

Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

# Разработка программно-аппаратного комплекса удаленного тестирования устройств Интернета Вещей

Студент:  
Кулик В.А. ИКТИ-53м

Научный руководитель:  
к.т.н., доцент Киричек Р.В.

СПб ГУТ)))

# **Цель и задачи магистерской диссертации**

## **Цель:**

Разработка методов удаленного тестирования устройств Интернета Вещей и программно-аппаратного комплекса для их реализации.

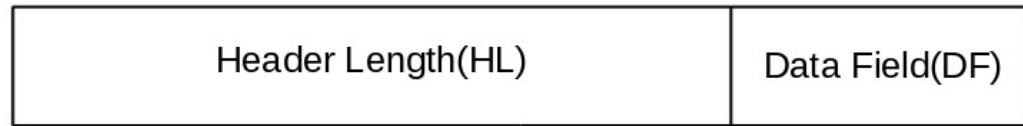
## **Задачи:**

- Провести анализ существующих технологий Интернета Вещей и определить параметры тестирования устройств ИВ;
- Разработать методы тестирования устройств Интернета Вещей;
- Разработать архитектуру программно-аппаратного комплекса для удаленного тестирования устройств Интернета Вещей;
- Разработать программно-аппаратного комплекса для удаленного тестирования устройств Интернета Вещей;
- Провести тестирование разработанного программно-аппаратного комплекса для удаленного тестирования устройств Интернета Вещей.

# Проблема взаимодействия современных ССОП и устройств Интернета Вещей



HL < DF



HL > DF

## Классический сетевой трафик:

Размер поля данных больше, чем размер заголовка

## Трафик Интернета Вещей:

Размер заголовка больше, чем размер поля данных

## Распространенные протоколы Интернета Вещей:

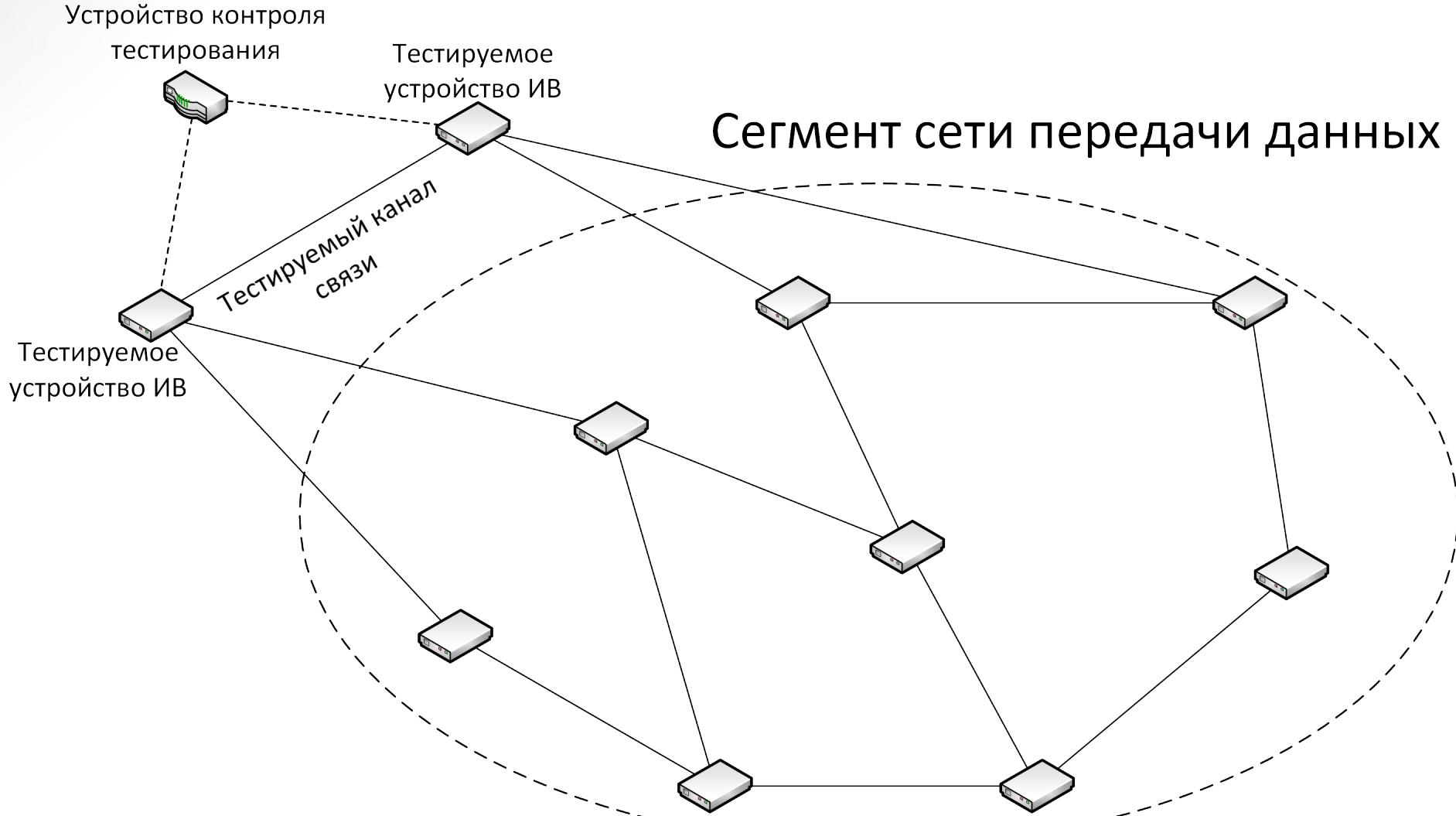
- MQTT;
- CoAP;
- 6loWPAN;
- ZigBeeIP;
- XMPP;
- uPnP;
- HTTP;
- HTTP/2;
- AMQP;
- DDS и др.

# Виды тестирования устройств Интернета Вещей

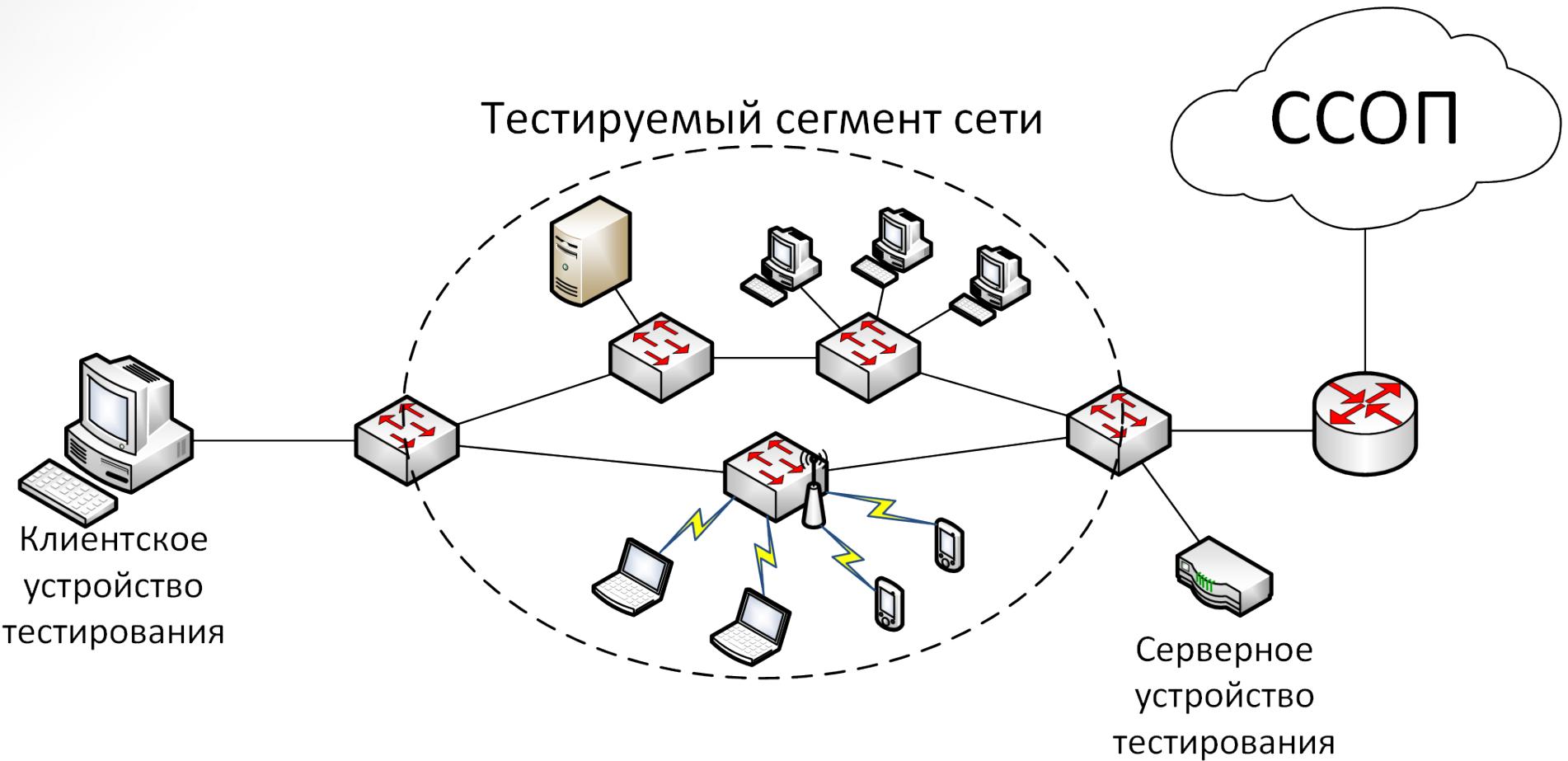
- Тестирование качества канала связи;
- Тестирование безопасности;
- Нагрузочное тестирование;
- Стресстестирование;
- Тестирование продолжительности автономной работы;
- Тестирование качества услуг связи;
- Тестирование прикладного уровня и др.

<b>Вид тестирования</b>	<b>Описание тестирования</b>	<b>Уровень OSI</b>
Тестирование канала связи	Тестирование различных технологий ИВ (IEEE 802.3, IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, IEEE 802.15.4g, 4G/LTE и др.) по параметрам: показатель мощности принимаемого сигнала (RSSI), количество пакетов принятых с ошибкой (PER), задержки доставки пакетов (Delay).	Физический, канальный
Тестирование безопасности	Тестирование безопасности передачи данных (Сетевая безопасность, TLS/SSL или DTLS, SSH и др.).	Сетевой, сеансовый, представления данных
Нагрузочное тестирование	Тестирование по протоколам ИВ: CoAP (UDP), MQTT (TCP), XMPP (TCP), HTTPv1.1 (TCP), HTTP/2 (TCP) и др.	Транспортный, прикладной
Тестирование качества услуг ИВ	Тестирование качества предоставляемых услуг связи по параметрам: сетевая задержка (latency), пропускная способность до узла (downlink), пропускная способность от узла (uplink).	Сетевой, транспортный, прикладной
Удаленное тестирование	Метод удаленного тестирования устройств ИВ.	Канальный, сетевой, прикладной

# Модель тестирования канала связи

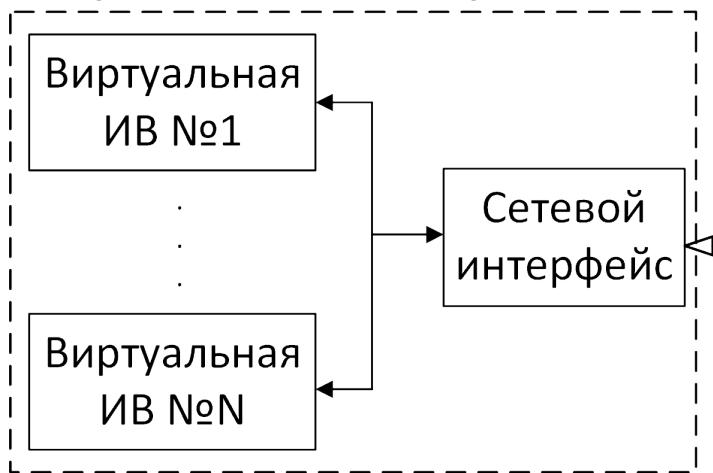


# Модель комплекса для нагрузочного тестирования

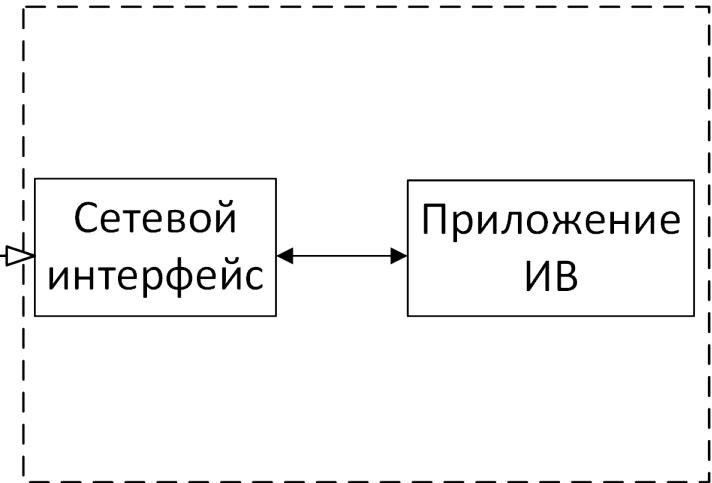


# Виртуальная модель устройства нагружочного тестирования

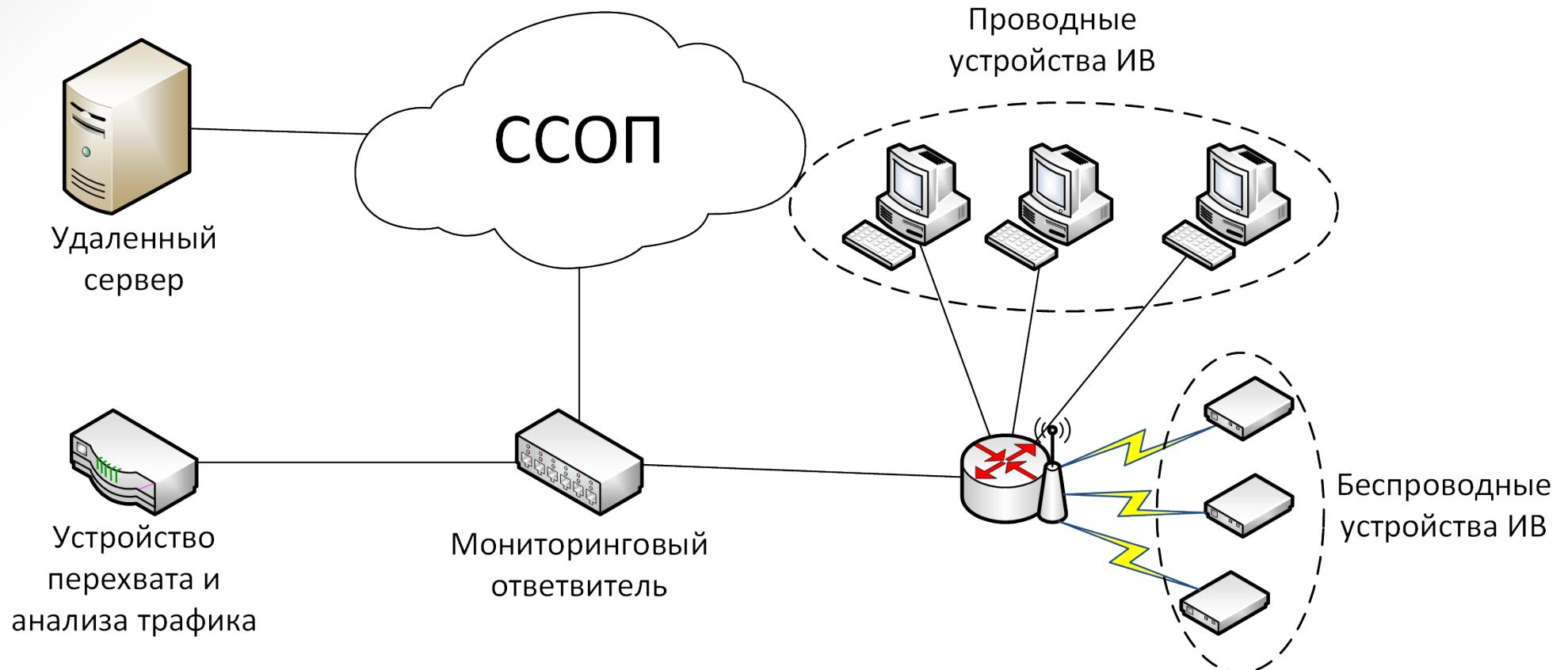
Устройство тестирования



Тестируемое устройство ИВ



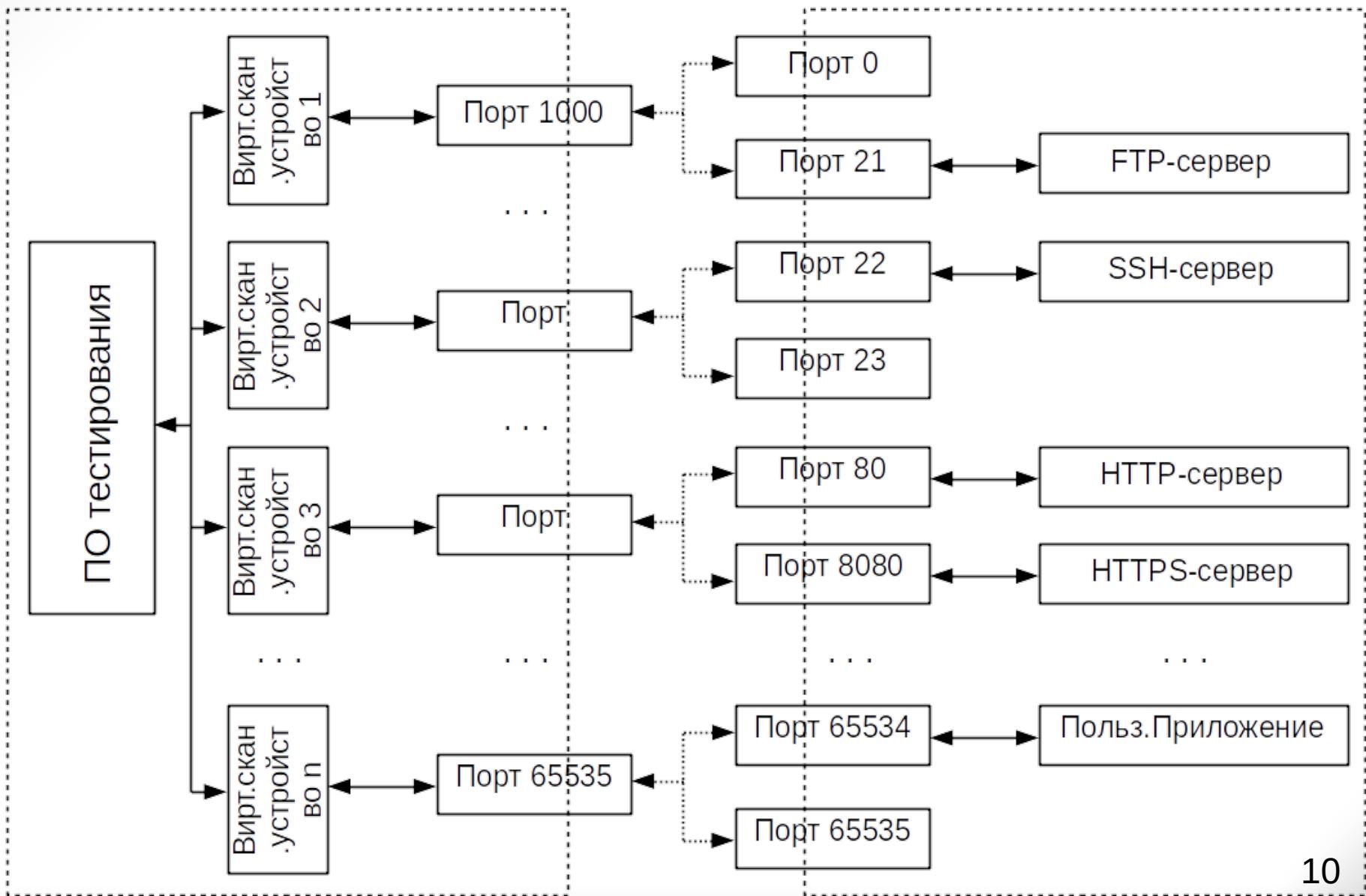
# Модель тестирования сетевой безопасности устройств ИВ на основе анализа трафика



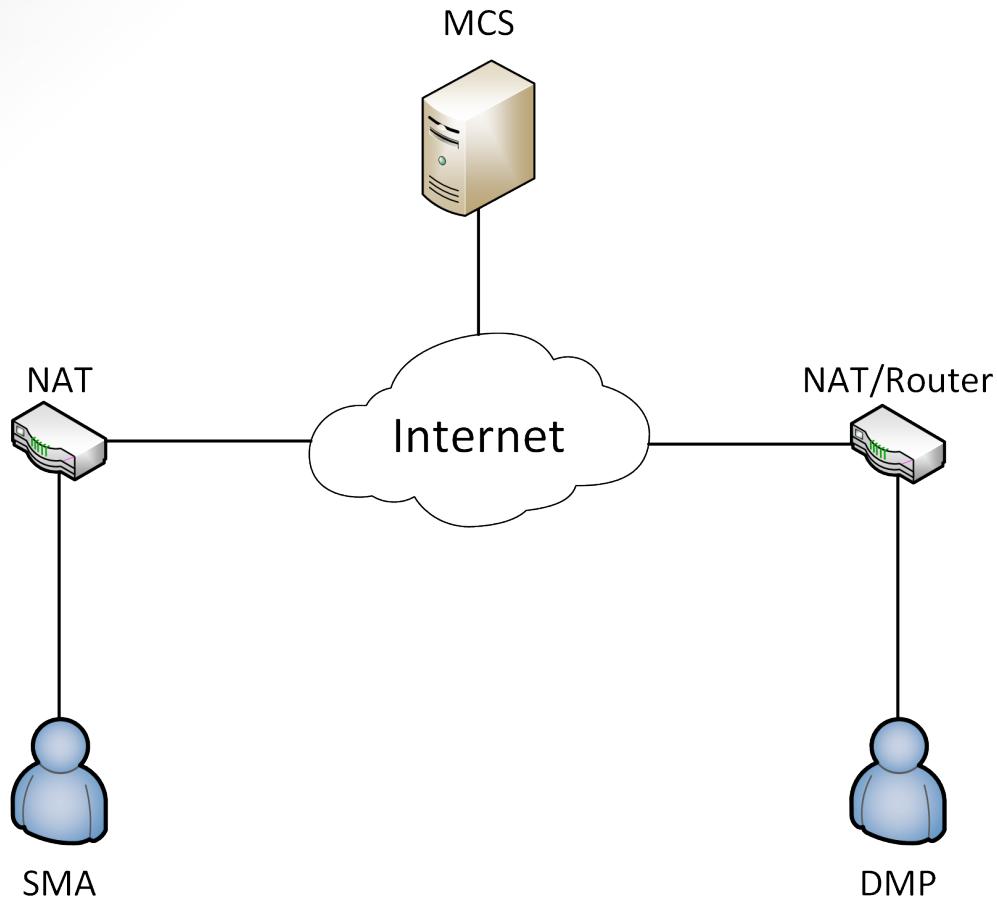
# Обнаружение Интернет Вещей на основе сканирования открытых сетевых портов

Устройство тестирования безопасности

Тестируемое устройство в ССОП



# Архитектура комплекса тестирования качества услуг связи



Основано на рекомендациях:

- ITU-T Q.3960 «Framework of Internet related performance measurements»
- ITU-T Q.3961 «Testing methodologies of Internet related performance measurements including e2e bit rate within the fixed and mobile operator's networks»

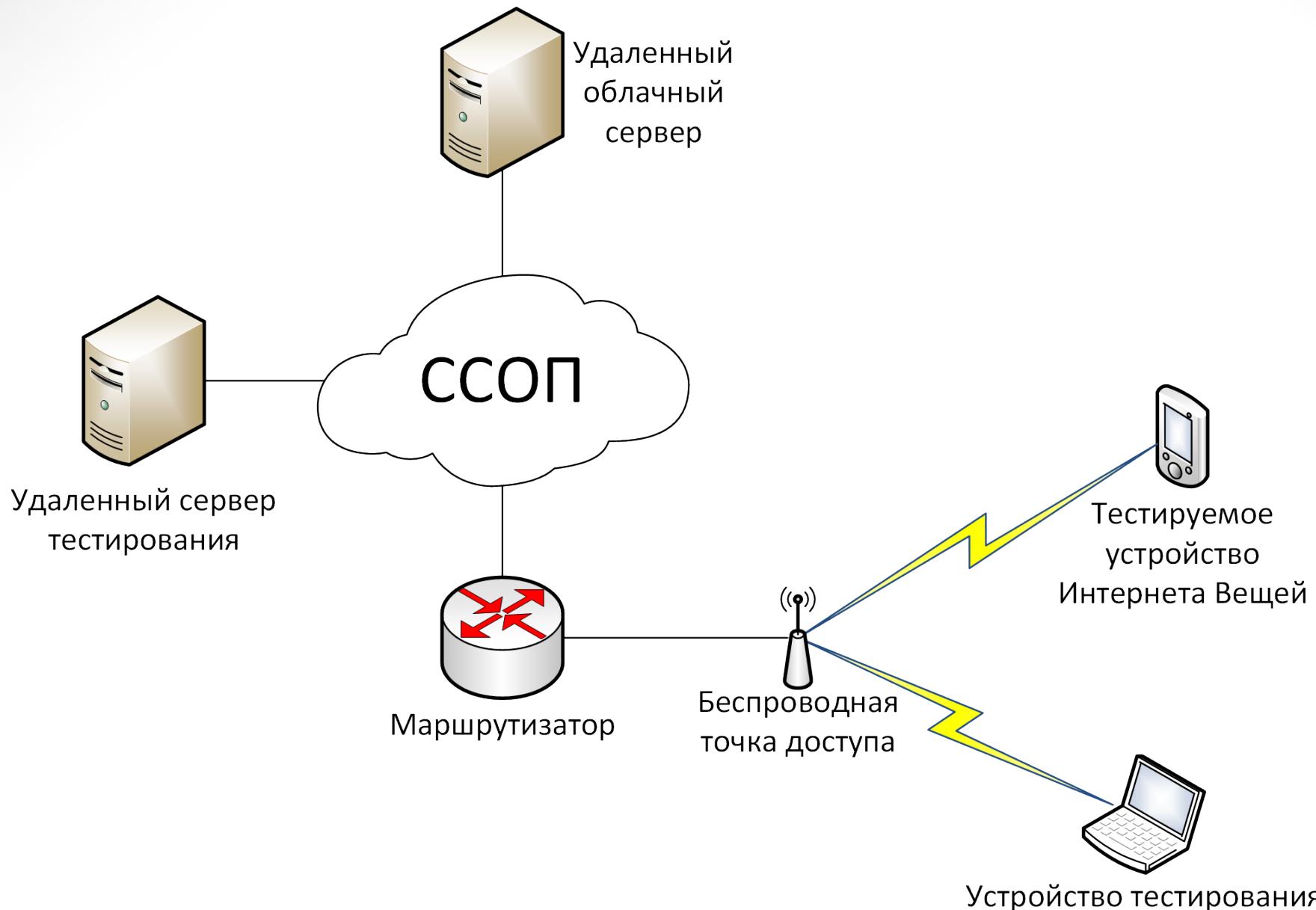
# Методы тестирования качества услуг ИВ на базе процедур Q.3960 и STUN



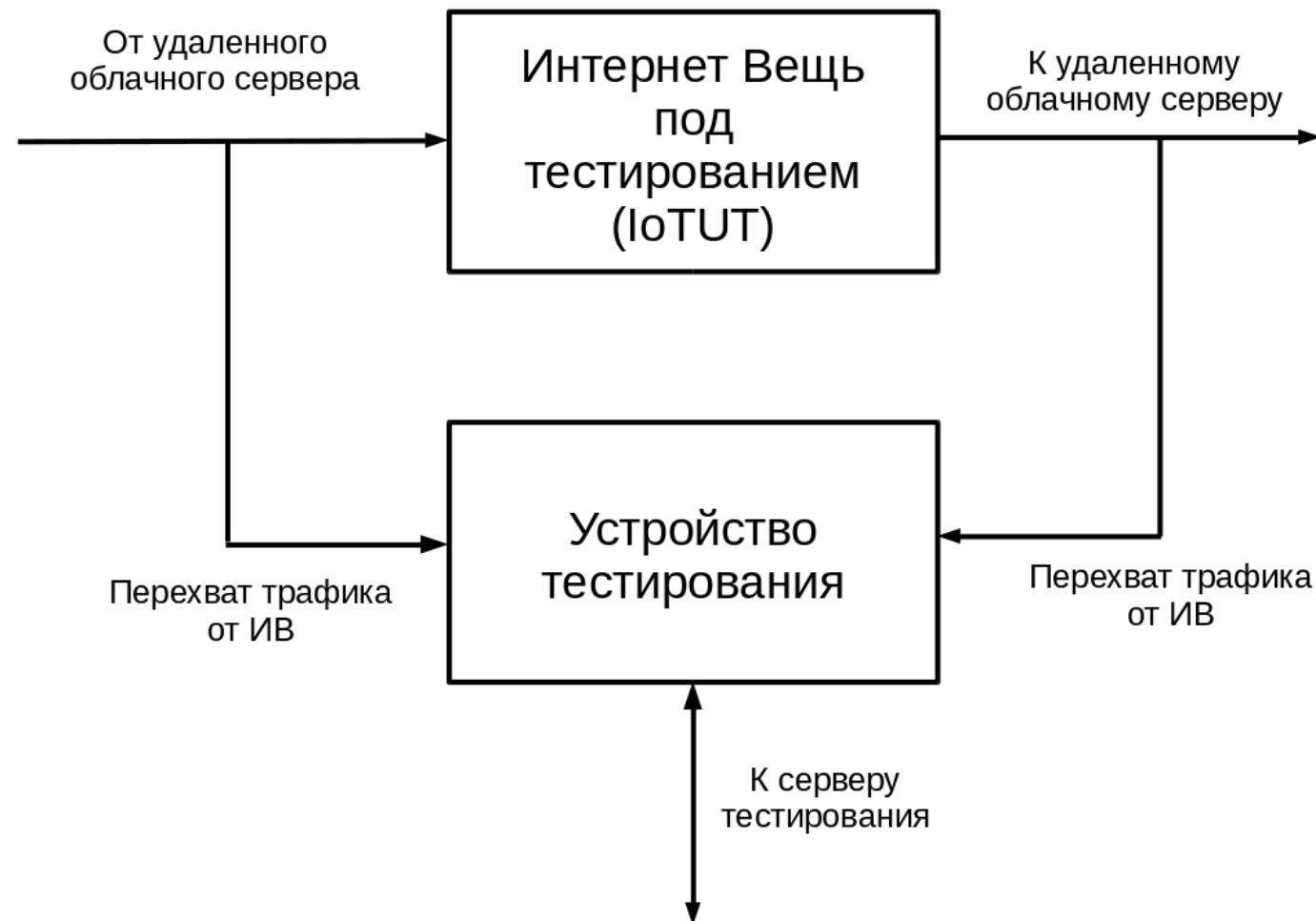
# Методы тестирования качества услуг ИВ на базе процедуры TURN



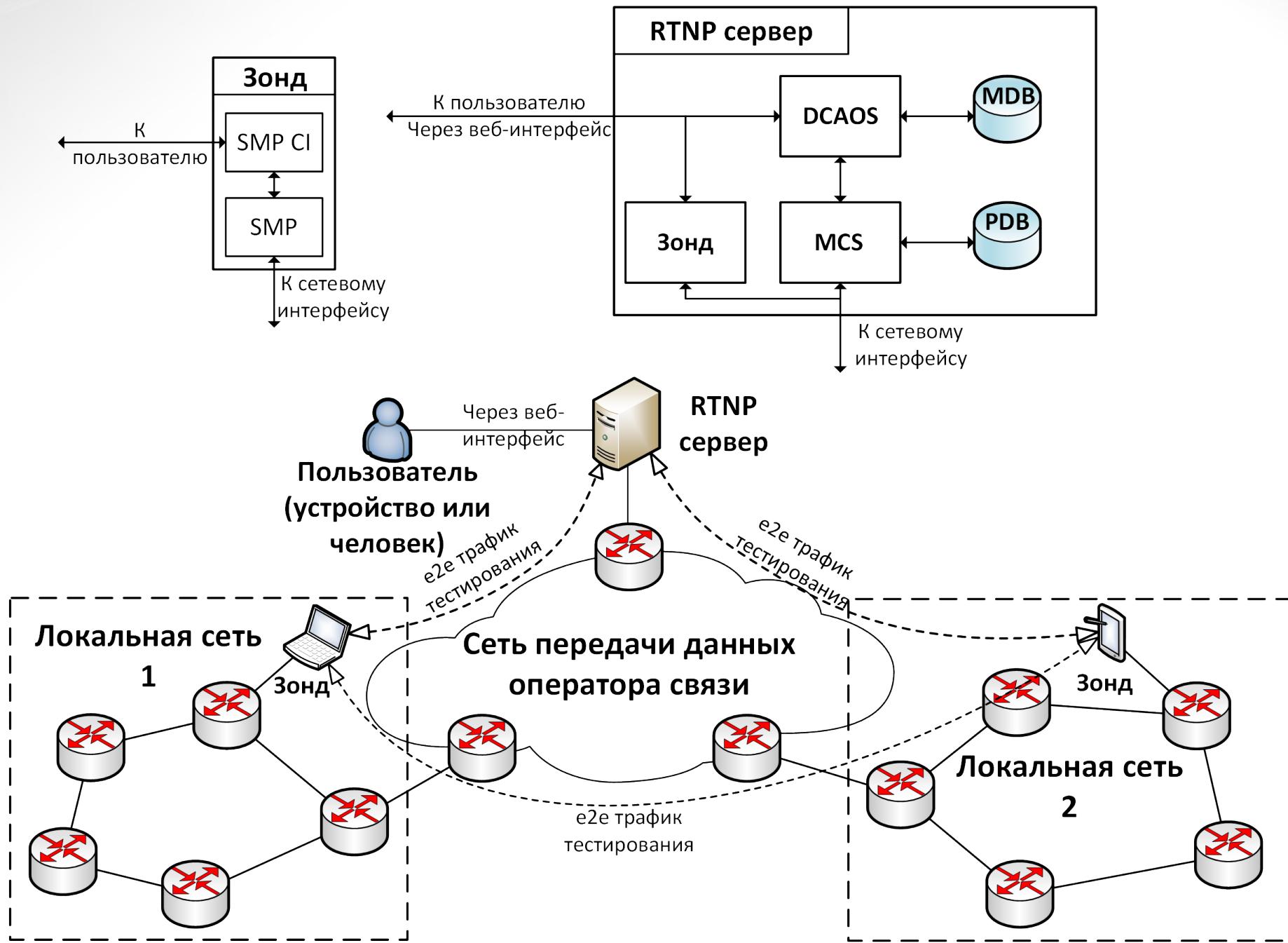
# Модель удаленного тестирования



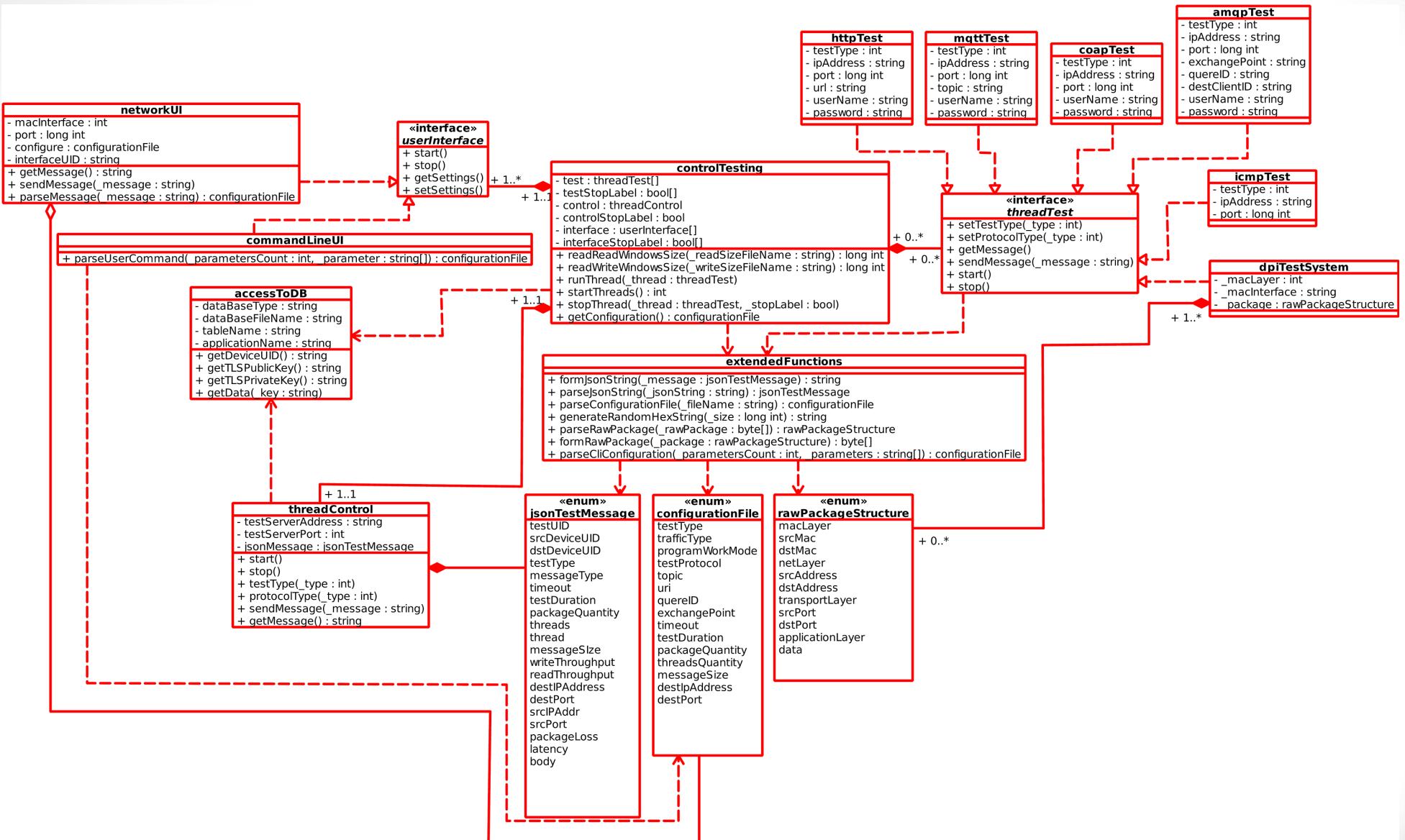
# Устройство Интернета Вещей как «черный ящик»



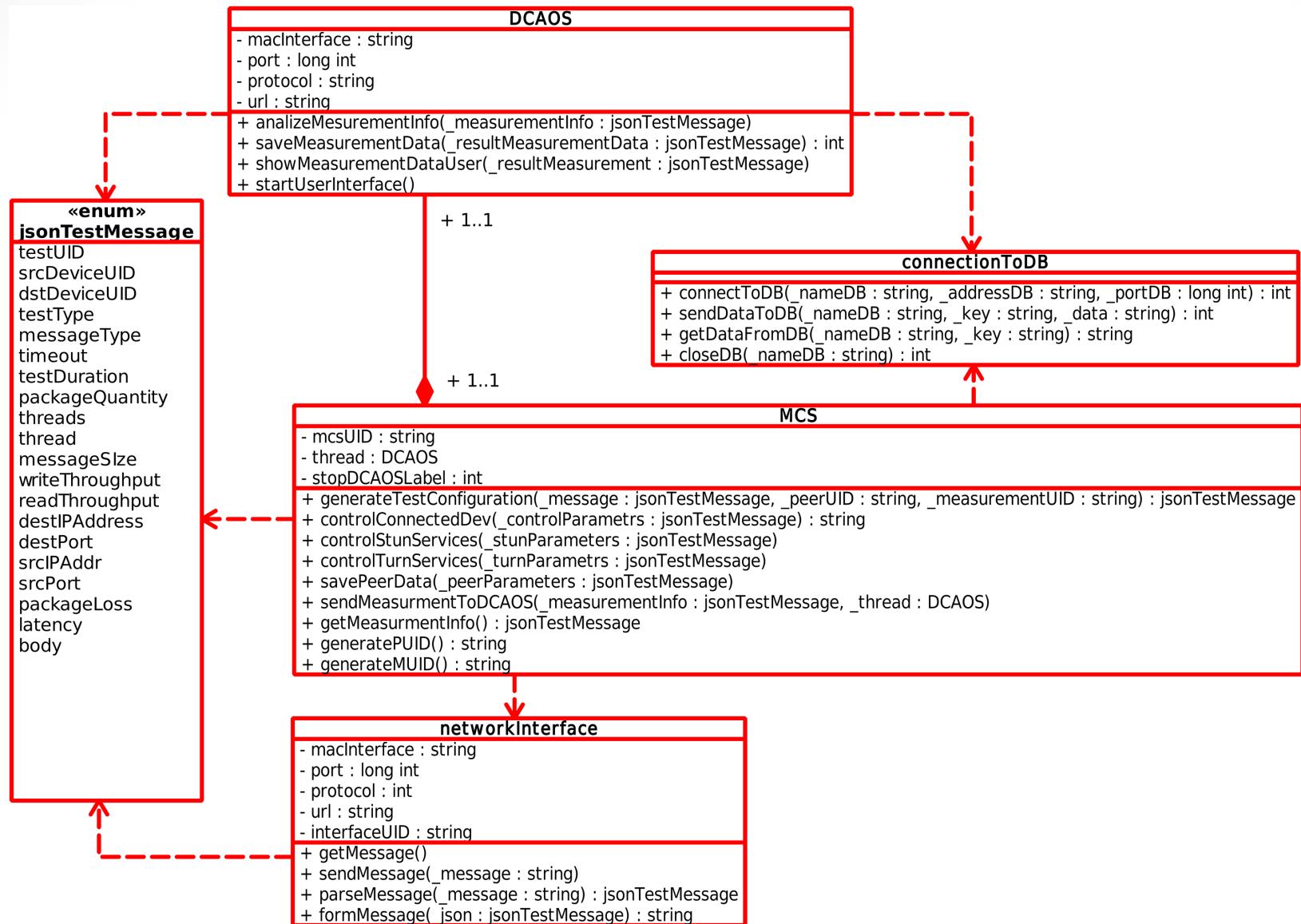
# Архитектура ПАК



# Диаграмма классов ПО зонда



# Диаграмма классов ПО сервера RTNP



# Результаты тестирования качества услуг ИВ

Сетевые параметры	Speedtest.net SMA	2ip.ru SMA	Speedtest.net DMP	2ip.ru DMP
Latency RTT (мс)	1,98	7,57	9,00	59,17
Downlink Throughtput (Мбит/с)	93,49	67,11	40,80	28,81
Uplink Throughtput (Мбит/с)	91,36	85,30	35,17	50,84

Сетевые параметры	e2s	e2e STUN	e2e TURN	SMA → MCS IPerf3 + Ping	DMP → MCS IPerf3 + Ping
Latency RTT (мс)	6,31	8,17	33,17	14,98	12,36
Downlink Throughtput (Мбит/с)	64,19	64,46	45,74	48,44	46,74
Uplink Throughtput (Мбит/с)	71,69	69,11	46,23	48,64	46,81

# Заключение

## Результаты работы:

- Был проведен анализ существующих технологий Интернета Вещей и определены основные подходы к тестированию устройств ИВ;
- Были разработаны методы тестирования устройств Интернета Вещей;
- Была разработана архитектура программно-аппаратного комплекса для удаленного тестирования устройств Интернета Вещей;
- Был разработан программно-аппаратный комплекс для удаленного тестирования устройств Интернета Вещей;
- Было проведено тестирование разработанного программно-аппаратного комплекса для удаленного тестирования устройств Интернета Вещей;.