

**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:
Доцент, к.т.н. Киричек Р.В.

СПб ГУТ)))

Цель и задачи магистерской диссертации

Цель:

Необходимо разработать методы удаленного тестирования устройств Интернета Вещей и программно-аппаратный комплекс для их реализации

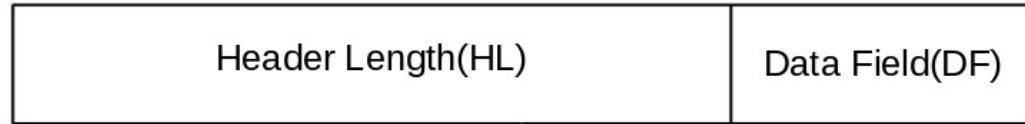
Задачи:

- Исследовать существующие технологии Интернета Вещей и определить параметры тестирования устройств ИВ;
- Разработать методы тестирования устройств Интернета Вещей;
- Разработать архитектуру ПАК;
- Разработать программный комплекс;
- Провести тестирование разработанного ПАК.

Проблема взаимодействия современных ССОП и устройств Интернета Вещей



$HL < DF$



$HL > DF$

**Распространенные протоколы
Интернета Вещей:**

- MQTT;
- CoAP;
- 6loWPAN;
- ZigBeeIP;
- XMPP;
- uPnP;
- HTTP;
- HTTP/2;
- RTMP;
- RTP и др.

Классический сетевой трафик:

Размер поля данных больше, чем размер заголовка

Трафик Интернета Вещей:

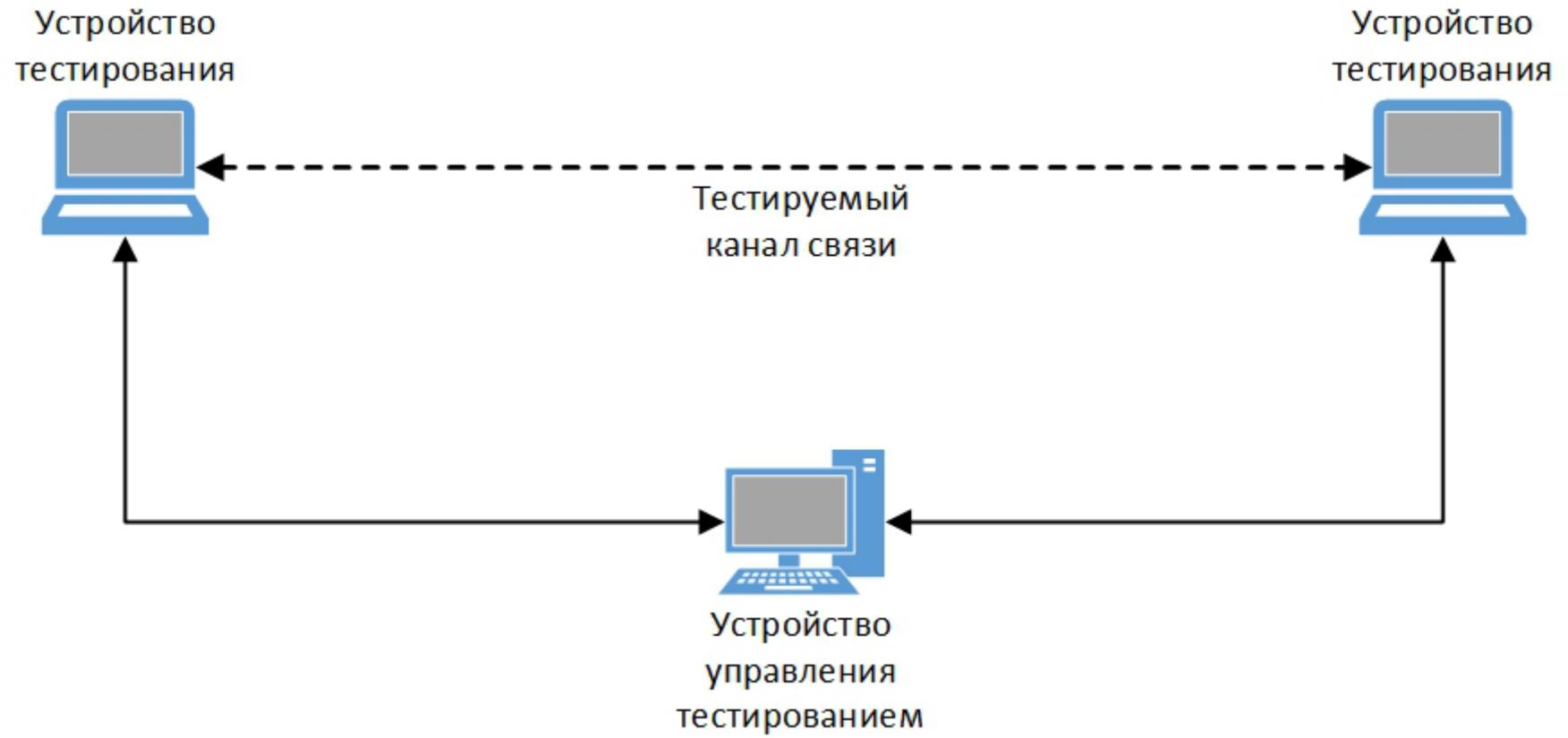
Размер заголовка больше, чем размер поля данных

Виды тестирования устройств Интернета Вещей

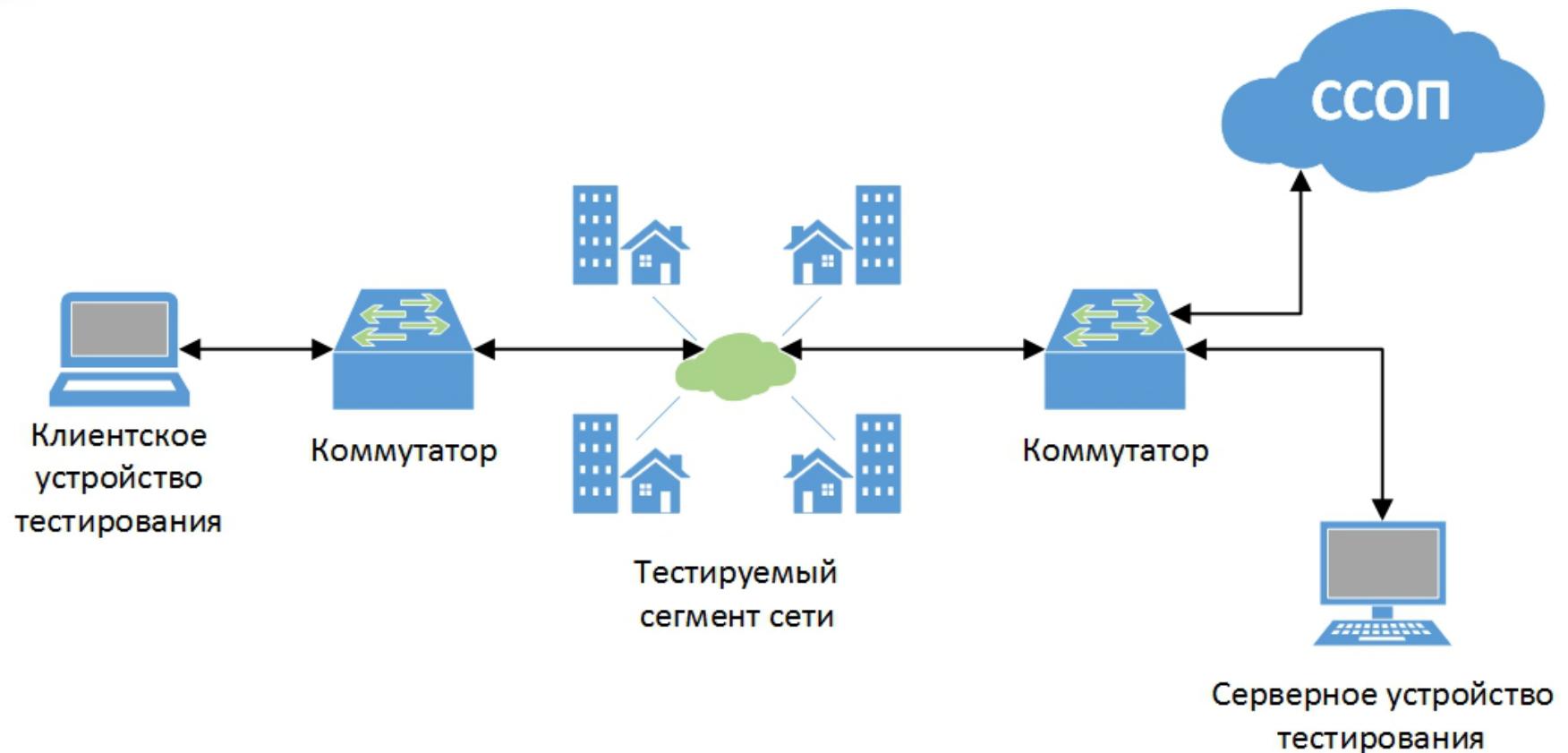
- Тестирование качества канала связи;
- Тестирование безопасности;
- Нагрузочное тестирование;
- Стress-тестирование;
- Тестирование продолжительности автономной работы;
- Тестирование качества услуг связи;
- Тестирование прикладного уровня и др.

Вид тестирования	Описание тестирования	Уровень OSI
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

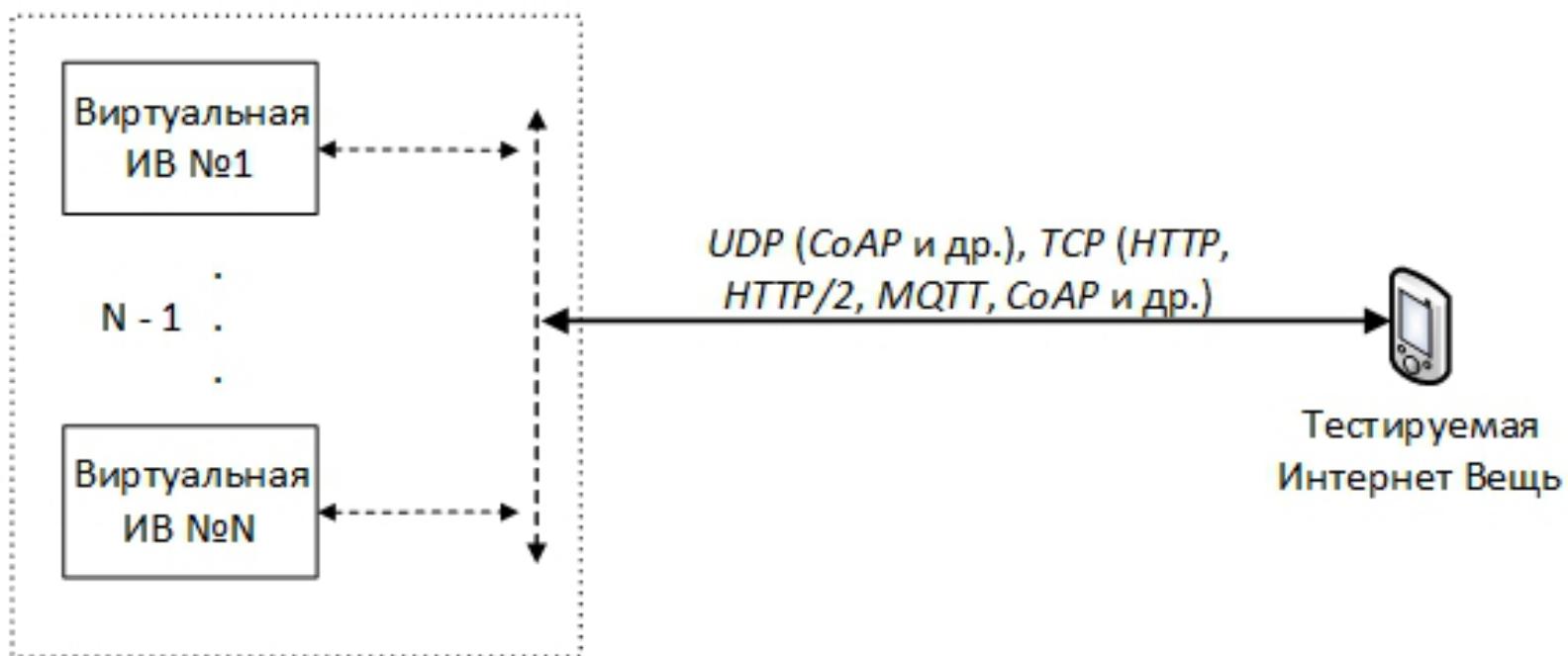


Модель комплекса для нагружочного тестирования

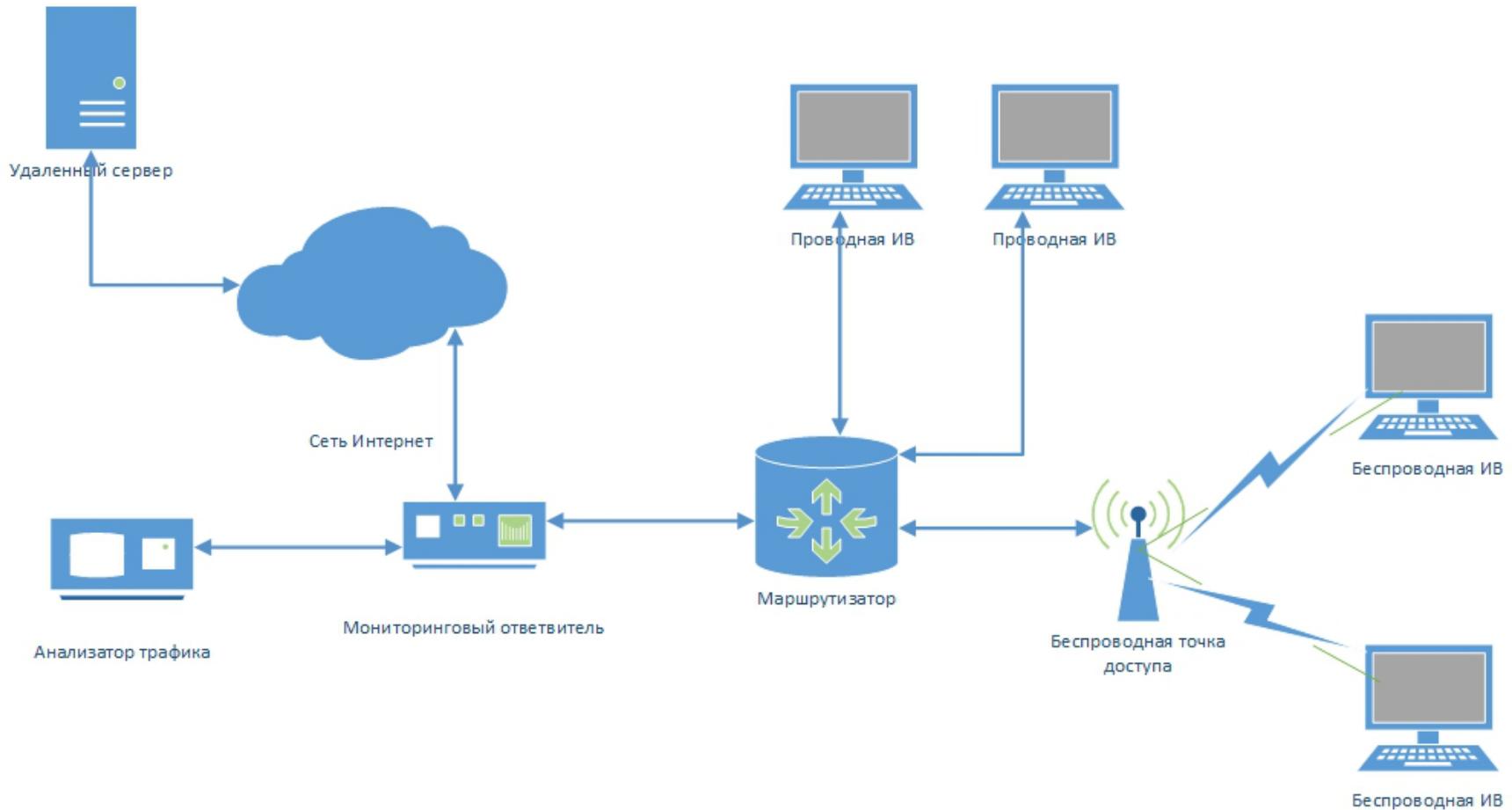


Виртуальная модель устройства нагрузочного тестирования

Устройство тестирования



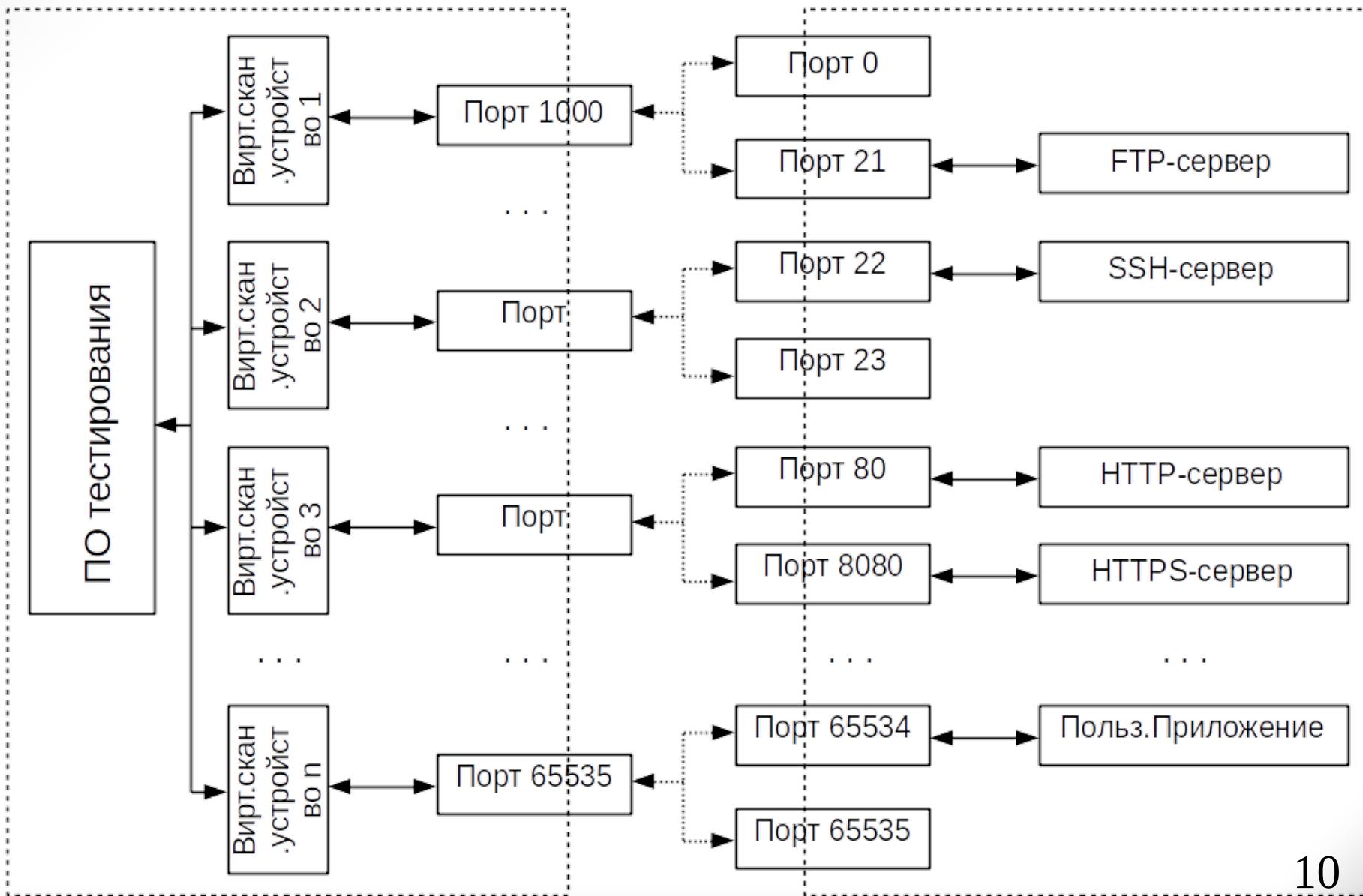
Модель тестирования сетевой безопасности устройств ИВ на основе анализа трафика



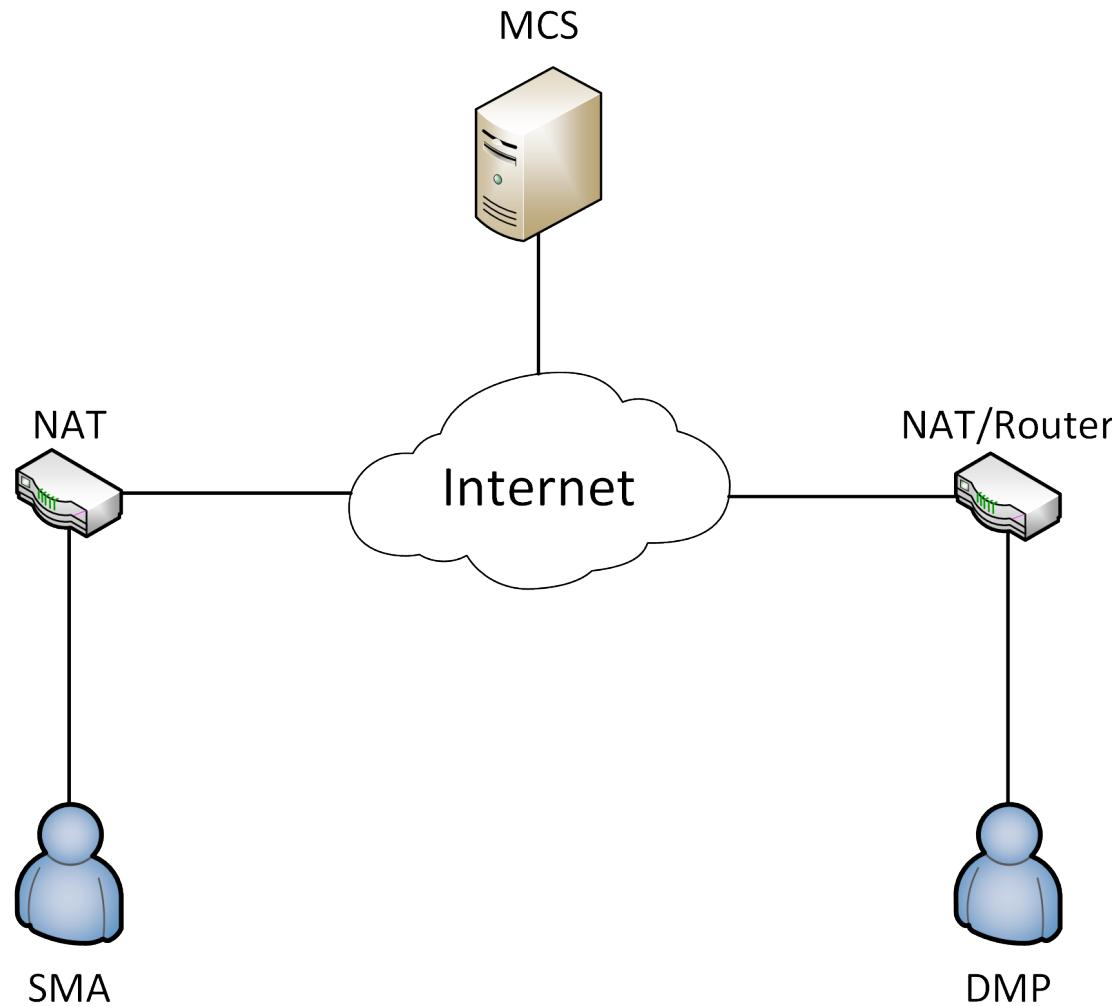
Обнаружение Интернет Вещей на основе сканирования открытых сетевых портов

Устройство тестирования безопасности

Тестируемое устройство в ССОП

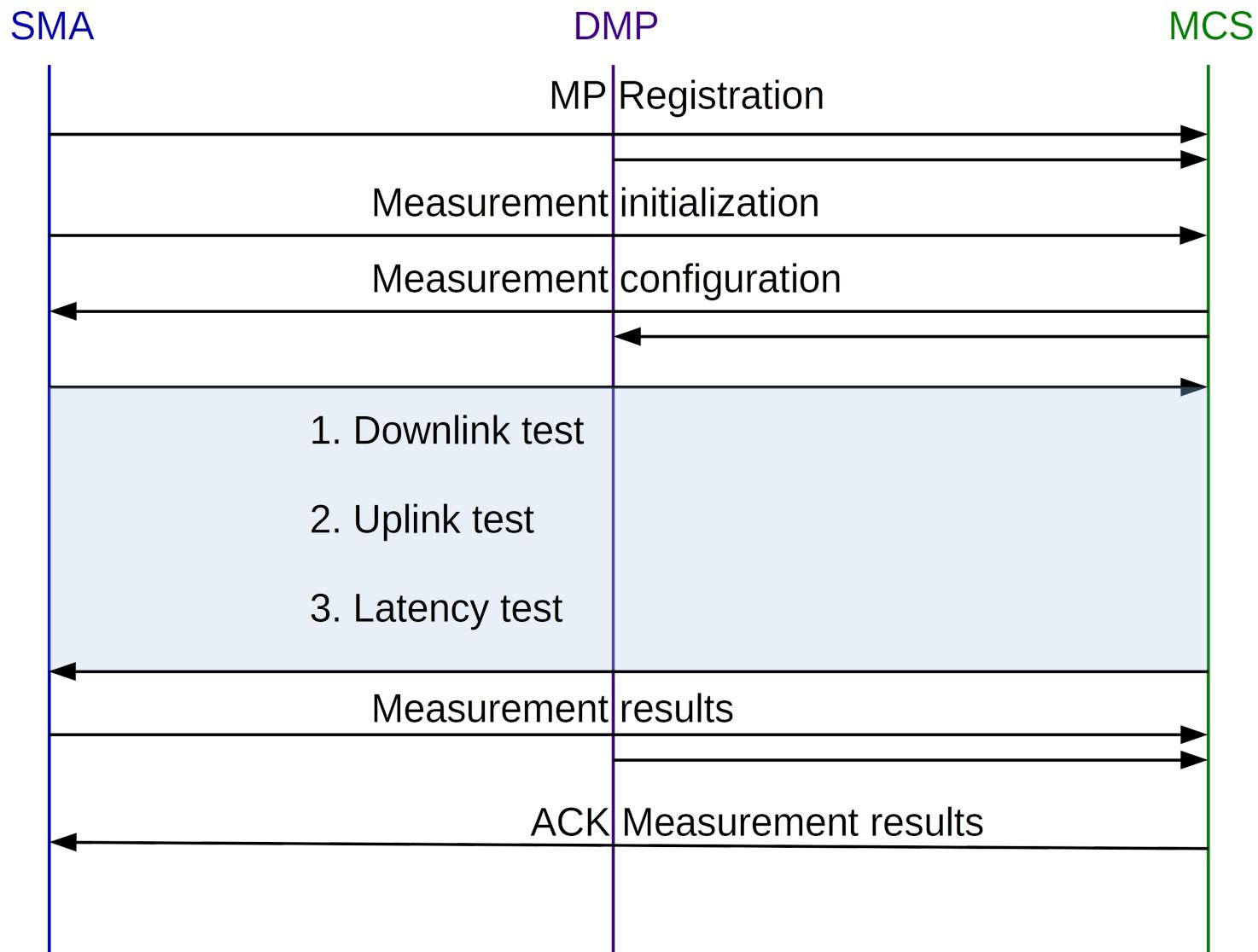


Архитектура комплекса тестирования качества услуг связи

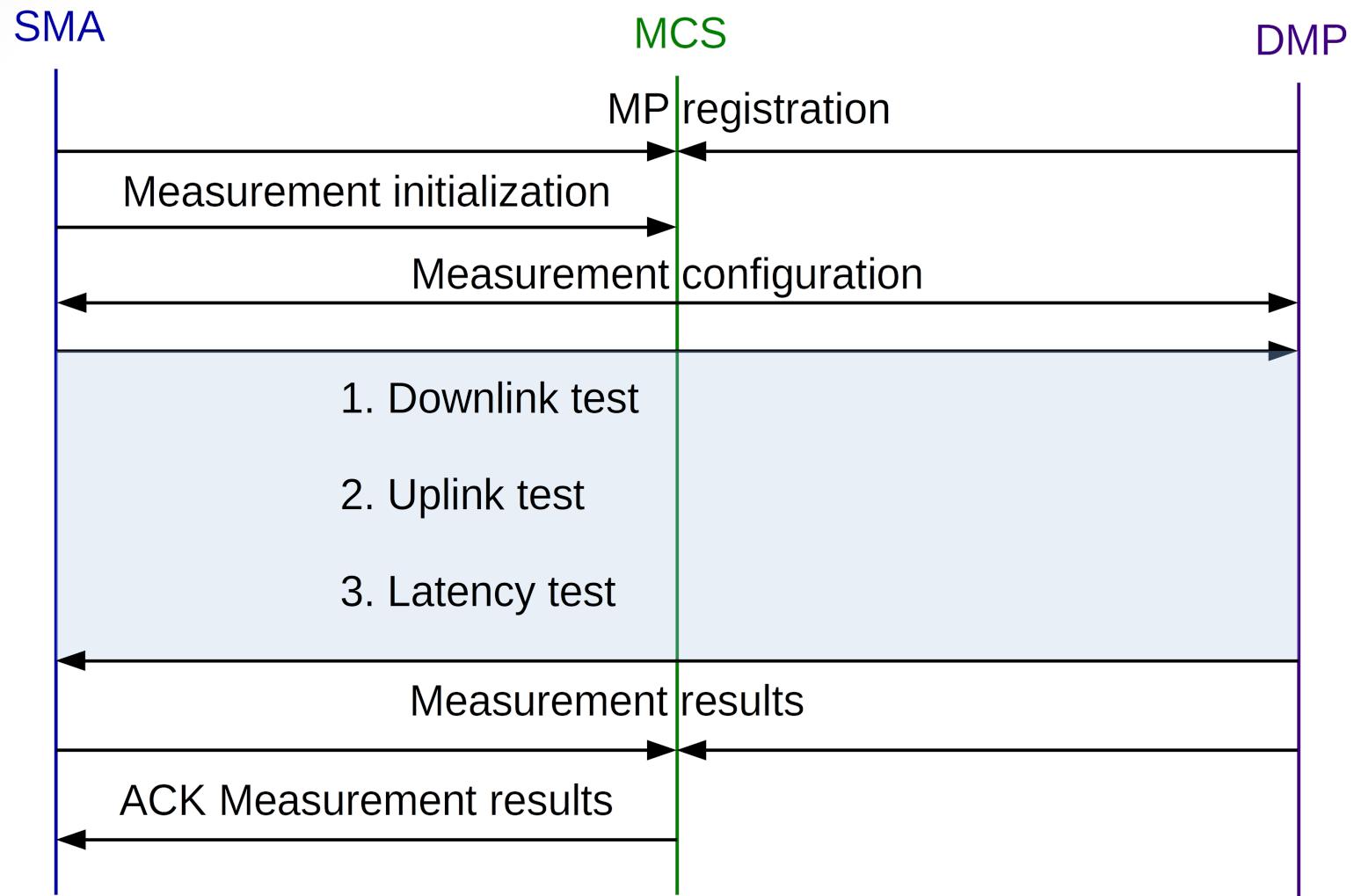


ITU-T Q.3960 «Framework of Internet related performance measurements» Appendix 2

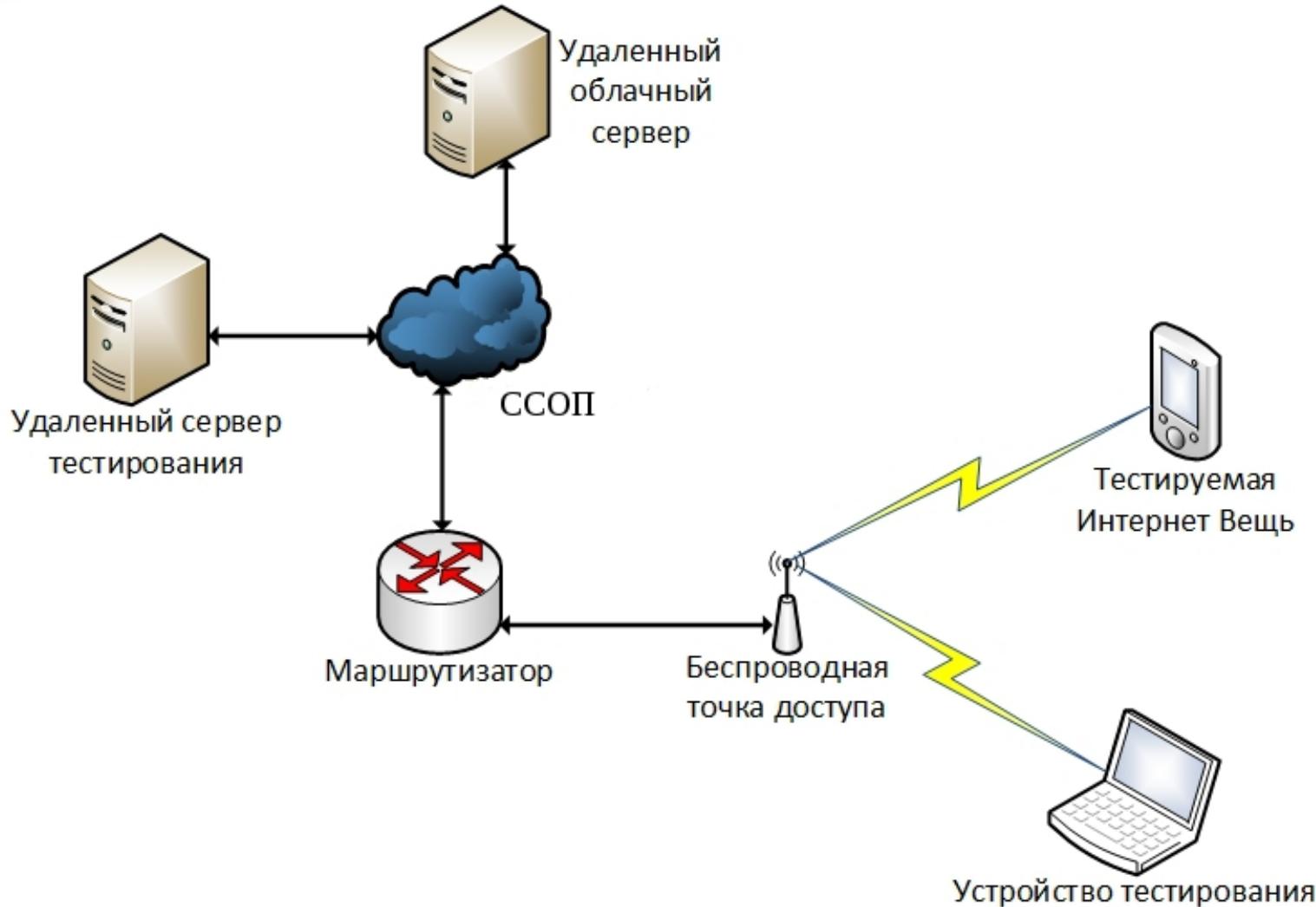
Методы тестирования качества услуг ИВ на базе процедур Q.3960 и STUN



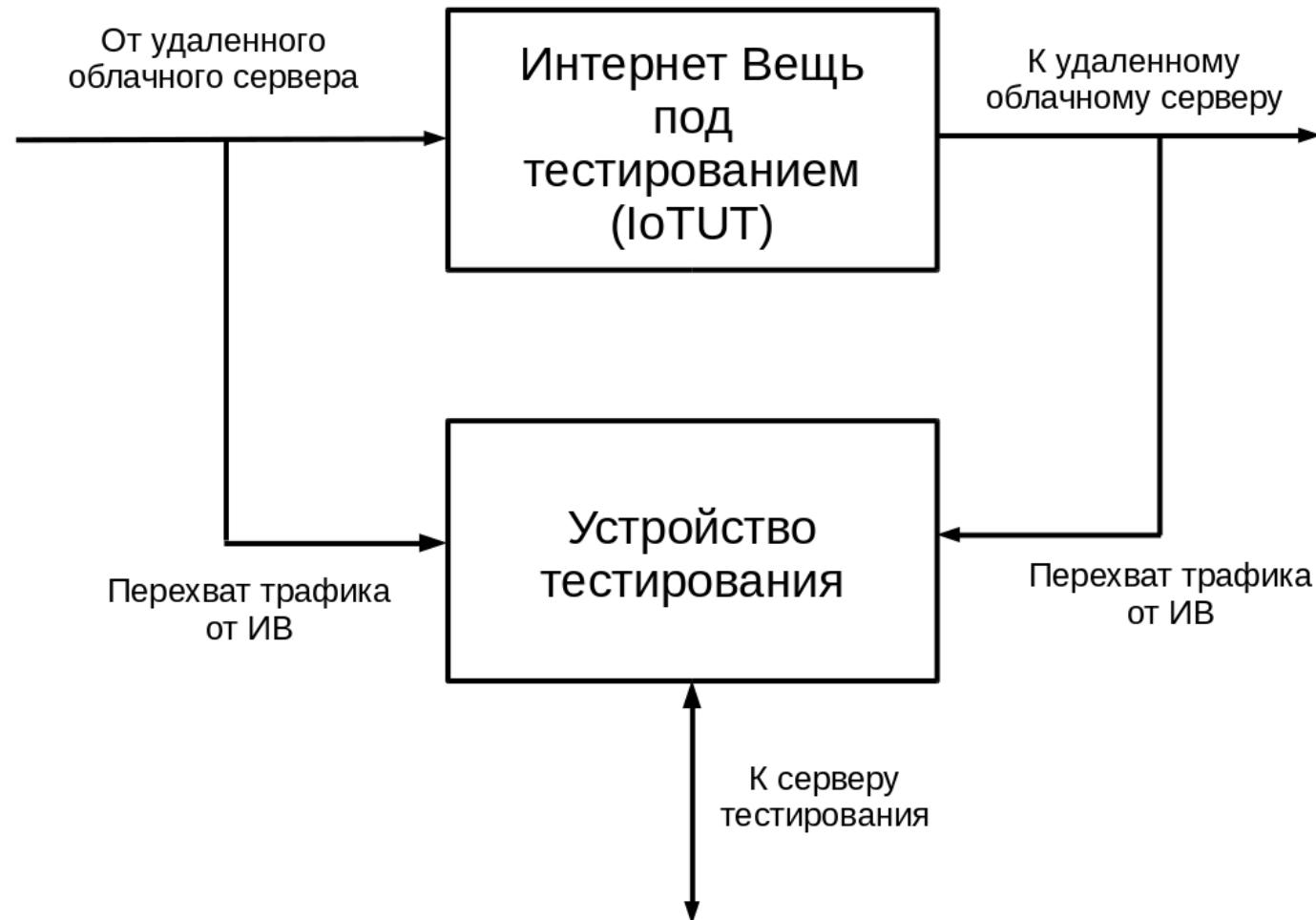
Методы тестирования качества услуг ИВ на базе процедуры TURN



Модель удаленного тестирования



Устройство Интернета Вещей как «черный ящик»



Архитектура ПАК

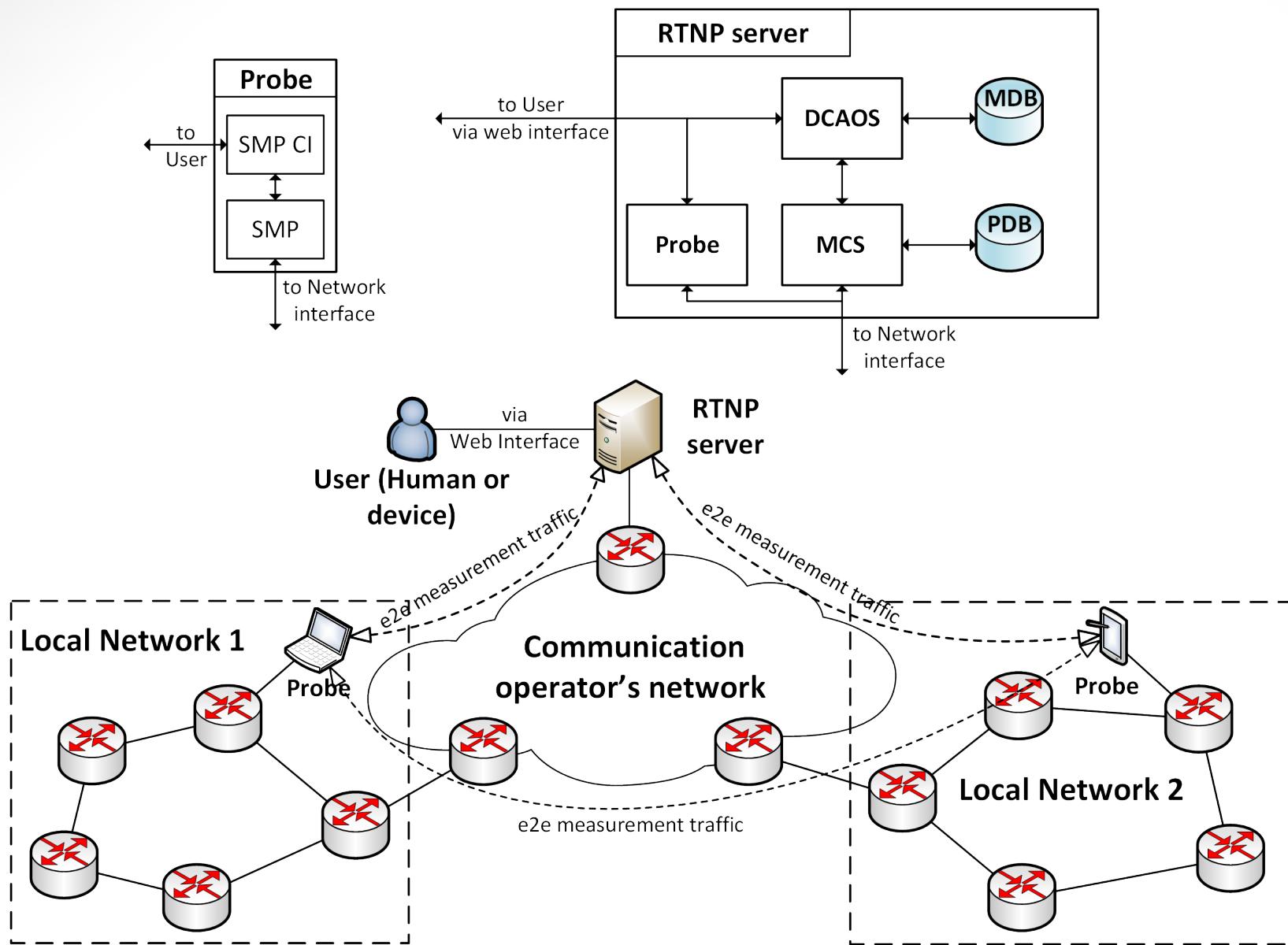


Диаграмма классов ПО зонда

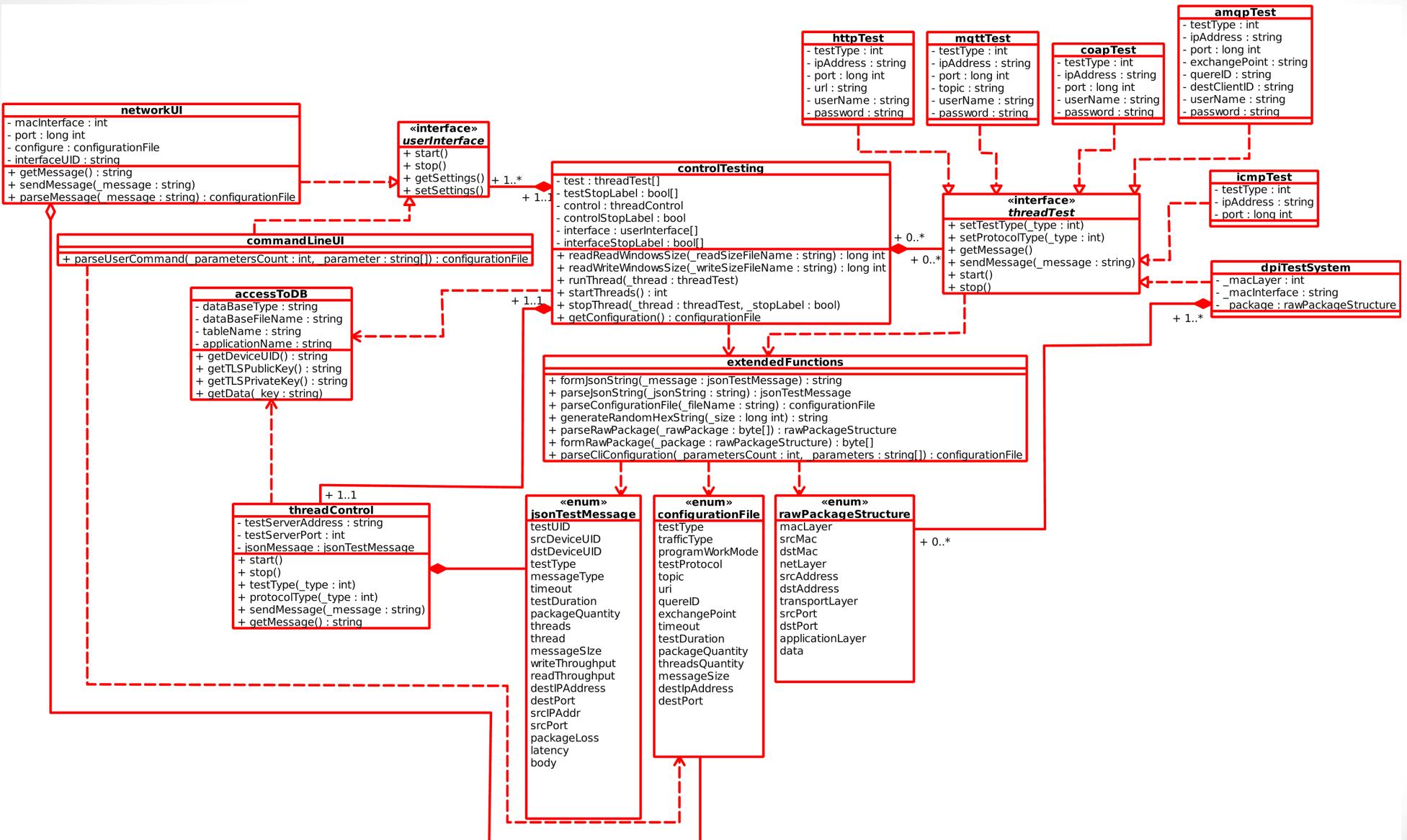
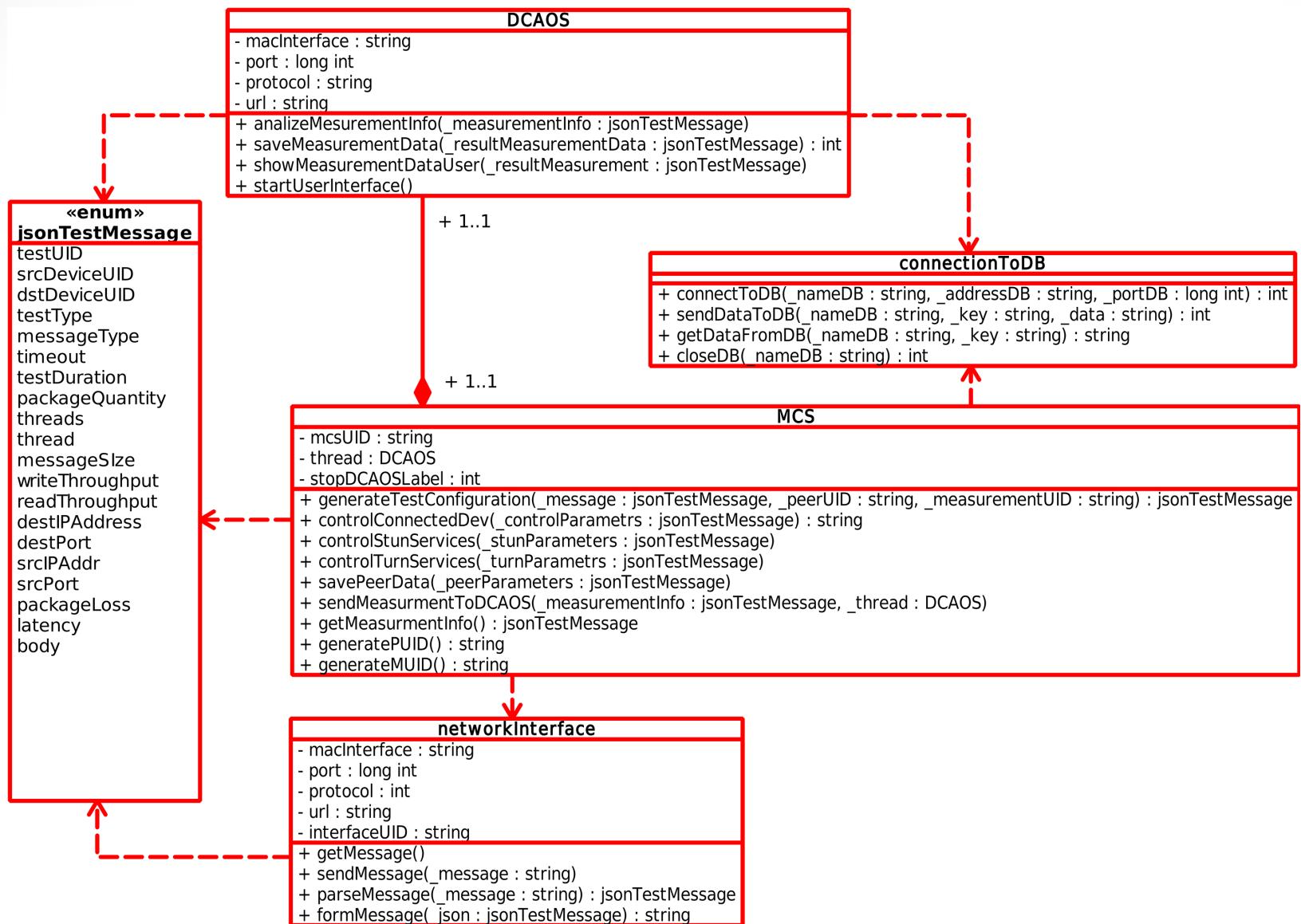


Диаграмма классов ПО сервера RTNP



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 Throughput (MBits/s)	93,49	67,11	40,80	28,81
Uplink Throughput (MBits/s)	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 Throughput (MBits/s)	64,19	64,46	45,74	48,44	46,74
Uplink Throughput (MBits/s)	71,69	69,11	46,23	48,64	46,81

Заключение

Результаты работы:

- Были исследованы существующие технологии Интернета Вещей и определены основные методы тестирования устройств ИВ;
- Были разработаны методы тестирования устройств Интернета Вещей;
- Была разработана архитектура ПАК;
- Был разработан программный комплекс;
- Было проведено тестирование разработанного ПАК.