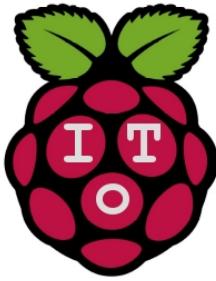


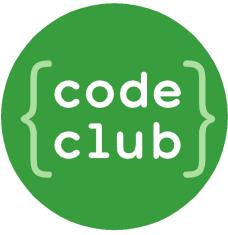
Internet of Things



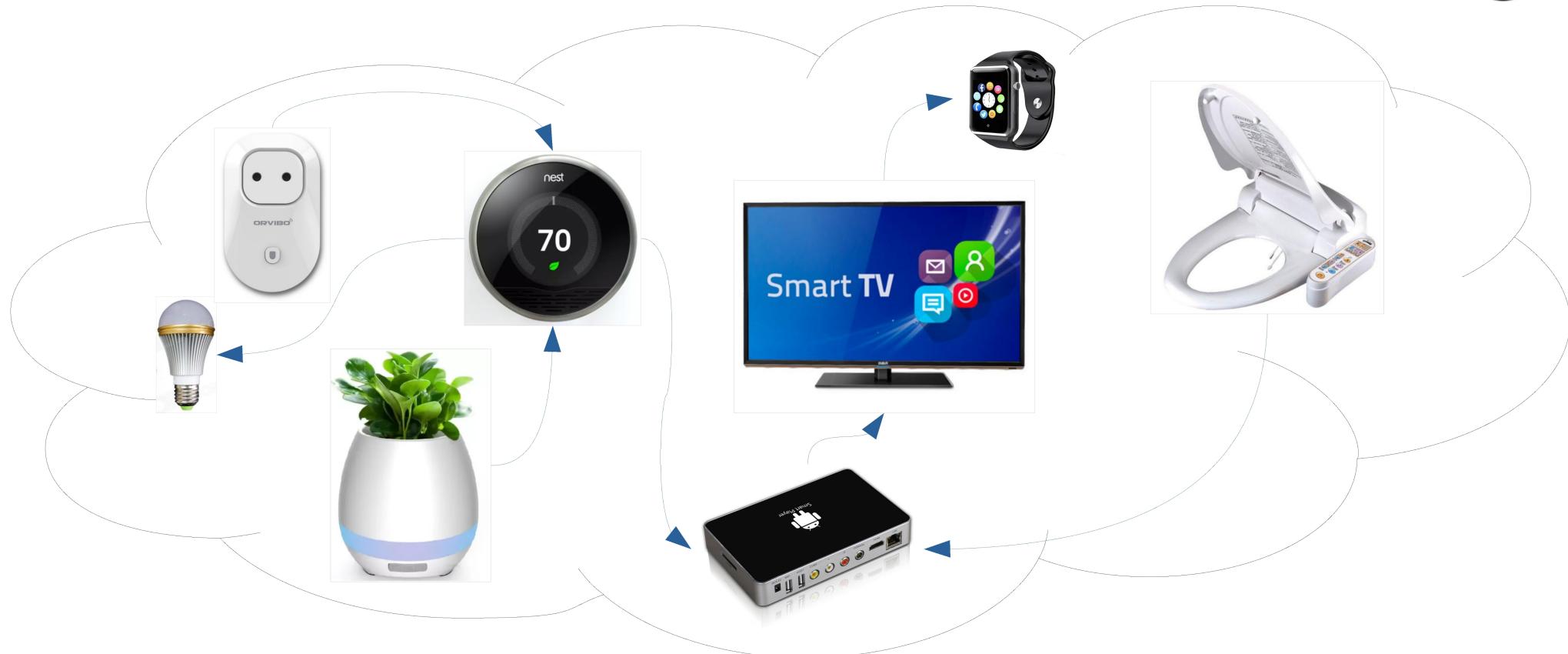
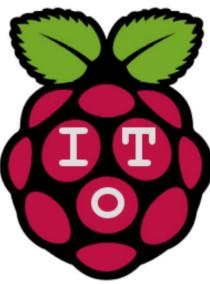
Сетевое взаимодействие
«умных вещей»

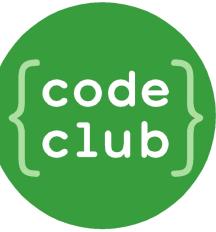
Шадринск
2018-2019

M. V. Шохирев

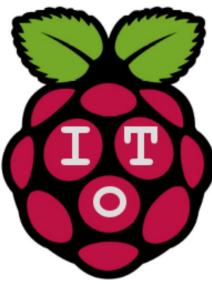


ИОТ = сеть умных вещей





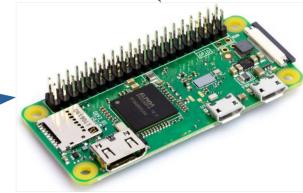
ИОТ = сеть контроллеров



ESP8266



Arduino Nano



Pi Zero W

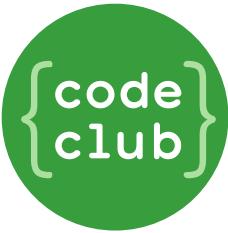


Pi 3 B+

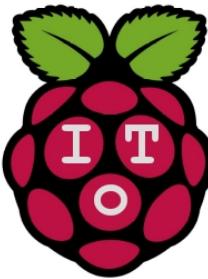


Arduino Nano

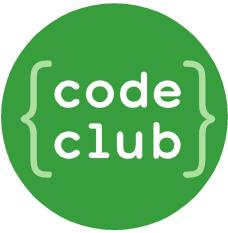
Сеть



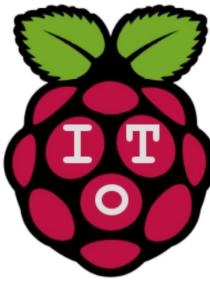
Технологии IoT



- Идентификация (Identification)
- Сбор данных с датчиков (Sensing)
- Связь по сети (Communication) = Networking
- Хранение данных (Data Storing)
- Обработка данных (Data Processing)
- Выполнение действий (Acting)



Распределённая система



Узел сети
Node

Чтение
показаний
датчиков

Чтение
показаний
датчиков

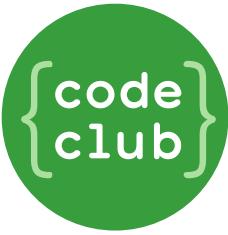
Сбор
данных

Хранение
данных

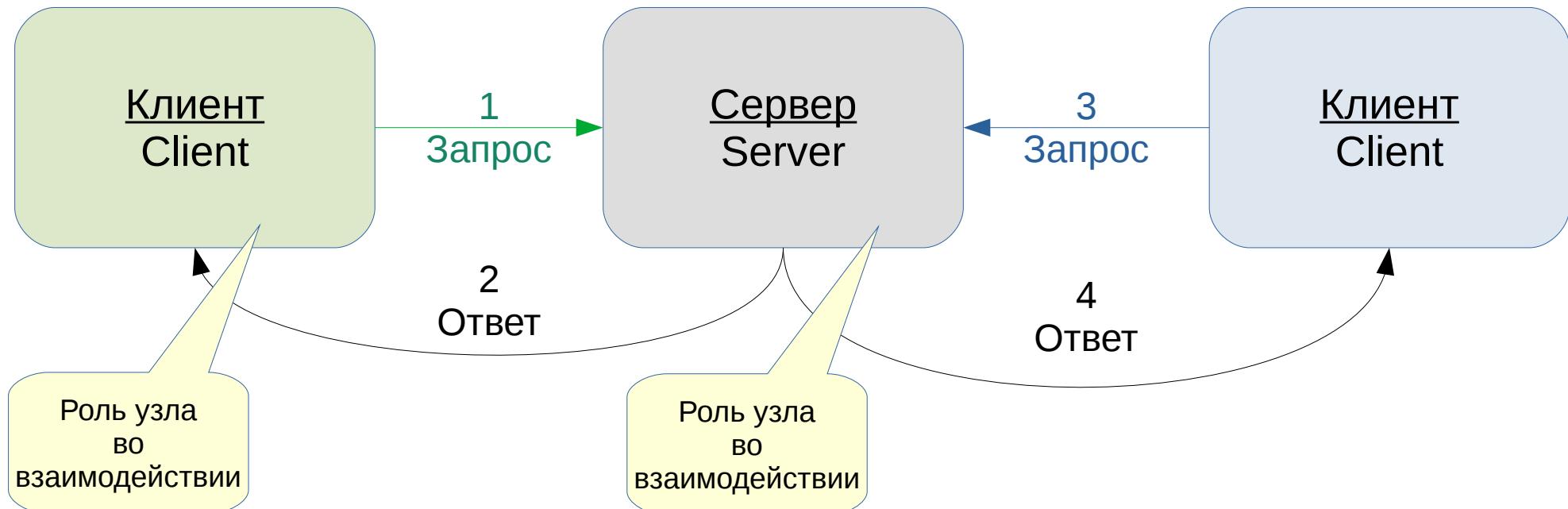
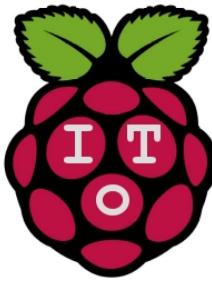
Анализ
данных
Принятие
решений
Отправка
команд

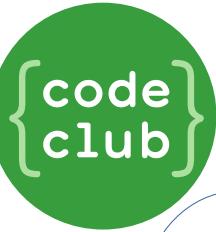
Выполнение
команд
Обратная
связь о
выполнении

Сеть

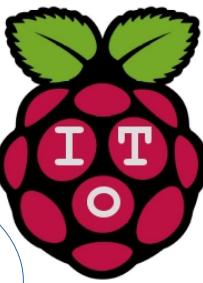


Архитектура клиент–сервер

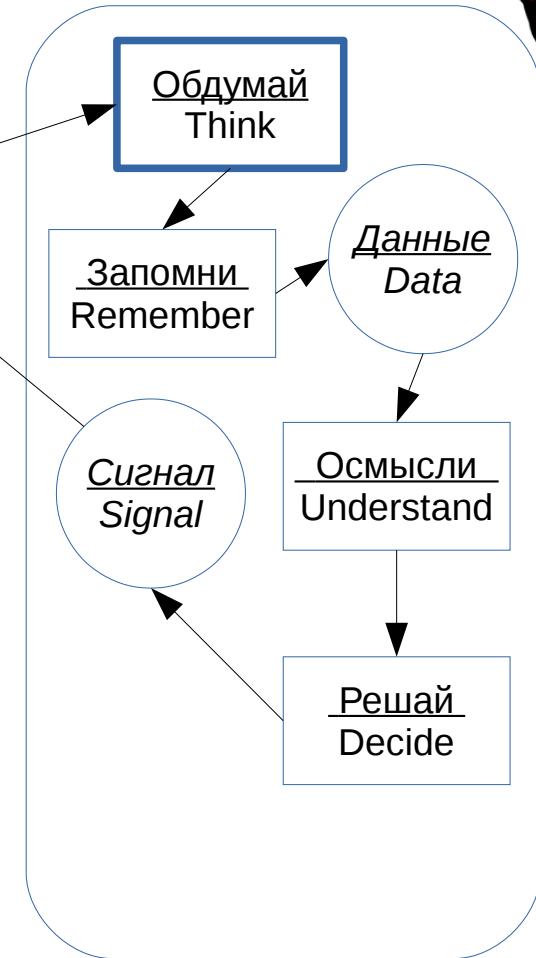
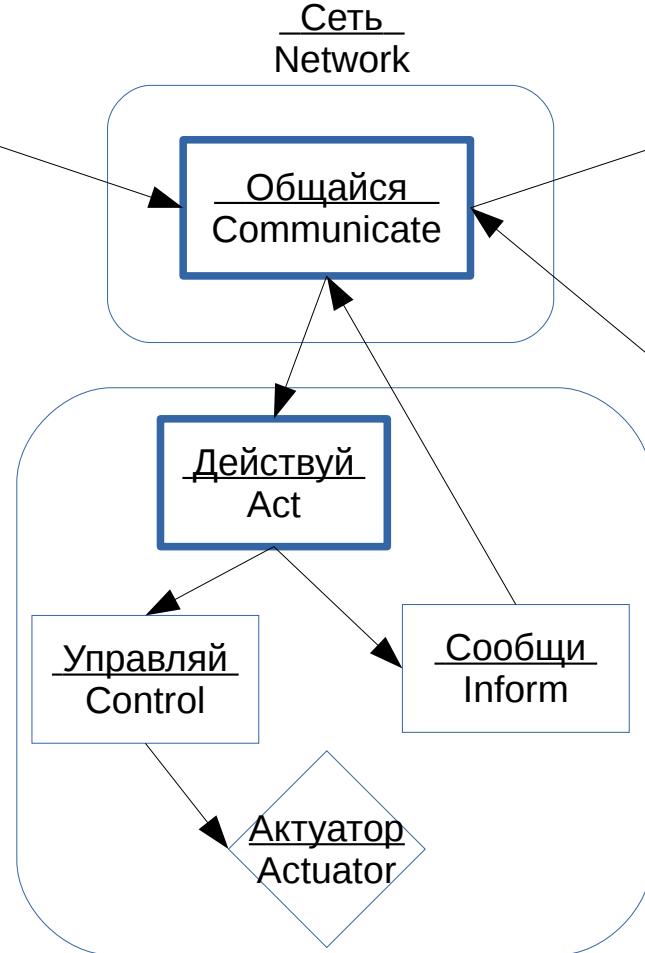
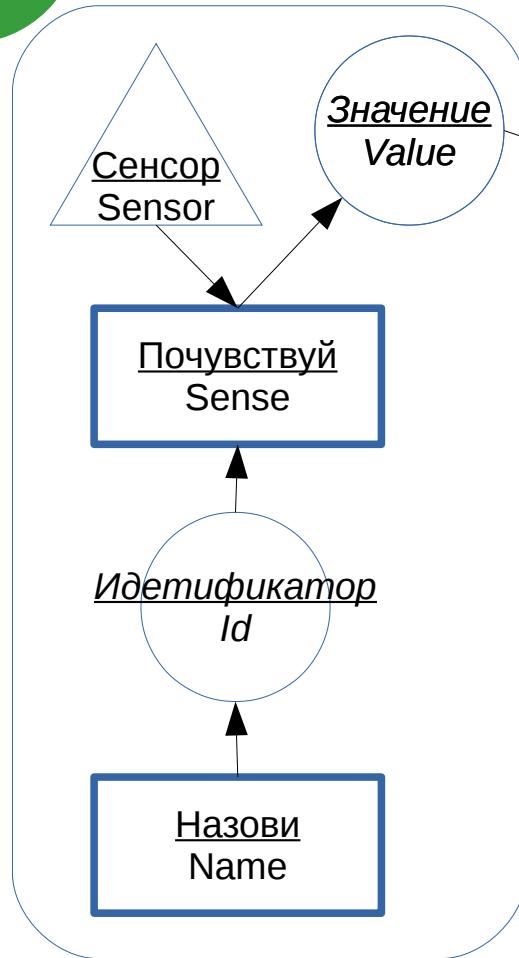




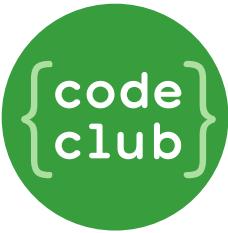
Взаимодействие в IoT



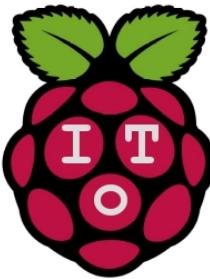
Клиент
Client



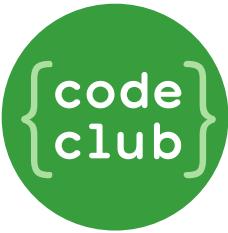
Сервер
Server



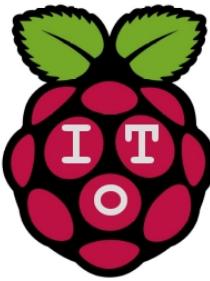
Сети разного охвата



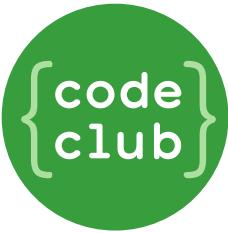
- Interplanetary Internet (**DTN**) ~ межпланетная сеть
- Internet ~ всепланетная сеть
- **WAN** (Wide Area Network) ~ межрегиональная сеть
- **MAN** (Metropolitan Area Network) ~ городская сеть
- **CAN** (Campus Area Network) ~ университетская сеть
- **LAN** (Local Area Network) ~ локальная вычислительная сеть
- **HAN** (Home Area Network) ~ домашняя сеть
- **NAN** (Near-me Area Network) ~ близлежащая сеть
- **CAN** (Car / Electronics Area Network) ~ автомобильная сеть
- **PAN** (Personal Area Network) ~ персональная сеть
- **BAN** (Body Area Network) ~ нательная сеть
- **NFC** (Near Field Communication) ~ связь ближнего действия
- NanoNetwork (IEEE P1906.1) ~ связь между нано-роботами



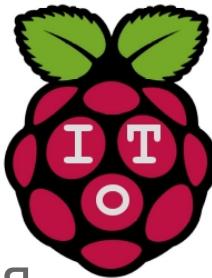
Сетевые технологии



- NFC — бесконтактная связь ближнего действия: < 20 см
- RFID — радиочастотная идентификация: от 20 см до 300 м
- IrDA (Infra-Red Data Association) — настольная связь: 5-50 см
- UWB (Ultra-Wide Band) — связь с устройствами: до 3 м
- Bluetooth / BLE, 6LoWPAN — в помещениях (WPAN): до 10 м
- ZigBee, Z-Wave — беспроводные сенсорные сети (WHAN): до 100 м
- Wi-Fi — в здании (WLAN): десятки метров
- Сотовая связь — в населённом пункте (WMAN): километры
- WiMax — в нескольких населённых пунктах: десятки км
- **LoRaWAN — энергоэффективная связь дальнего действия (LPWAN)**
- Связь через ЛЭП (PLC = Power Line Communication)
- Спутниковая связь — между странами: тысячи км



Форматы данных



При передаче данных по сети используются разные представления данных:

- Текст:
 - JSON, XML, Key=Value, CSV, YAML, ...
- Двоичные данные.

JSON

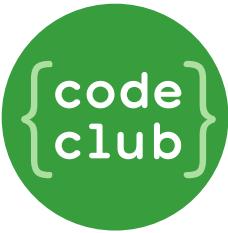
```
{"System": {  
    "Name": "ESP_Easy",  
    "Unit": 4},  
  "Sensors":  
  [{"TaskName": "T_P_H",  
   "Temperature": 26.21,  
   "Humidity": 19.48,  
   "Pressure": 742.01},  
   {"TaskName": "Screen"},  
  ]}
```

XML

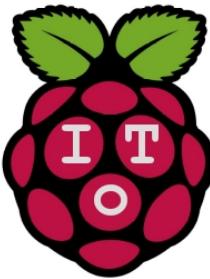
```
<Data>  
  <System Name="ESP_Easy" Unit=4 />  
  <Sensors>  
    <Task Name="T_P_H">  
      <Temperature>26.21</Temperature>  
      <Humidity>19.48</Humidity>  
      <Pressure>742.01</Pressure>  
    </Task>  
    <Task Name="Screen" />  
  </Sensors>  
</Data>
```

Key=Value

```
Name="ESP_Easy"  
Unit=4  
Sensor="T_P_H"  
Temperature=26.21  
Humidity=19.48  
Pressure=742.01
```

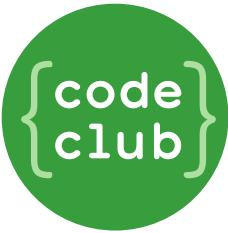


Протоколы обмена

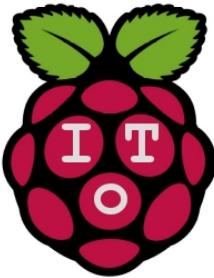


В проектах IoT применяются разные протоколы обмена данными:

- Специализированные:
 - **MQTT** (*Message Queue Telemetry Transport*)
 - **CoAP** (*Constrained Application Protocol*)
 - **STOMP** (*Simple (или Streaming) Text Oriented Message Protocol*)
 - **DDS** (*Data Distribution Service*)
- Универсальные:
 - HTTP, FTP, SSH, ...
 - **SOAP** (*Simple Object Access Protocol*)
 - XMPP / Jabber
 - WMI / WBEM
 - ...

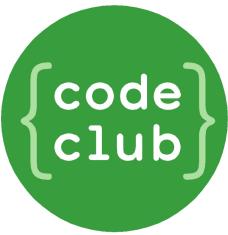


REST

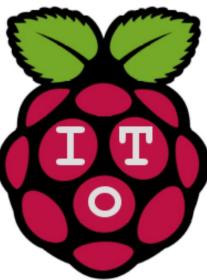


Распределённые системы эффективно работают на основе архитектурного стиля **REST** (Representational State Transfer), который основан общизвестных стандартах (RFC):

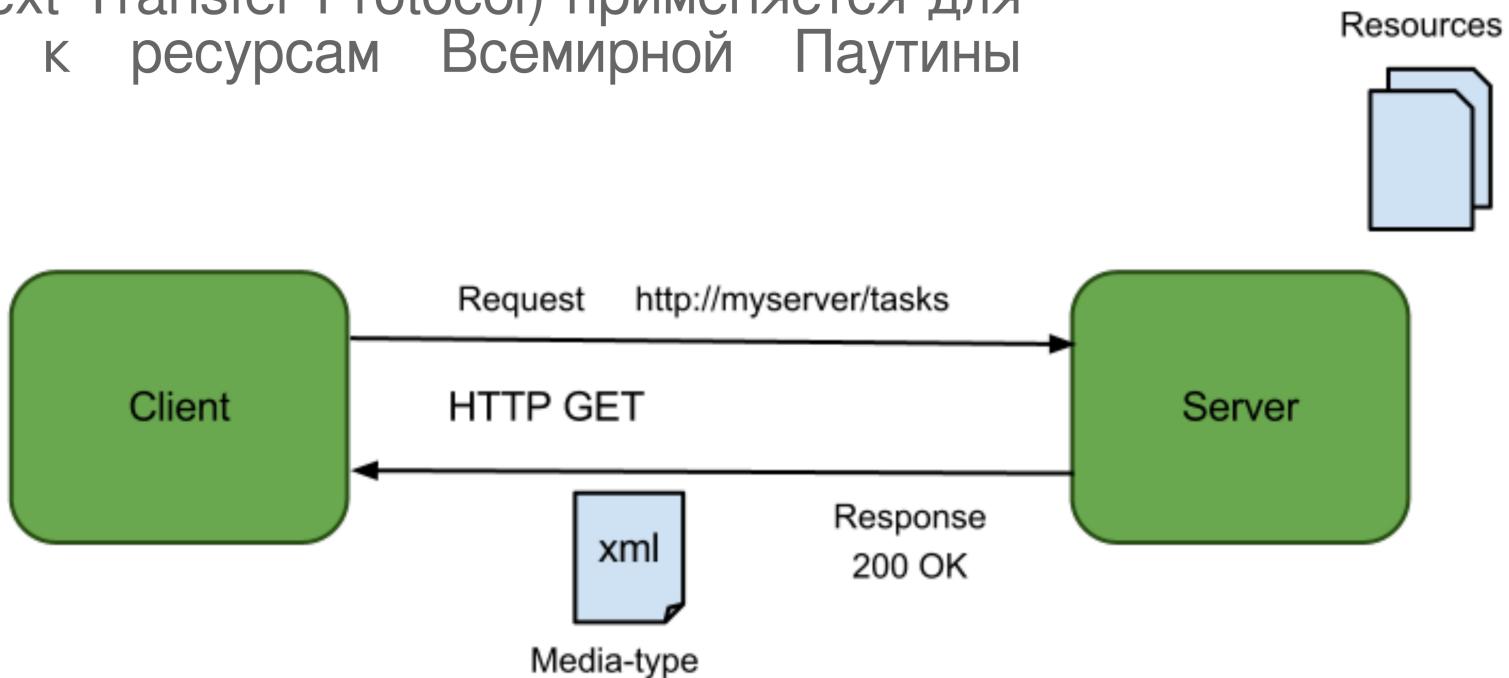
- протокол HTTP — для доступа к данным (*ресурсам*);
- именование по URL — для именования ресурсов;
- форматы MIME — для представления данных разных типов.

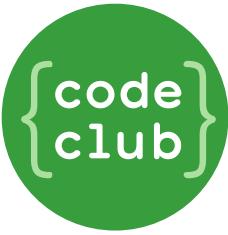


HTTP

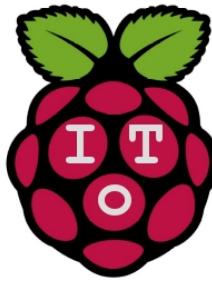


Протокол передачи гипертекста HTTP (HyperText Transfer Protocol) применяется для доступа к ресурсам Всемирной Паутины (WWW).



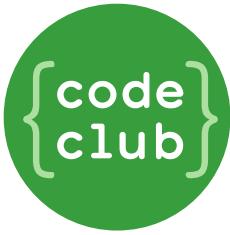


Изменение данных

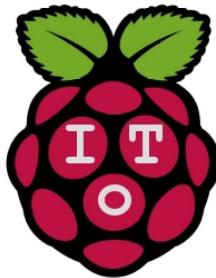


В протоколе HTTP (HyperText Transfer Protocol) предусмотрен стандартный набор операций для манипулирования данными (CRUD = Create, Read, Update, Delete)

GET /resource/collection	запросить коллекцию ресурсов
POST /resource/collection	добавить единичный ресурс в коллекцию
GET /resource/collection/id	запросить единичный ресурс
PUT /resource/collection/id	изменить ресурс (или коллекцию)
DELETE /resource/collection/id	удалить ресурс (или коллекцию)



URL



Универсальный указатель ресурса URL (Uniform Resource Locator) применяется для именования ресурсов Всемирной Паутины (WWW):

<схема>://[<логин>[:<пароль>]@]<хост>[:<порт>]][<URL-путь>][?<параметры>][#<якорь>]

http://subdomain.domain.tld/path/to/resource.format

Общепринятые схемы (протоколы) URL:

ftp — Протокол передачи файлов FTP

http — Протокол передачи гипертекста HTTP

https — Специальная реализация протокола HTTP, использующая шифрование (как правило, SSL или TLS)

mailto — Адрес электронной почты

smb — Протокол SMB/CIFS

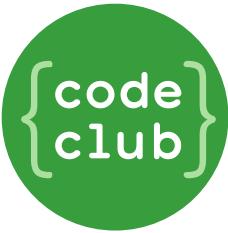
telnet — Ссылка на интерактивную сессию Telnet

xmpp — Протокол XMPP (часть Jabber)

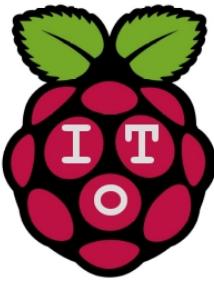
file — Имя локального файла

data — Непосредственные данные (Data: URL)

tel — звонок по указанному телефону



URI

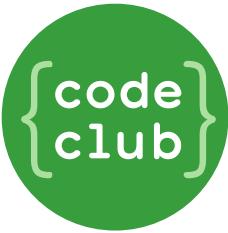


URI (Uniform Resource Identifier) — уникальный идентификатор ресурса в виде **URL** для наименования ресурсов в **REST**. Ресурсы подразделяются на 2 вида:

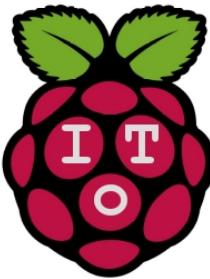
- единичные ресурсы (объекты) и
- коллекции (списки, наборы, массивы) ресурсов.

Но доступ к любому из видов производится однотипно:

- server.net/resource/collection — коллекция;
- server.net/resource/collection/filter — часть коллекции;
- server.net/resource/collection/id — ресурс;
- application.info/class/ — список объектов класса;
- application.info/class/id — объект из списка;
- application.info/class/subclass — объекты подкласса;
- localhost/path/to/dir/ — список файлов в каталоге;
- localhost/path/to/dir/file.txt — файл;



MIME: типы данных

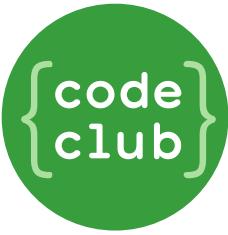


MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) — стандартизированные представления данных, в т. ч. мультимедийных, были разработаны ещё для вложений электронной почты и дополнены новыми типами после появления WWW:

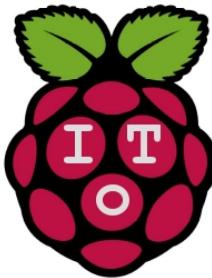
- application/json - JavaScript Object Notation, JSON (RFC 4627);
- application/octet-stream - двоичный файл (RFC 2046);
- application/pdf - Portable Document Format, PDF (RFC 3778);
- application/xml - eXtensible Markup Language, XML;
- audio/mpeg - MPEG-аудио, включая MP3 (RFC 3003);
- image/png - Portable Network Graphics, PNG (RFC 2083);
- message/rfc822 - сообщения E-mail (RFC 2045, 2046);
- text/csv - Comma-Separated Values, CSV (RFC 4180);
- text/html - HyperText Markup Language, HTML (RFC 2854);
- text/plain - текстовые данные (RFC 2046, 3676);
- video/mpeg - MPEG-1 (RFC 2045, 2046);

Нестандартные типы (x): application/x-font-ttf, text/x-jquery-tmpl, ...

Типы вендоров (vnd): application/vnd.ms-excel, audio/vnd.wave, ...



MIME : представления



1. Клиент может запросить у HTTP-сервера требуемое представление ресурса (media type) одним из способов:

- как часть URI (выглядит, как суффикс файла):

resource.HTML

resource.XML

resource.JSON

resource.PDF

- в заголовке Accept запроса HTTP:

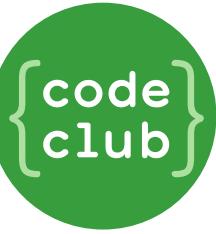
Accept: text/html

Accept: application/xml

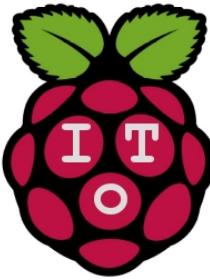
Accept: application/json

Accept: application/pdf

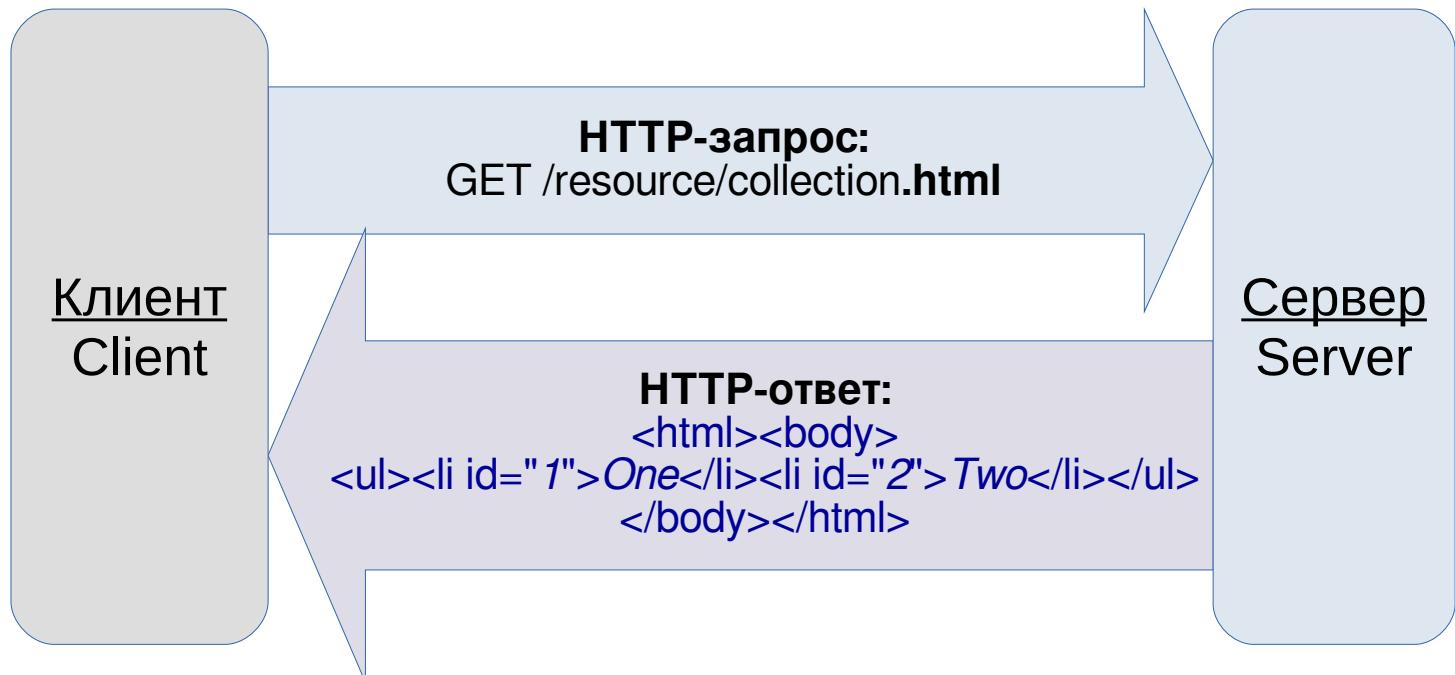
2. Сервер сообщает о представлении передаваемого ресурса в заголовке Content-Type ответа HTTP.

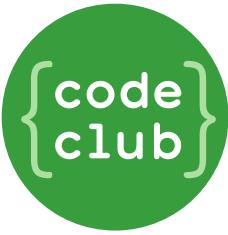


REST: доступ к данным

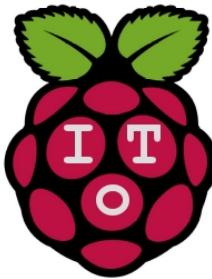


- Ресурс уникально **идентифицируется** по URI.
- **REST-запрос:** глагол HTTP (GET / PUT / POST / DELETE) для выполнения действия.
- **Данные** для обновления: в параметрах запроса.
- Желаемое **представление:** в параметрах запроса.
- **Ресурс** в нужном представлении — в HTTP-ответе.



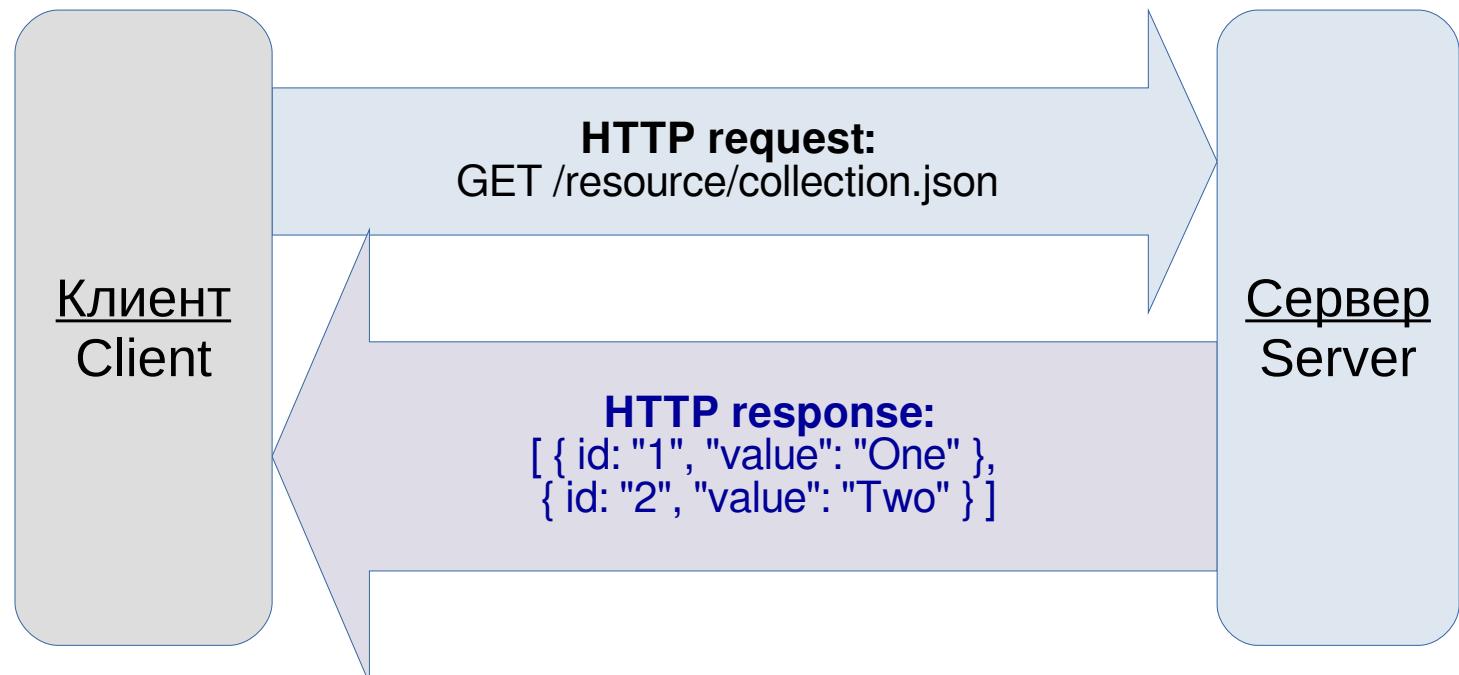


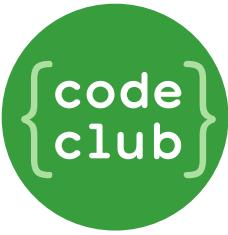
REST: представление данных



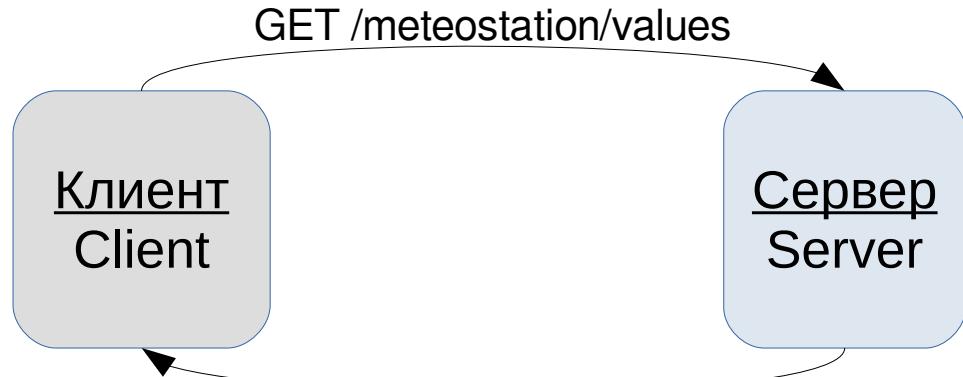
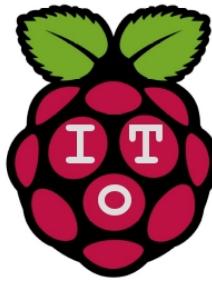
Клиент может
запросить тот же самый
ресурс в другом
представлении (JSON).

Сервер может
преобразовать ресурс
из неизвестной для
клиента формы
хранения (реляционная
БД) в запрошенное
представление.



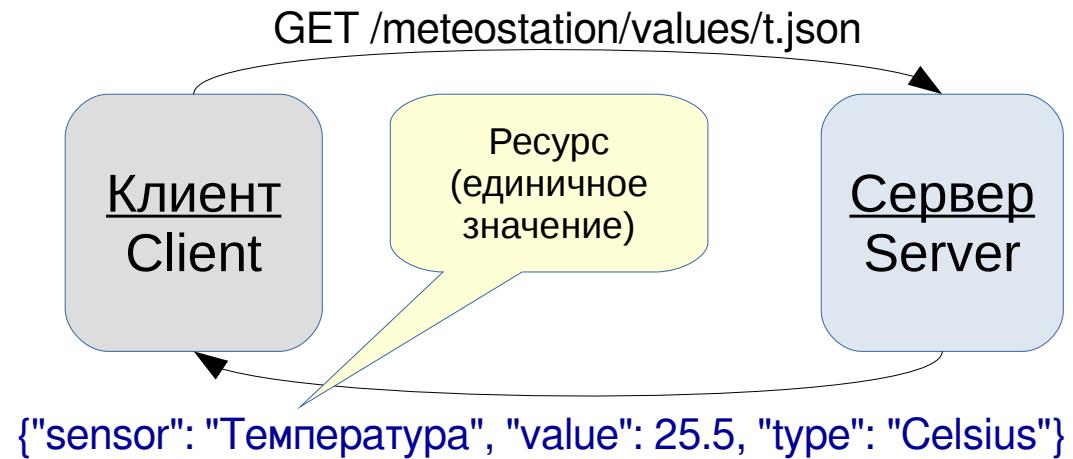


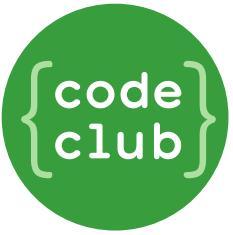
REST: примеры запросов



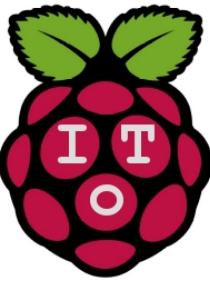
```
[{"sensor": "Температура",  
"value": 25.5, "unit": "Celsius"},  
 {"sensor": "Влажность",  
"value": 48.0, "unit": "procent"},  
 {"sensor": "Давление",  
"value": 749.3, "unit": "mm Hg"}]
```

Коллекция
(набор значений)





REST



Где можно применить REST?