

# Исследование проблем взаимодействия устройств с ограниченными ресурсами через сеть интернет

Аспирант 3 г.о.:  
Научный руководитель:

Пилипенко Н.А.  
к.т.н. Восков Л.С.

Москва, 2015 г.

# IoT и WoT

**Интернет Вещей** - концепция пространства, предполагающая единую сеть объектов реального и цифрового окружения.

**Web вещей** - следующий этап развития концепции, ориентированный на использование Web технологий и стандартов.



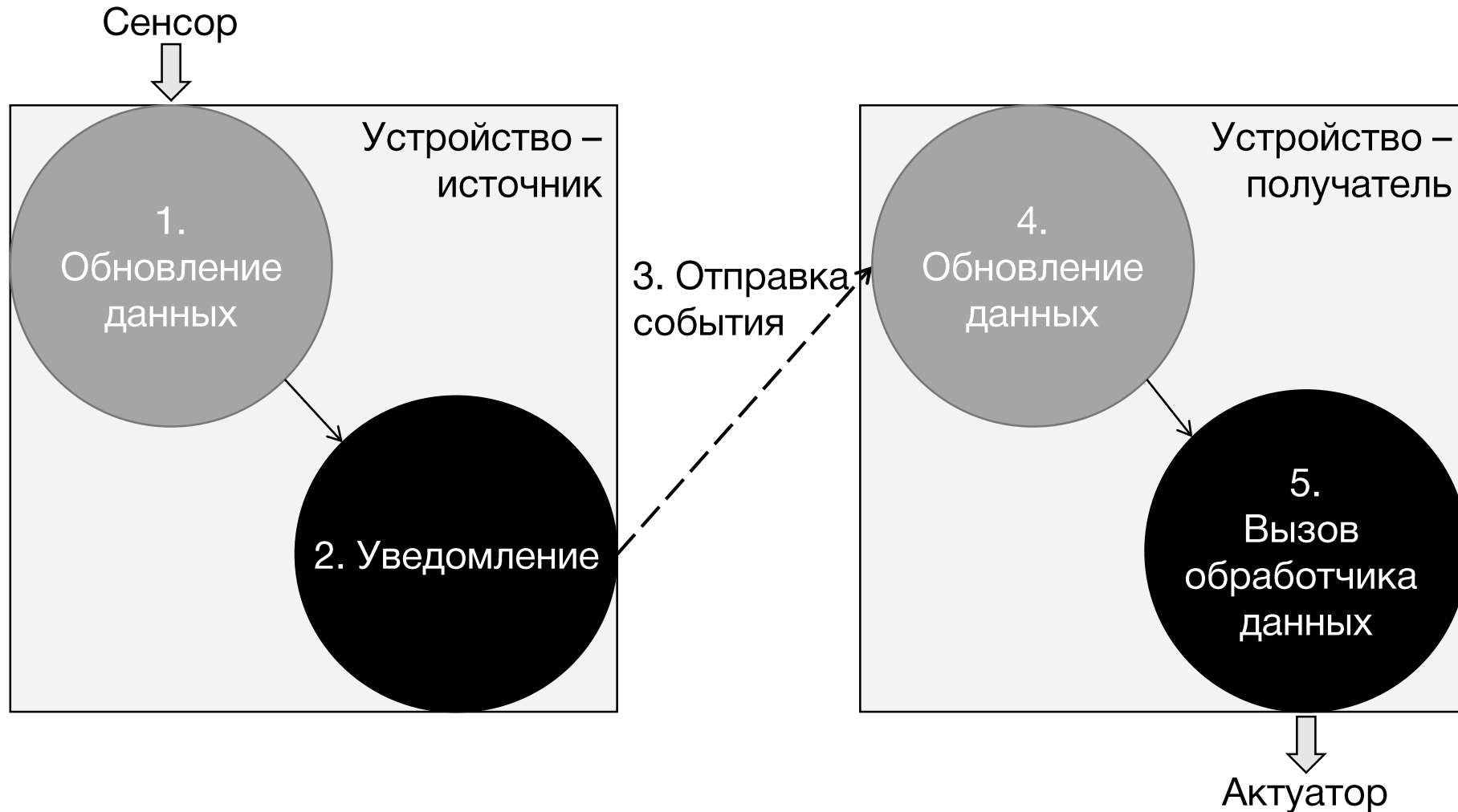
# Характеристики WoT

HTTP – основной протокол для взаимодействия

RESTful архитектура

Интерфейсы открыты для интеграции

# Событийно-ориентированная модель



# Цель работы

Повышение качества сервиса системы взаимодействующих через интернет устройств за счет динамического выбора протоколов.

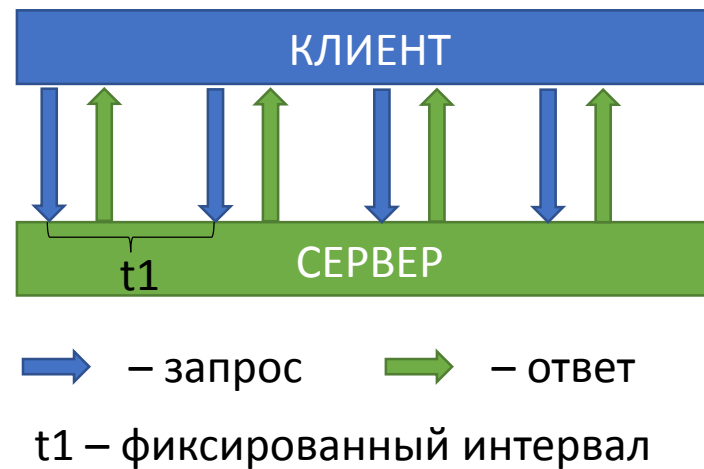
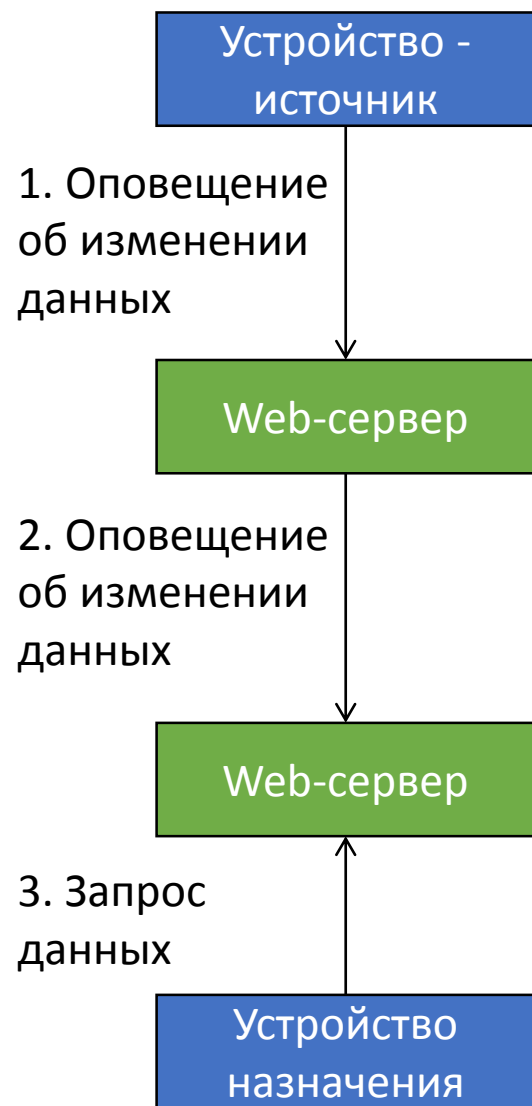
Объект исследования – сеть взаимодействующих распределенных устройств.

Предмет исследования – динамический выбор протокола взаимодействия для повышения качества сервиса системы взаимодействующих устройств.

# Задачи

- проведение анализа существующих моделей асинхронного взаимодействия в Web'е вещей;
- выбор допустимых протоколов для реализации;
- создание мат. модели среды с динамическим выбором протокола;
- подготовка установки для проведения эксперимента.

# Polling



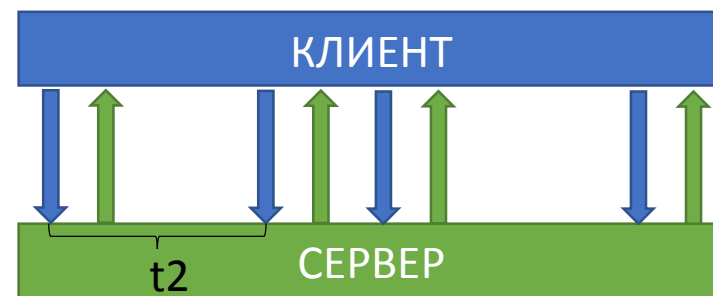
# Long Polling

## Достоинства:

- снижение количества запросов по сравнению с обычным Polling;
- снижение нагрузки на сервер и клиент по сравнению с обычным Polling;
- поддержка любыми браузерами.

## Недостатки:

- усложнение схемы реализации;
- увеличение количества активных соединений на сервере.



→ – запрос    → – ответ

t2 – переменный интервал



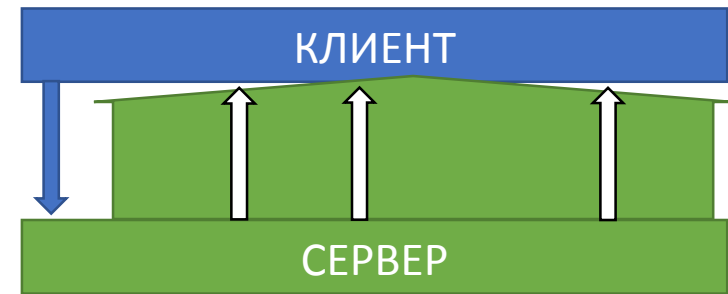
# Forever Frame

Достоинства:

- простота реализации;
- данные передаются клиенту, как только были получены сервером;
- поддержка любыми браузерами.

Недостатки:

- увеличение количества активных соединений на сервере (на каждый iframe);
- симплексное соединение;
- нет возможности использования клиентами, не являющимися браузерами.



— запрос      — ответ  
⇨ — фрагмент данных

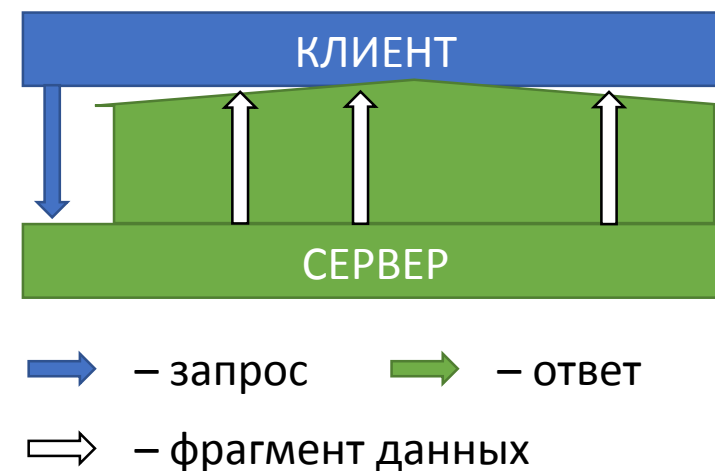
# Server-Sent Events

## Достоинства:

- простота реализации;
- данные передаются клиенту, как только были получены сервером;
- является частью стандарта HTML5.

## Недостатки:

- симплексное соединение;
- поддерживается не всеми браузерами.



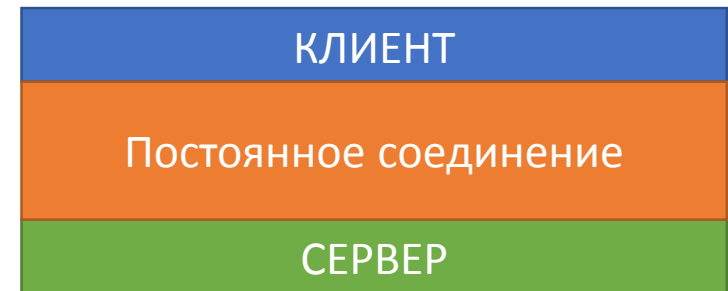
# WebSockets

## Достоинства:

- режим Full Duplex;
- классический TCP сокет;
- поддерживается не только браузерами;
- высокая производительность;
- масштабируемое решение;
- простота реализации.

## Недостатки:

- существуют всего лишь черновики данного стандарта;
- блокируется многими прокси-серверами.



# IoT протоколы

Message Queue Telemetry Transport (**MQTT**)

Constrained Application Protocol (**CoAP**)

Extensible Messaging and Presence Protocol (**XMPP**)

Simple (Streaming) Text Oriented Message Protocol (**STOMP**)

# Оценка протоколов (задержка)

WebSocket —

SSE —

Long Polling —

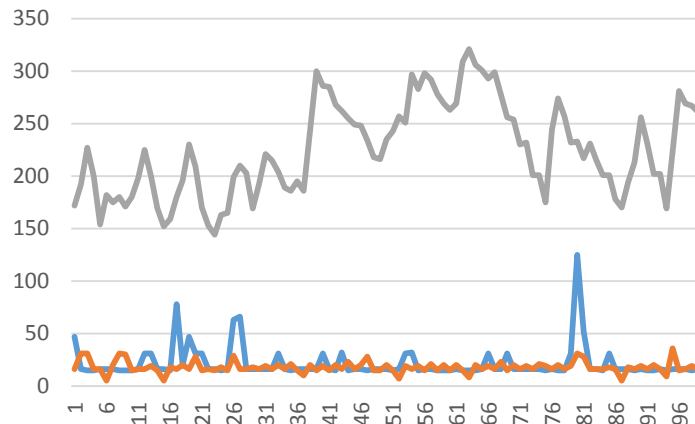
1. "Идеальный" канал; 1 мб

2. "Идеальный" канал; 4 мб

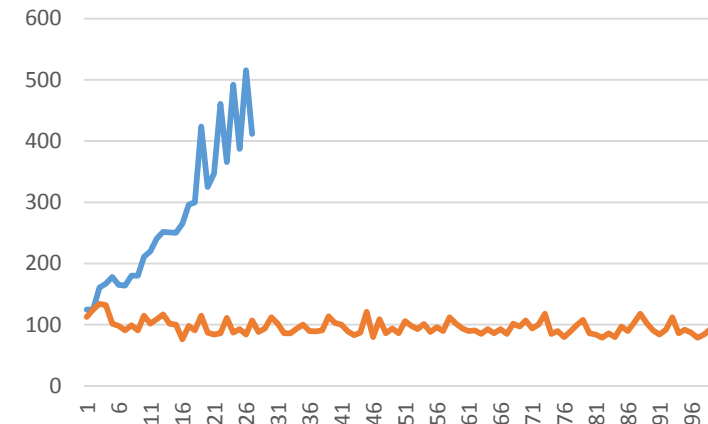
3. Мобильный канал; 1кб

4. Мобильный канал; 1б

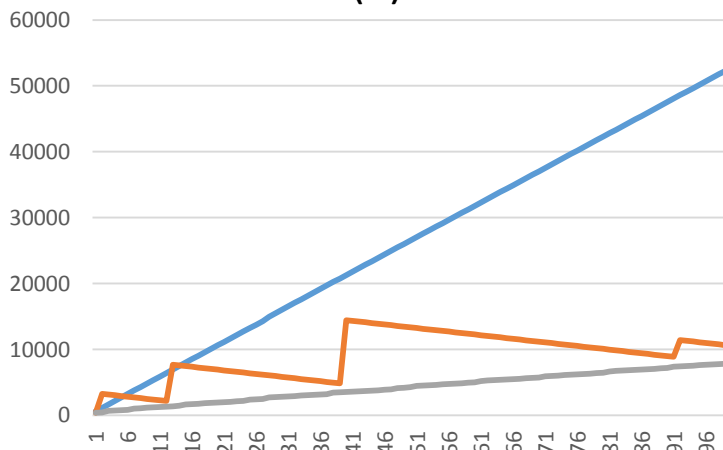
(1)



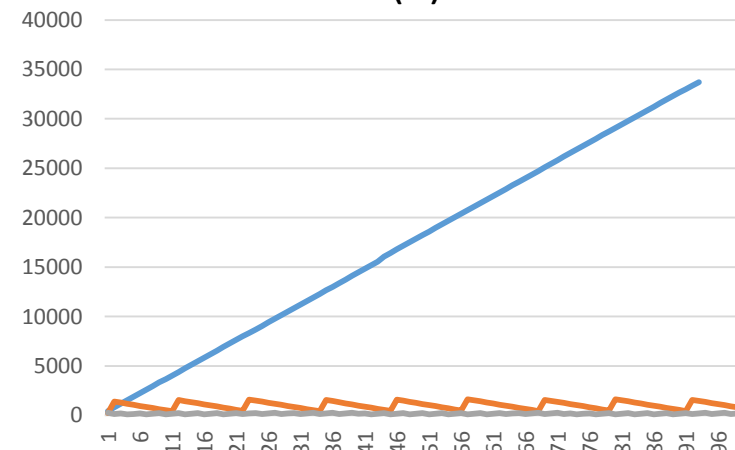
(2)



(3)



(4)



# Оценка протоколов

Избыточность (байт / сообщение):

WebSocket: ~100 байт

SSE: ~400 байт

Long Polling: ~500 байт

Использование процессора (время / сообщение):

WebSocket: ~0.1 мс

SSE: ~0.5 мс

Long Polling: ~5 мс

# Общая постановка задачи

## Исходные данные:

- Сеть взаимодействующих устройств, состоящая из  $n$  узлов с ограниченными ресурсами.
- $r$  протоколов для передачи данных с различными характеристиками.
- Для каждой пары взаимодействующих узлов известен объем данных, который должен быть передан.

**Требуется найти** такой набор протоколов для каждой пары устройств, чтобы ресурс ни одного из устройств не был превышен.

# Модель среды

$$S = (N, P, R, L)$$

$N$  – множество узлов,  $n=(nr_1, nr_2, \dots, nr_m)$

$P$  – множество протоколов,  $p=(f_1, f_2, \dots, f_m)$

$R$  – множество типов ресурсов

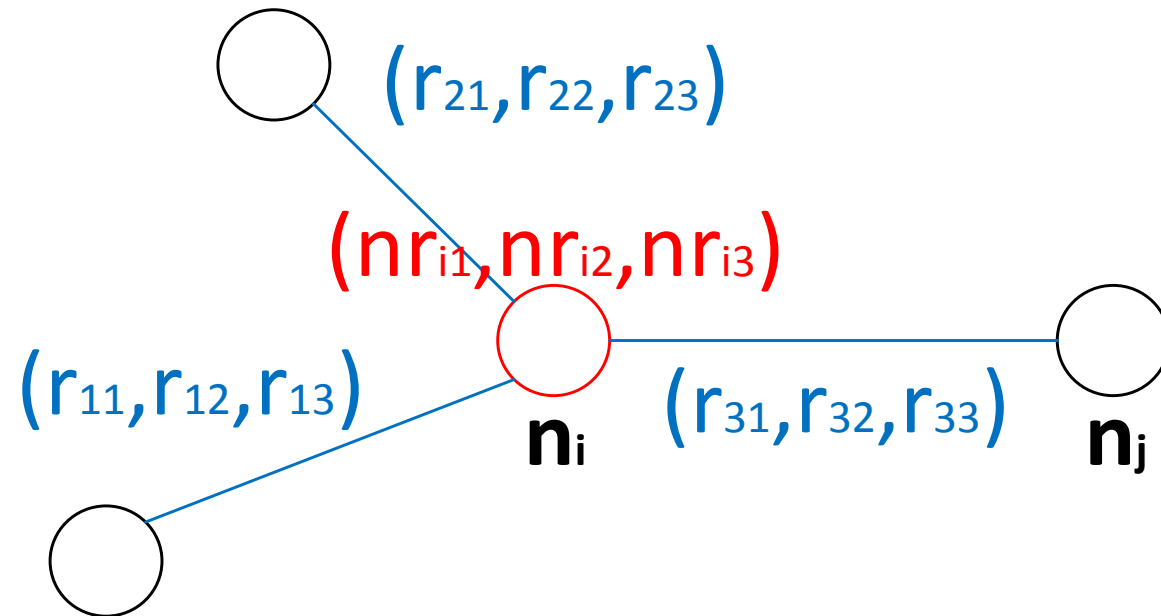
$L$  – множество связей между узлами,  $l = (ln_1, ln_2, lp, lv)$ ,

$ln_1 \in N, ln_2 \in N, ln_1 \neq ln_2, lp \in P$

$lv$  – объем передаваемых данных между узлами



# Расход ресурсов узла сети



# Ограничения

$\forall j \in 1..n, \forall k \in 1..r,$

$$\sum_{i=1}^{nl_j} f(x_i, v_i, k) < nr_{jk},$$

$nl_j$  – количество инцидентных ребер  $j$ -ой вершины

$nr_{jk}$  – количество  $k$ -го типа ресурса  $j$ -го узла

$$x_i \in P$$

# Целевая функция

$$\sum_{i=1}^l f(x_i, v_i, k) \rightarrow \min$$

$l$  – количество ребер графа.

# Границы решения

Наилучшее решение

$$p_{min} = \left( \min_{i \in 1..p} f_{i1}, \min_{i \in 1..p} f_{i2}, \dots, \min_{i \in 1..p} f_{ik} \right)$$

Наихудшее решение

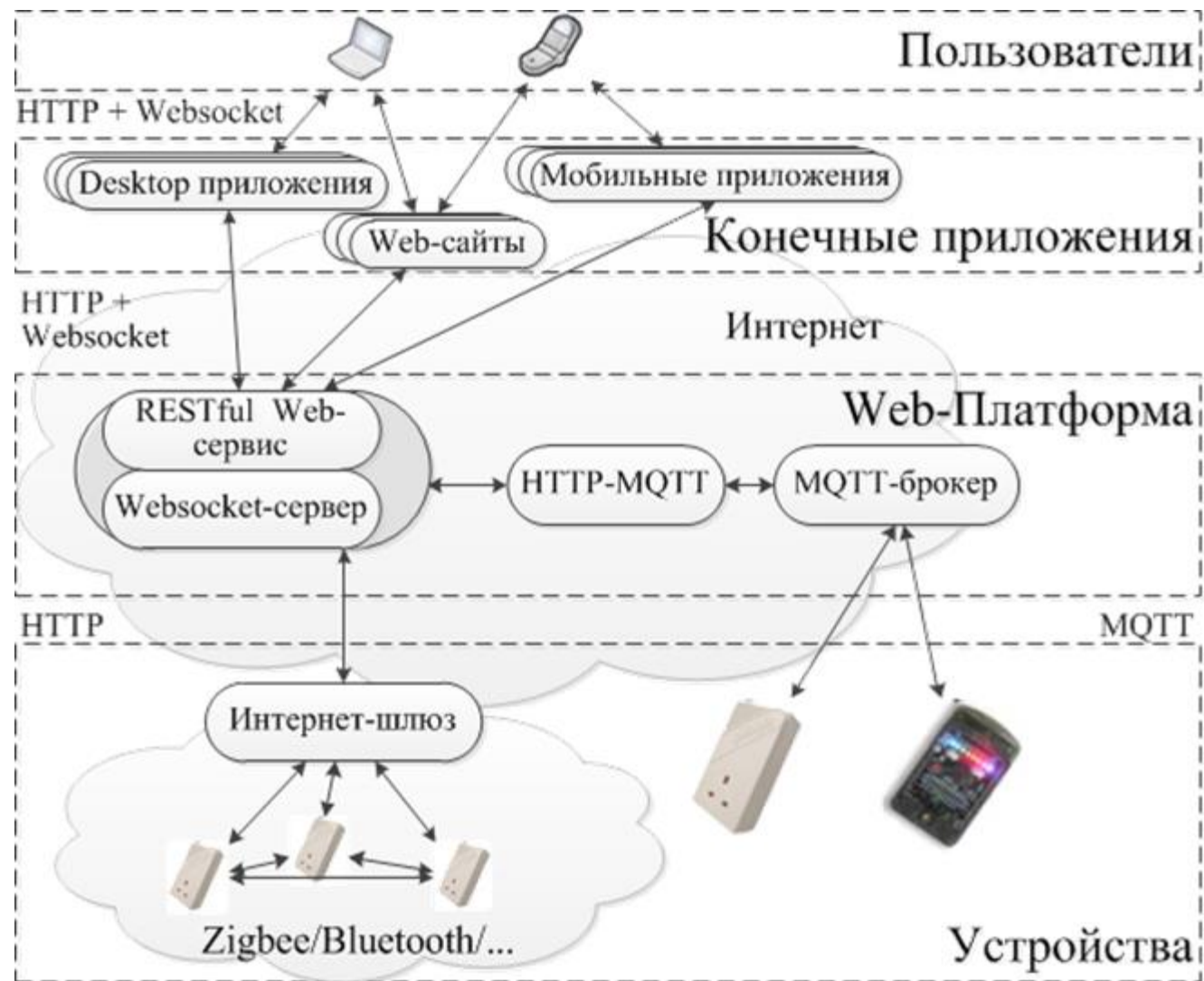
$$p_{max} = \left( \max_{i \in 1..p} f_{i1}, \max_{i \in 1..p} f_{i2}, \dots, \max_{i \in 1..p} f_{ik} \right)$$

$$\forall k; \forall v \in (0, +\infty) :$$

$$\exists (q_{k1}, q_{k2}, \dots, q_{kp}) :$$

$$f_{q_{k1}}(v) < f_{q_{k2}}(v) < \dots < f_{q_{kp}}(v)$$

# Экспериментальная платформа



# Заключение

- рассмотрена проблема выбора протокола в сети взаимодействующих устройств;
- предложена мат. модель сети устройств с возможностью выбора протокола;
- создана экспериментальная платформа для проведения дальнейших исследований.

**Спасибо за внимание!**