтроллера.

Характеристики

- Напряжение питания: 3,3–5 В
- Потребляемый ток: до 25 мА
- Интерфейс: аналоговый сигнал
- Диапазон выходного сигнала:
 - При питании 5 В: 0–4 В
 - При питании 3,3 В: 0–2,6 В
- Диапазон измерений: 0–14 pH

- Длина кабеля щупа: 0,9 м
- Габариты модуля: 25×25×39 мм
- Габариты щупа: 144×20×20 мм