

**Методические указания по выполнению практических работ № 5**  
по дисциплине  
«Технологические основы Интернета вещей»

**ВНИМАНИЕ! СТЕНД НАХОДИТСЯ ПОД ДЕЙСТВУЮЩИМ  
НАПРЯЖЕНИЕМ 230 В,  
Работа со стендом проводится ТОЛЬКО в присутствии преподавателя!**

# Практическая работа №5 – Измерительные и исполнительные устройства в Интернете вещей

## Физические устройства Интернета вещей

**Цель:** изучить компоненты демонстрационного комплекта, получить навыки работы с технической документацией и понять принципы взаимодействия устройств в системе автоматизации.

### Часть 1. Анализ компонентов

Для каждого устройства, указанного в вашем варианте, необходимо заполнить таблицу и дать дополнительные пояснения.

Параметр	Описание
1. Название датчика/устройства	Полное наименование компонента.
2. Тип измерения	Для датчиков: Аналоговый, Цифровой, Импульсный. Для исполнительных устройств: Указать "Исполнительное устройство".
3. Измеряемые параметры и диапазон	Для датчиков: Физическая величина и её диапазон (напр., 0...+50 °C). Для исполнительных устройств: Управляемый параметр (напр., напряжение на нагрузке).
4. Точность / Погрешность	Только для датчиков. Основная приведенная погрешность (напр., $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ).
5. Напряжение питания	Рабочее напряжение компонента (напр., 3.3 В, 5 В, 24 В).
6. Уникальный идентификатор в веб-интерфейсе	Адрес устройства или канала в системе Wiren Board (напр., /dev/wl_bus_master1/28-00000a1b2c3d, /dev/ttyMOD3). <i>Уточняется при настройке стенда.</i>
7. Протокол передачи данных	Прикладной протокол: Modbus RTU, 1-Wire, I <sup>2</sup> C и т.д.
8. Интерфейс управления (шина)	Физический интерфейс связи: RS-485, I <sup>2</sup> C, 1-Wire, GPIO, SPI.
9. Описание входов/выходов, схема подключения	Для датчиков: Тип выходного сигнала (напр., "Цифровой сигнал по шине I <sup>2</sup> C"). Для исполнительных устройств: Тип входного сигнала управления и силовых выходов (напр., "Управление по Modbus RTU, релейный выход на клеммах L1, N1"). Привести ссылку на схему из вики.

Физические устройства Интернета вещей чаще всего состоят из нескольких типов элементов:

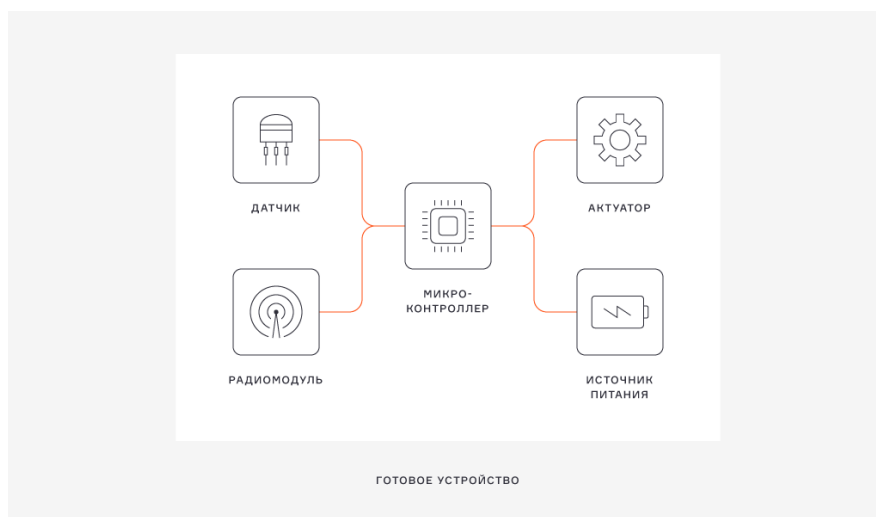


Рисунок 1 – Типовое физическое устройство Интернета вещей

**Датчик** – чувствительный элемент, который контактирует с окружающей средой: измеряет показания, реагирует на объекты и создает сигнал об этом.

**Микроконтроллер** – специальная микросхема, предназначенная для управления различными электронными устройствами. Типичный микроконтроллер сочетает на одном кристалле функции процессора и периферийных устройств, содержит ОЗУ и (или) ПЗУ. По сути, это однокристальный компьютер, способный выполнять относительно простые задачи и реализовать логику работы физического устройства.

**Актuator**— это исполнительное устройство, которое *выполняет физическое действие* под управлением контроллера. Это выходные каналы. В конфигурации устройств Wiren Board они обозначаются как switch, value, alarm.

Данный тип элементов Интернета вещей предназначен для воздействия на окружающую среду или определенный объект в ней.

К актуаторам относят:

- Сервоприводы
- Электронные замки
- Диммер
- Реле
- ИК-излучатель

**Источник питания.** Для работы микроконтроллера и подключенных к нему устройств необходимо питание. В зависимости от энергопотребления и задачи мы можем питать устройство от батарейки или от сети по проводу.

**Радиомодуль** – устройство для организации различных технологий беспроводной связи (например, GPRS, LTE, NB-IoT, GSM, Wi-Fi, Bluetooth и др.)

#### Датчики и их устройство

**Датчик** – устройство, измеряющее физические характеристики объектов или окружающей среды (например, температуру, давление, наличие примесей в воздухе, положение в пространстве) и преобразующее их в сигнал, удобный для дальнейшей обработки, передачи и регистрации.

**Электронные датчики** – датчики, выполненные на основе электронной компонентной базы, выходным сигналом которых является электрический сигнал. Отдельный датчик может измерять одну или одновременно несколько физических величин.

#### **Структура датчика:**

В состав датчика входят:

– **Чувствительный элемент** – часть датчика, которая находится под непосредственным воздействием измеряемой величины и преобразует ее в другой вид энергии (например, преобразует температуру в изменение линейного размера).

– **Преобразовательный элемент** – часть датчика, которая преобразует выходной сигнал чувствительного элемента в удобную для использования величину (например, в электрическое напряжение, ток или цифровой код).

**Измерительный преобразователь** – техническое средство, имеющее нормированные метрологические характеристики, предназначенное для преобразования измеряемой величины в другую величину или сигнал измерительной информации, удобный для обработки, хранения, передачи и дальнейшего использования.

**Первичный измерительный преобразователь** – преобразователь, на который непосредственно воздействует измеряемая величина (например, термопара, помещаемая в среду с измеряемой температурой).

**Примечание:** На практике термины «датчик» и «первичный измерительный преобразователь» часто используются как синонимы, особенно в контексте систем автоматизации.

#### **Роль в системах управления.**

Датчики являются ключевым элементом технических систем, предназначенных для измерения, сигнализации, регулирования и управления. Они преобразуют контролируемую величину (давление, температура, расход, концентрация, перемещение и т.д.) в сигнал (электрический, оптический, пневматический). В автоматизированных системах управления датчики выступают в роли источников данных («рецепторов»), на основе которых система принимает решения и воздействует на объект управления через исполнительные устройства.

#### **Основные характеристики датчиков:**

– **Диапазон измерений** – интервал значений измеряемой величины, для которого нормированы допускаемые погрешности датчика.

– **Чувствительность** – отношение изменения выходного сигнала датчика к вызвавшему его изменению измеряемой величины.

– **Порог чувствительности** – наименьшее изменение измеряемой величины, которое вызывает заметное изменение выходного сигнала.

– **Погрешность** – разность между показаниями датчика и истинным значением измеряемой величины. Может быть абсолютной, относительной или приведенной.

– **Линейность** – степень совпадения статической характеристики датчика с линейной зависимостью.

– **Время отклика** – время, необходимое датчику для отклика на скачкообразное изменение измеряемой величины.

#### **Классификация датчиков**

##### **1. По методу измерения:**

- **Активные (генераторные)** – генерируют выходной сигнал за счет энергии измеряемой среды (пример: термопара, пьезоэлектрический датчик). *Не требуют внешнего источника питания.*
- **Пассивные (параметрические)** – для своей работы требуют внешнего источника энергии, а измеряемая величина вызывает изменение их электрических параметров (сопротивления, емкости, индуктивности) (пример: термистор, тензорезистор).

## 2. По измеряемому параметру:

- Датчики температуры
- Датчики давления
- Датчики расхода
- Датчики уровня
- Датчики влажности
- Датчики концентрации (газов, примесей)
- Датчики перемещения и положения (включая угловое)
- Датчики скорости и вибрации
- Датчики механических величин (силы, момента)
- Фотодатчики (освещенности)
- Детекторы радиоактивности

## 3. По характеру выходного сигнала:

- **Аналоговые** – выходной сигнал изменяется непрерывно (напр., 0...5 В, 4...20 мА).
- **Цифровые** – выходной сигнал представлен в цифровом коде (напр., по интерфейсам I<sup>2</sup>C, SPI, 1-Wire).
- **Дискретные (бинарные)** – выдают сигнал только двух состояний («включено/выключено», «есть/нет»).
- **Импульсные** – выходной сигнал представляет собой последовательность импульсов, параметры которой (частота, скважность) зависят от измеряемой величины.

## 4. По среде передачи данных:

- **Проводные**
- **Беспроводные** (например, с передачей данных по радиоканалу: Wi-Fi, LoRaWAN, Zigbee)

## 5. По конструктивному исполнению:

- **Элементные датчики** – самостоятельные устройства.
- **Интегральные (встроенные) датчики** – являются частью более сложного прибора или системы.

## 6. По способу питания:

- **Автономные** (работают от встроенного источника питания, например, батареи).
- **С питанием от внешней сети** (включая «паразитное» питание по сигнальным линиям, как в 1-Wire).

## Задание практической работы №5

### Часть 1. Измерительные и исполнительные устройства стенда

Ознакомьтесь с устройствами в составе стенда и их характеристиками.



Рисунок 2 – Компоненты, расположенные на верхней крышке WB-demo-kit



Рисунок 3 - Компоненты, расположенные на нижней крышке WB-demo-kit

Опишите датчики и исполнительные устройства, согласно своему варианту для металлического чемодана:

№ варианта	Датчики и устройства
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Датчик температуры 1-wire DS18B20 (1)</li> <li>2. Устройство ИК-управления WB-MIR (4)</li> <li>3. Концентрация CO2 в составе датчика WB-MSW v.3 (5)</li> </ol>
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температура в составе датчика WB-MSW v.3 (5)</li> <li>2. Освещенность в составе датчика WB-MS v.2 (12)</li> <li>3. Многоканальный измеритель WB-MAP12H (22)</li> </ol>
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Относительная влажность в составе датчика WB-MSW v.3 (5)</li> <li>2. Качество воздуха VOC в составе датчика WB-MS v.2 (12)</li> <li>3. Модуль ввода-вывода WBIO-DO-R10A-8 (9)</li> </ol>
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Датчик температуры 1-wire DS18B20 (2)</li> <li>2. Уровень шума в составе датчика WB-MSW v.3 (5)</li> <li>3. Модуль реле 3-канальный WB-MR3 (21)</li> </ol>
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Освещенность в составе датчика WB-MSW v.3 (5)</li> <li>2. Влажность в составе датчика WB-MS v.2 (12)</li> <li>3. Преобразователь 1-Wire — Modbus RTU WB-M1W2 (3)</li> </ol>
6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуль обнаружения протечек WB-MWAC (10)</li> <li>2. Качество воздуха VOC в составе датчика WB-MSW v.3 (5)</li> <li>3. Датчик протечки (23)</li> </ol>
7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Датчик движения в составе датчика WB-MSW v.3 (5)</li> <li>2. Датчик температуры в составе датчика WB-MS v.2 (12)</li> <li>3. Диммер светодиодных лент на DIN-рейку WB-MRGBW-D (11)</li> </ol>



Рисунок 2 – Компоненты, расположенные на верхней части WB-DEMO-KIT v.3



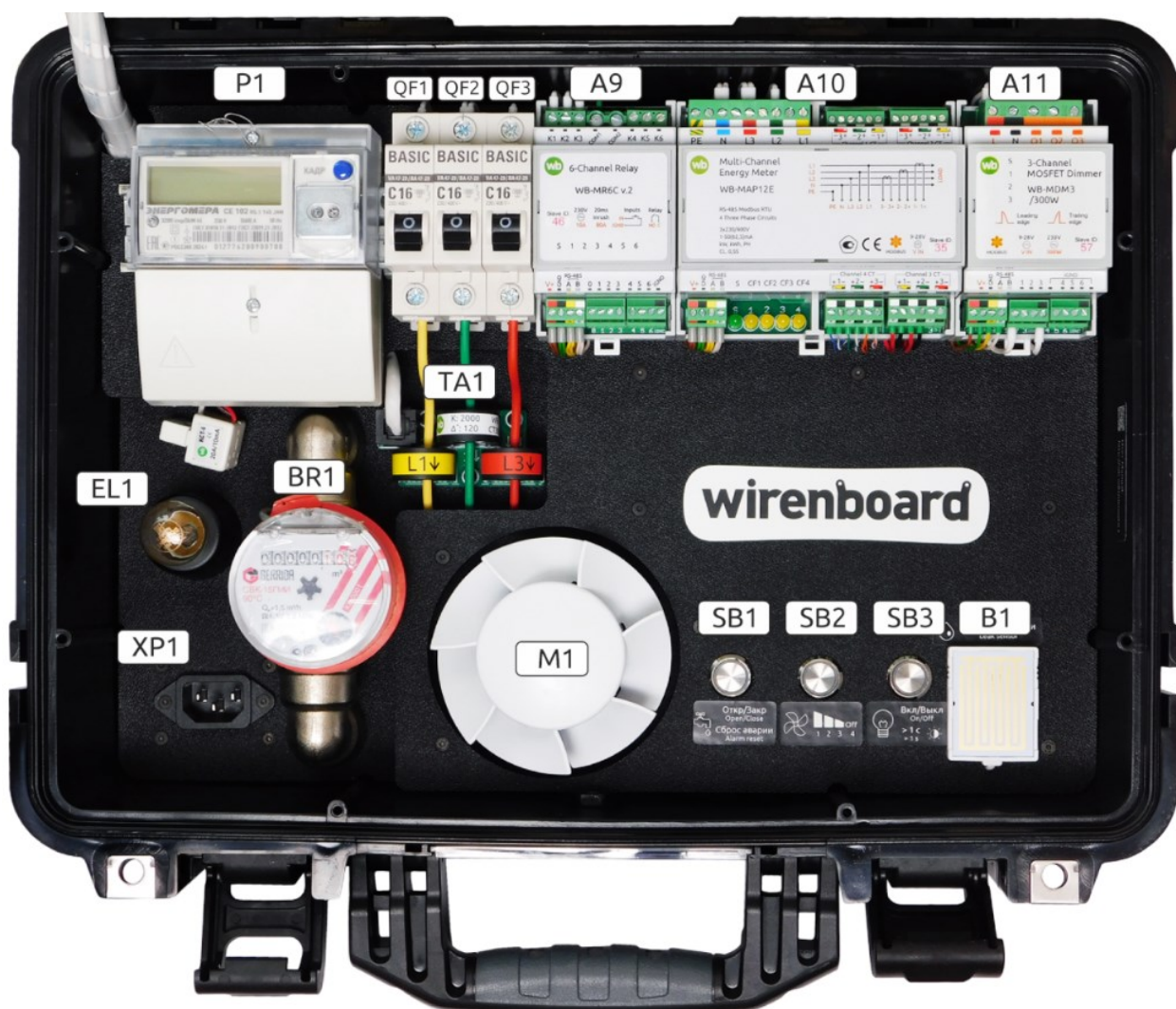


Рисунок 3 – Компоненты, расположенные нижней части WB-DEMO-KIT v.3

Опишите датчики и исполнительные устройства, согласно своему варианту для черного пластикового стенда

1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Датчик температуры 1-wire DS18B20 (BK1)</li> <li>2. Устройство ИК-управления WB-MIR (A8)</li> <li>3. Настенный комбинированный датчик WB-MSW v.4 (A6)</li> </ol>
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуль реле 6-канальный WB-MR6C v.2 (A9)</li> <li>2. Диммер светодиодных лент на DIN-рейку WB-MRGBW-D (A5)</li> <li>3. Модуль учета водопотребления и контроля протечек WB-MWAC v.2 (A4)</li> </ol>
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измеритель параметров электрической сети WB-MAP12E (A10)</li> <li>2. Диммер светодиодных ламп и ламп накаливания WB-MDM3 (A11)</li> <li>3. Модуль ввода-вывода WBIO-DI-WD-14 (A3)</li> </ol>
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преобразователь для цифровых термометров WB-M1W2 (A7)</li> <li>2. Контроллер Wiren Board 8 (A2)</li> <li>3. Датчик протечки (B1)</li> </ol>
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трансформатор тока 5 (125) А, 9 мм WB-CT309 (TA1)</li> <li>2. Импульсный счетчик расхода воды с имитацией потока (BR1)</li> <li>3. Вентилятор (M2)</li> </ol>



6	1. Счетчик электроэнергии Энергомера CE102 R5.1 (P1) 2. Лента светодиодная RGBW (LED1) 3. Датчик протечки (B1)
7	1. Трансформатор тока 75A, 10мм КСТ-10 (TA0.1) 2. Автомат питания чемодана (QF1) 3. Модуль ввода-вывода WBIO-DI-WD-14 (A3)
8	1. Модуль реле 6-канальный WB-MR6C v.2 (A9) 2. Диммер светодиодных ламп и ламп накаливания WB-MDM3 (A11) 3. Автомат питания силовой части диммера A11 (QF2)

В отчете необходимо отразить:

1. Название датчика/устройства;
2. Тип измерения (цифровой/аналоговый);
3. Измеряемые параметры и диапазон измерения;
4. Точность;
5. Напряжение питания;
6. Уникальный идентификатор датчика в веб-интерфейсе;
7. Используемый протокол передачи данных;
8. Интерфейс управления (шина);
9. Описание входов и выходов, схема подключения.

*Примечание 1. Пункты 2-4 обязательные только для датчиков.*

## **Часть 2. Протоколы работы с устройствами**

Опишите принцип работы, преимущества и недостатки, сферу применения следующих четырех технологий:

1. Modbus RTU;
2. 1-Wire;
3. I<sup>2</sup>C (IIC, англ. Inter-Integrated Circuit);
4. CAN.

## **Дополнительное задание практической работы №5**

**Часть 1.** Опишите оборудование (датчики и актуаторы), необходимое для сборки аппаратных компонентов системы в вашем проекте, а также целесообразность выбора именно такого оборудования (например, на основе температурных условий его эксплуатации, точности, диапазона измерений, размера, веса).

Если предполагается использовать программный эмулятор физического устройства, опишите набор оборудования, поведение которого вы собираетесь эмулировать.

В описании необходимо отразить:

1. Название датчика/устройства с указанием ссылки на подобное устройство в любом магазине;
2. Тип измерения (цифровой/аналоговый);
3. Измеряемые параметры и диапазон измерения;
4. Точность;

5. Напряжение питания;
6. Протокол передачи данных, которые поддерживает устройство;
7. Интерфейс управления (шина);
8. Описание входов и выходов, схема подключения.

## **Часть 2.**

**Цель:** научиться рассчитывать и анализировать расход электроэнергии с использованием компонентов стенда, применяя теоретические формулы к реальному оборудованию.

### **Расчет мощности нагрузки**

*Дано:*

- Лампа накаливания (EL1) мощностью 60 Вт, включена через реле модуля WB-MR6C (A9).
- Светодиодная лента (LED1) подключается через диммер WB-MRGBW-D (A5), максимальная потребляемая мощность 72 Вт.
- Вентилятор (M2) имеет номинальный ток 0.1 А при напряжении 230 В.

*Задание:*

1. Рассчитайте максимальную потребляемую мощность светодиодной ленты при питании 24 В.
2. Определите активную мощность вентилятора.
3. Вычислите суммарную мощность всех трех устройств при их одновременной работе.

### Литература для изучения:

1. Официальная страница WB-DEMO-KIT v. <https://wirenboard.com/ru/product/WB-demo-kit/>
2. <https://wirenboard.com/ru/catalog/list/>