

Управляем заторами в канале при раздаче видео с сервера видеоконференции

Алексей Доильницын,
Михаил Доильницын



O ce6e



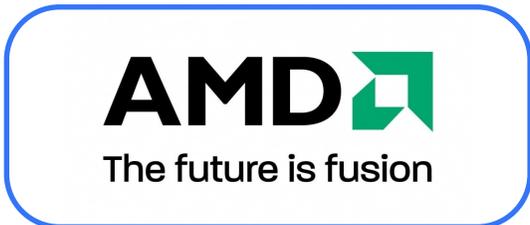
VSS - Vanguard
Software Solutions

- Media streaming
- H.264



Tango.me
(video messenger)

- Video call quality
- Video streaming



- Video quality
- Graphics drivers for Radeon



- RCV video conference

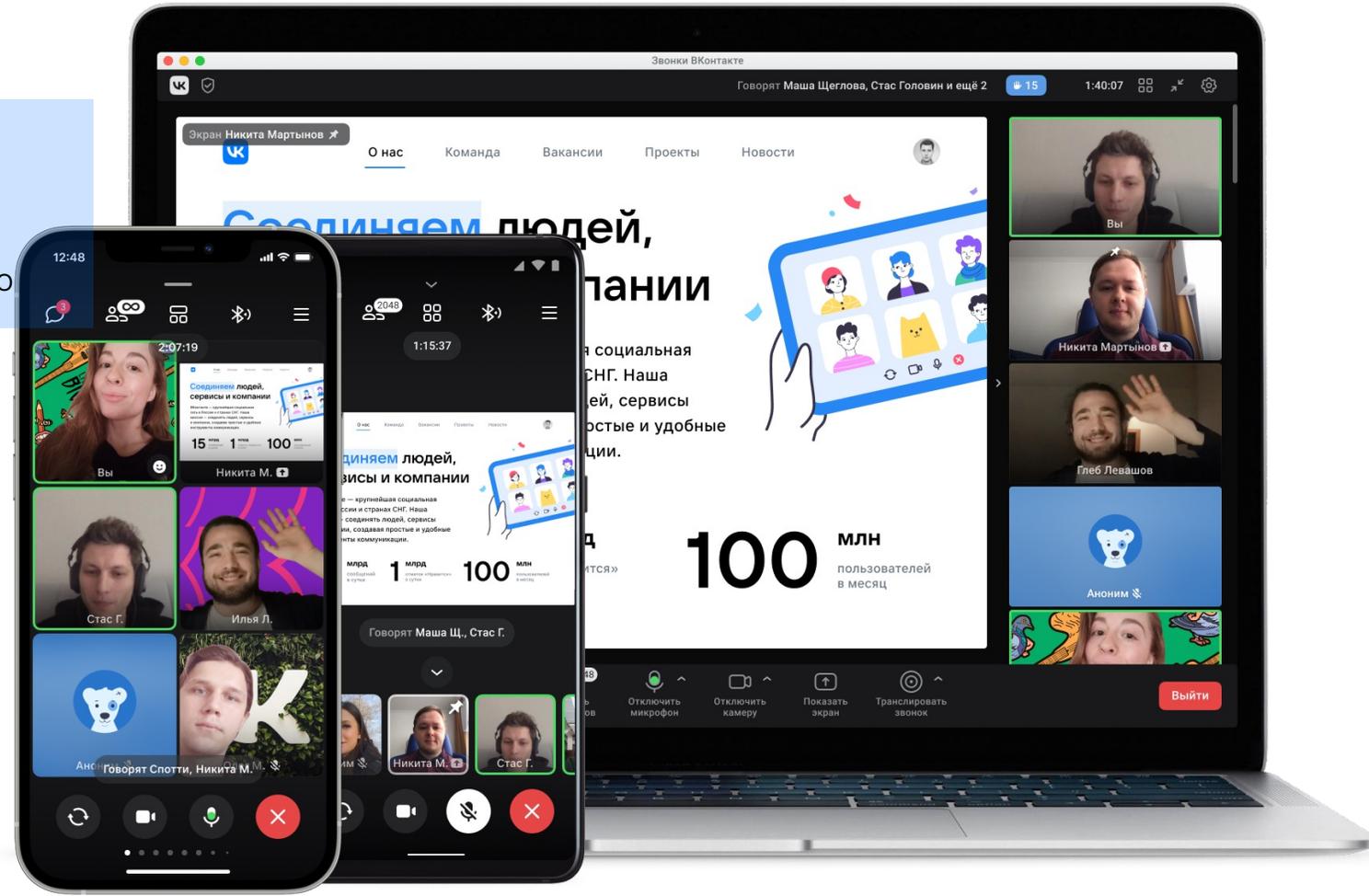


VK ЗВОНКИ

20 млн

пользователей общаются в VK Звонках ежемесячно

- Нет ограничения на количество участников звонка
- 4K-демонстрация экрана
- Анимированные аватары vmoji
- Совместный просмотр видеоконтента
- Разные платформы



Оглавление

1. Постановка проблемы

2. Сетевой уровень

- Диаграмма затора
- Обратная связь RR
- Обратная связь TWCC
- Характеристики канала
- Здоровье канала
- Пробинг

3. Управление качеством видео

- Реакция на заторы
 - Пауза после смены качества
 - Распределение битрейта
 - Заторы от чужого трафика
 - Как убрать дребезг
 - Метрика качества
-

4. Результаты внедрения



Постановка проблемы

Ситуация

Старый алгоритм,
работающий по потерям

Затор

- Реагирует долго
- Снижает качество до минимума

Ограниченная сеть

- Постоянно падает вниз и пытается подняться
- Не удерживается посередине

Снятие ограничения

- Реагирует долго



Особенности приложения VK Звонки

- SFU - Selective Forwarding Unit
- Каждому клиенту пересылаем видео потоки от других клиентов
- Основная задача - обеспечить низкие задержки
- Основные проблемы - нестабильность сетей

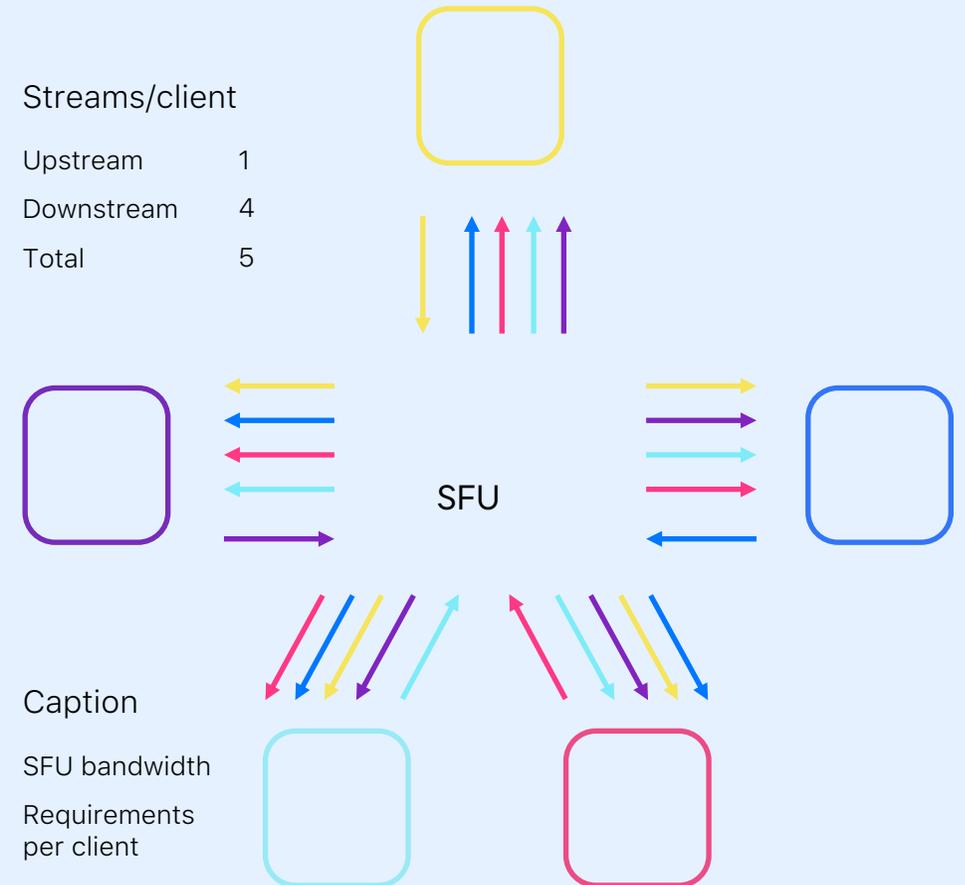


Диаграмма затора (1)

- 1 Вся сеть как одно звено
- 2 Затор происходит в слабом звене
- 3 Поведение определяется количеством памяти на контроллере

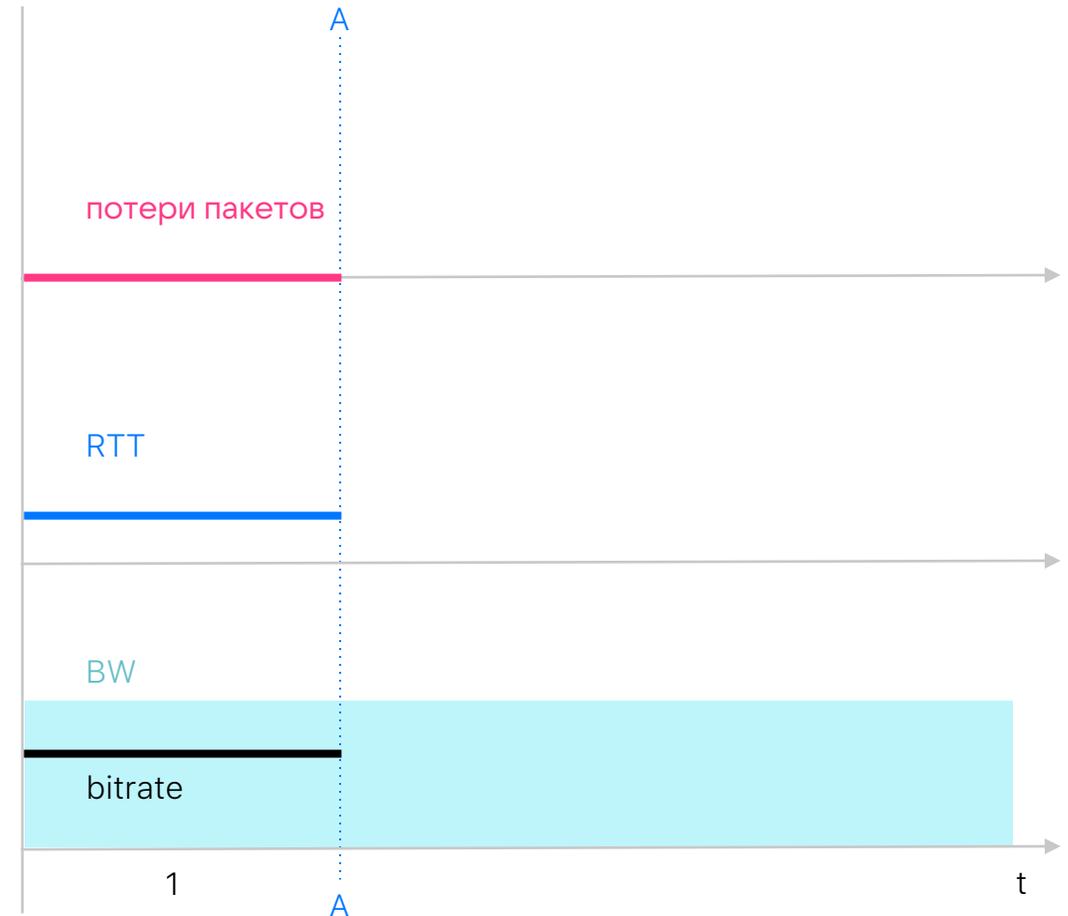


Диаграмма затора (2)

- 1 Повысили bitrate
- 2 Задержки выросли
- 3 Потерь нет

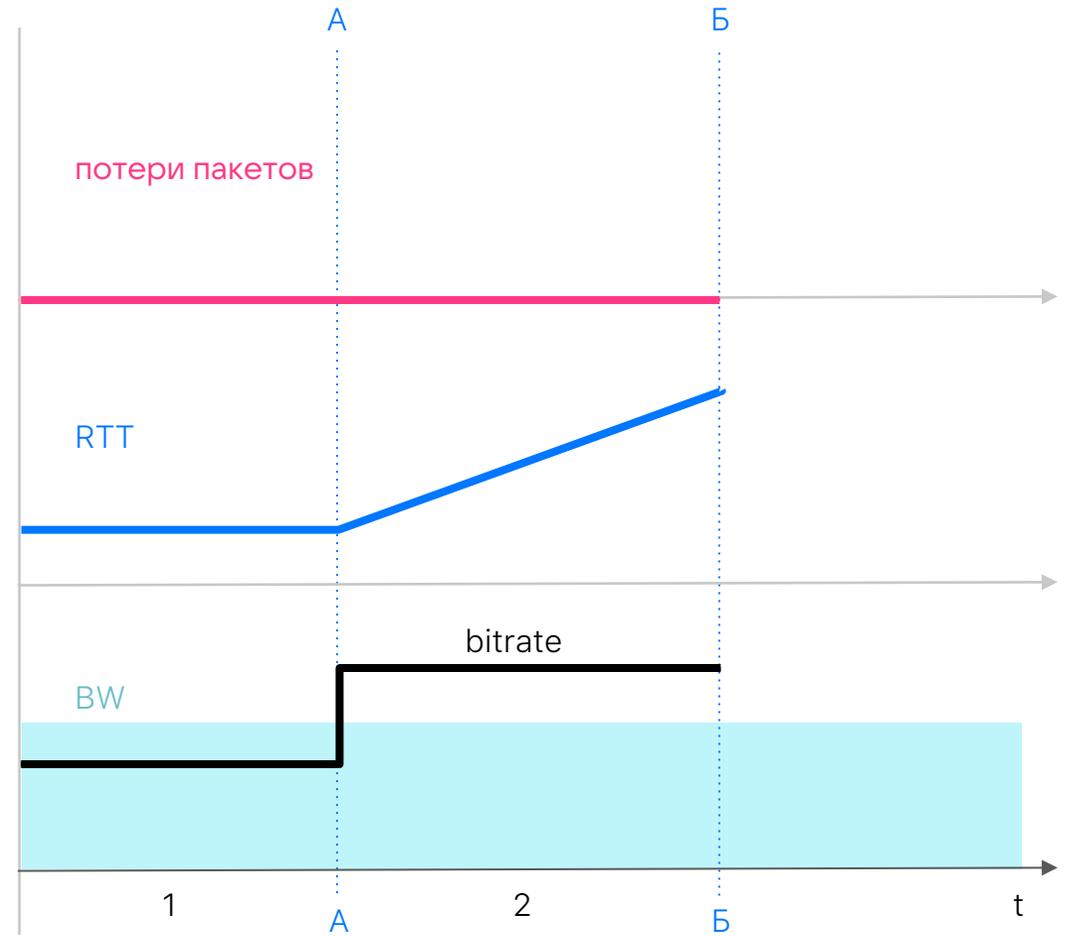
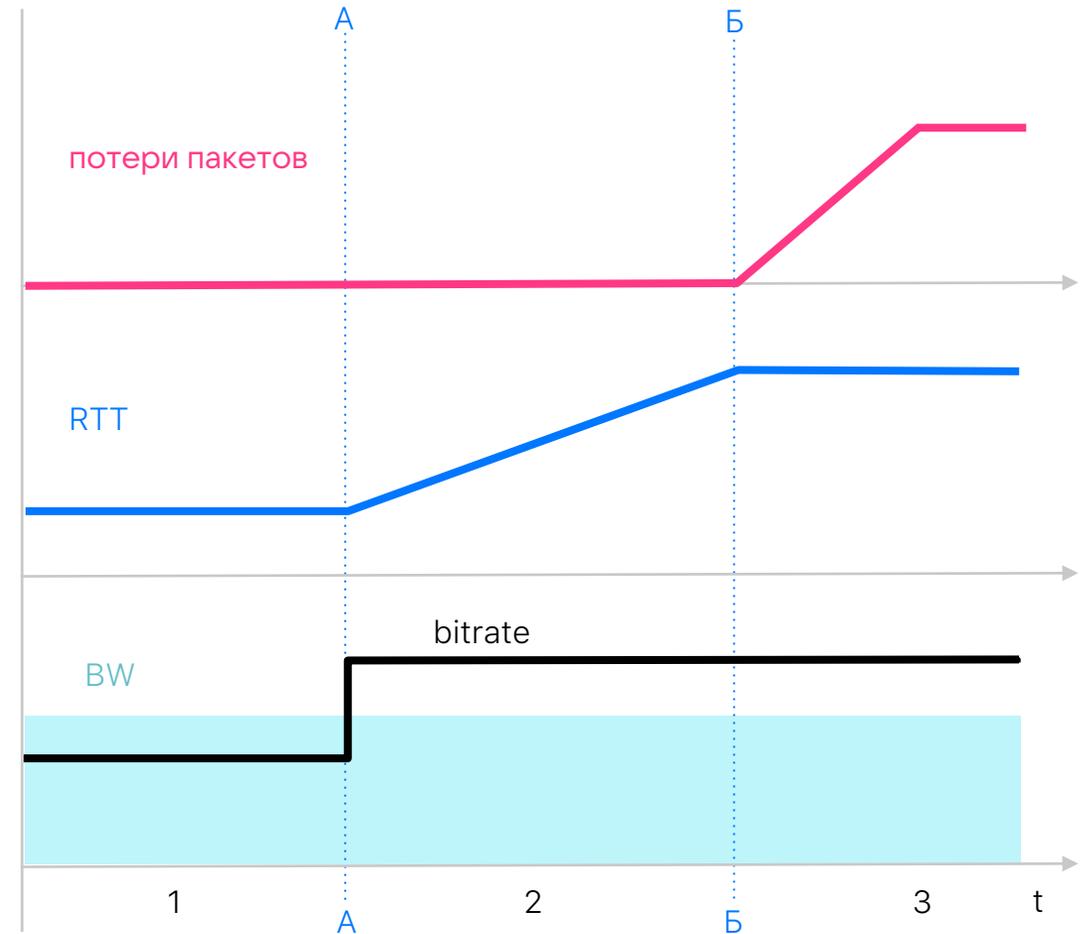
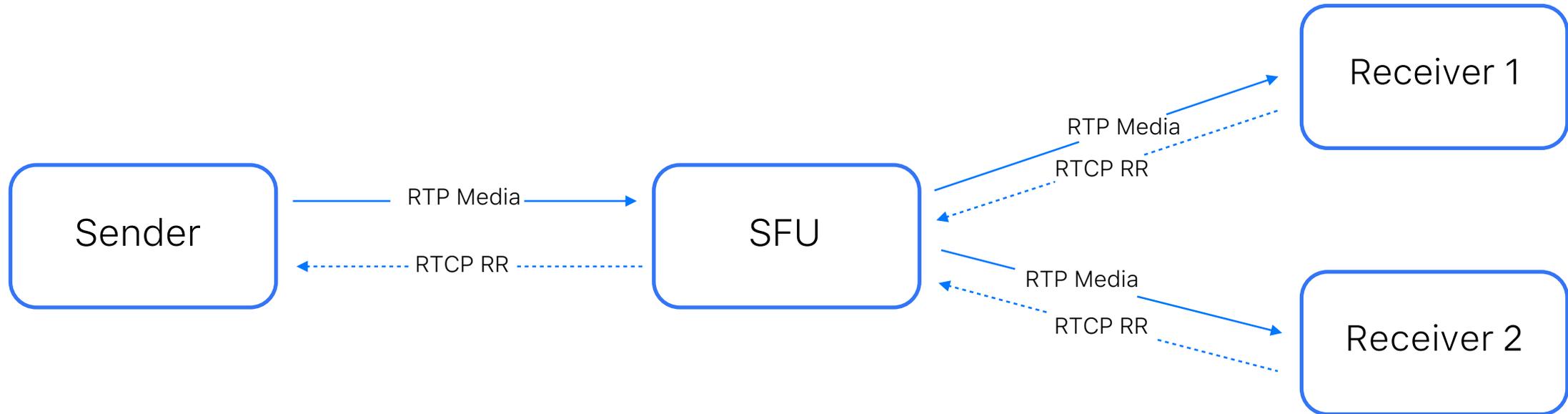


Диаграмма затора (3)

- 1 Задержки на максимуме
- 2 Начались потери



Обратная связь по потерям



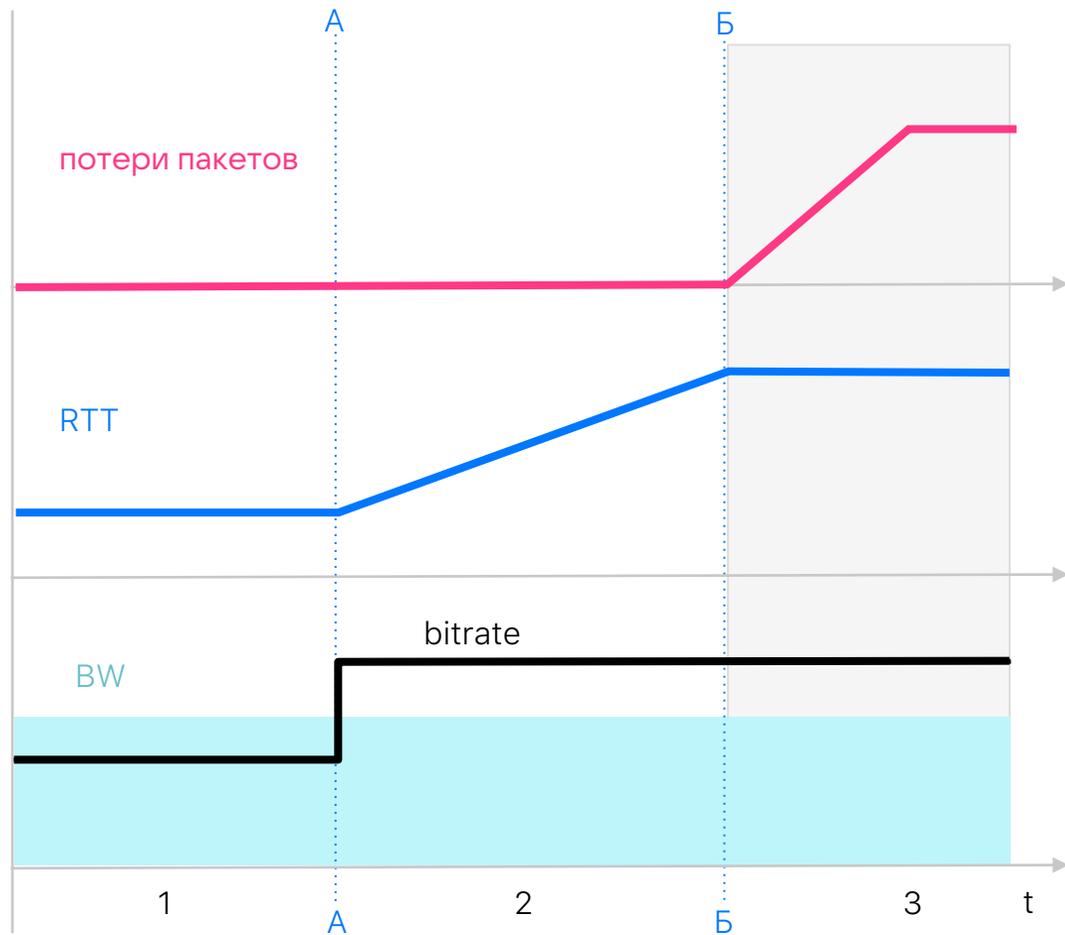
+ Плюсы

- Хорошо работает в старых сетях

- Минусы

- Приводит к огромным задержкам в сети
- Не дружит со сторонним трафиком
- Быстро падает и медленно понимается
- Плохо работает в сетях с постоянным уровнем потерь

Обратная связь по потерям



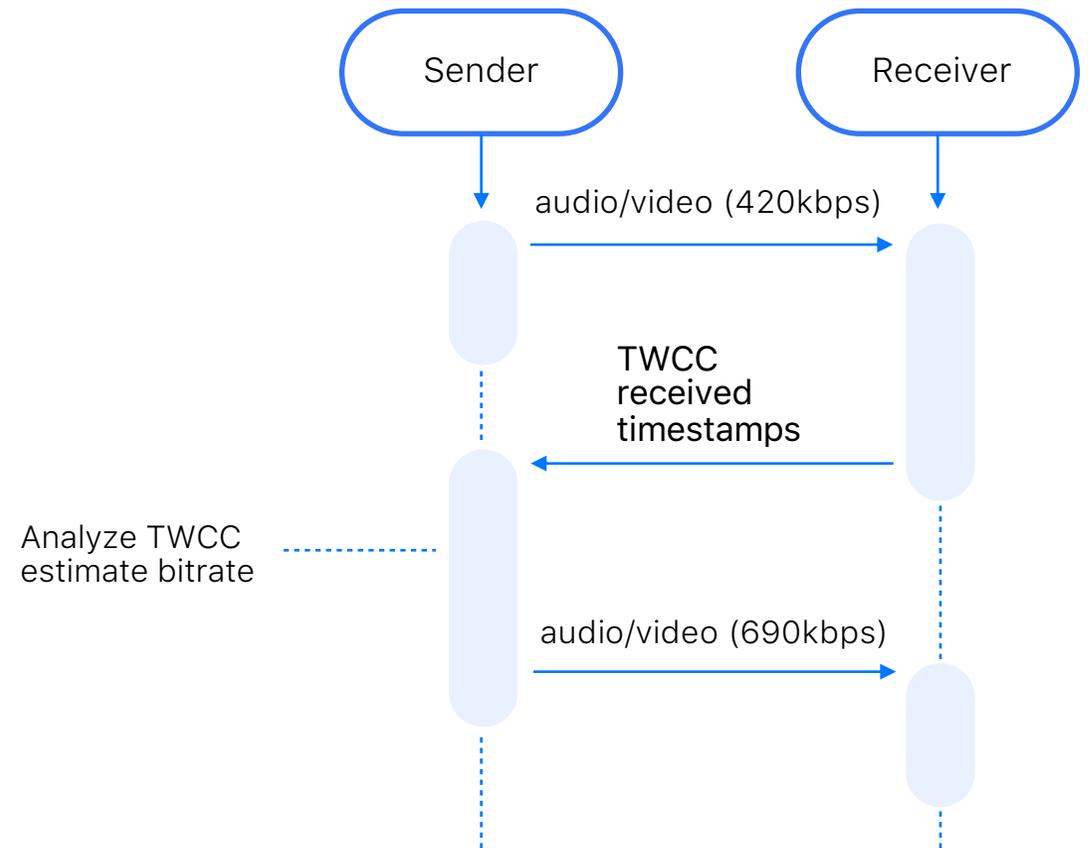
Обратная связь TWCC (Transport-wide Congestion Control)

+ Плюсы

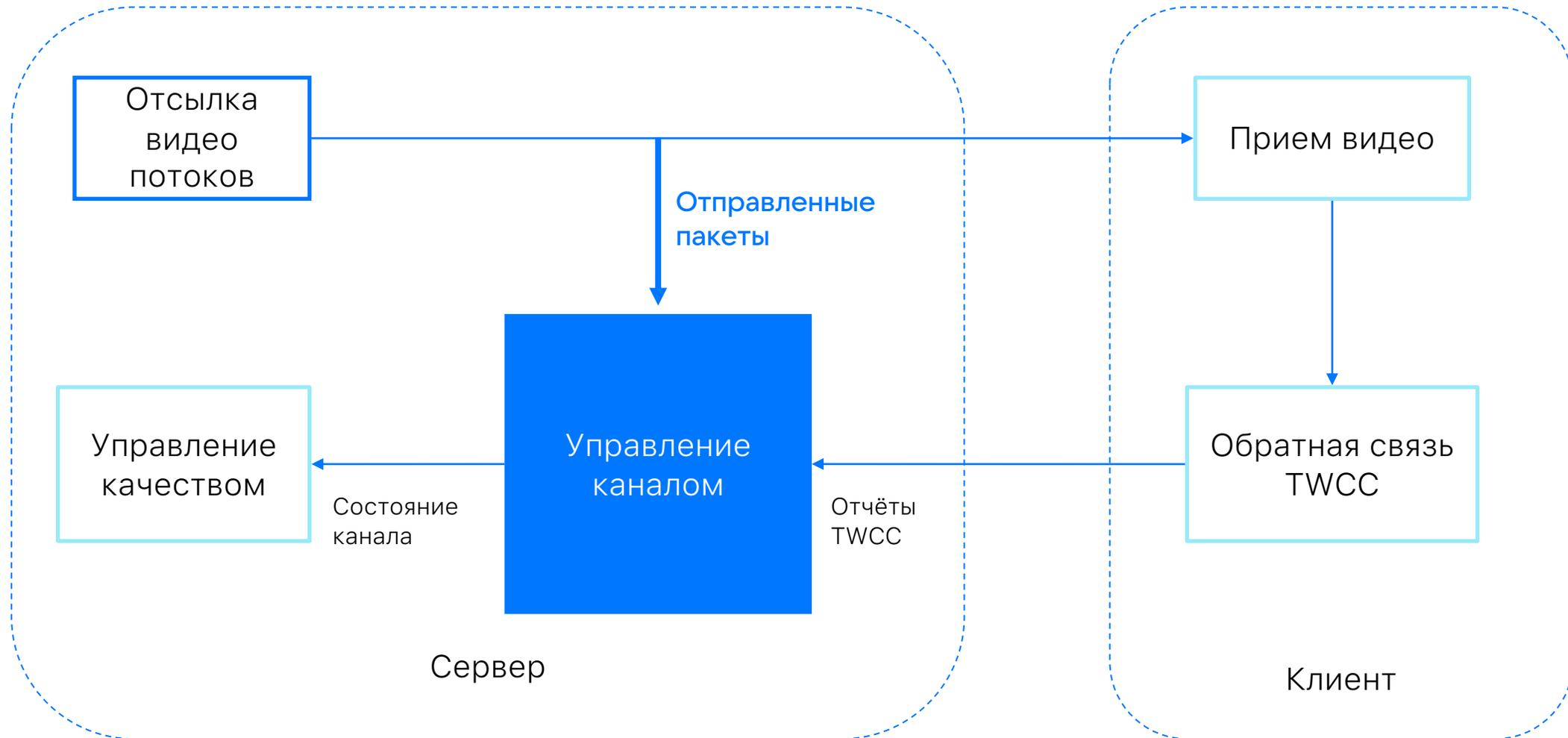
- Моментальная информация о каждом пакете, полученном или потерянном
- Позволяет посчитать точные значения трафика, задержек и потерь
- Работает на уровне транспорта, даже при выключенном видео

- Минусы

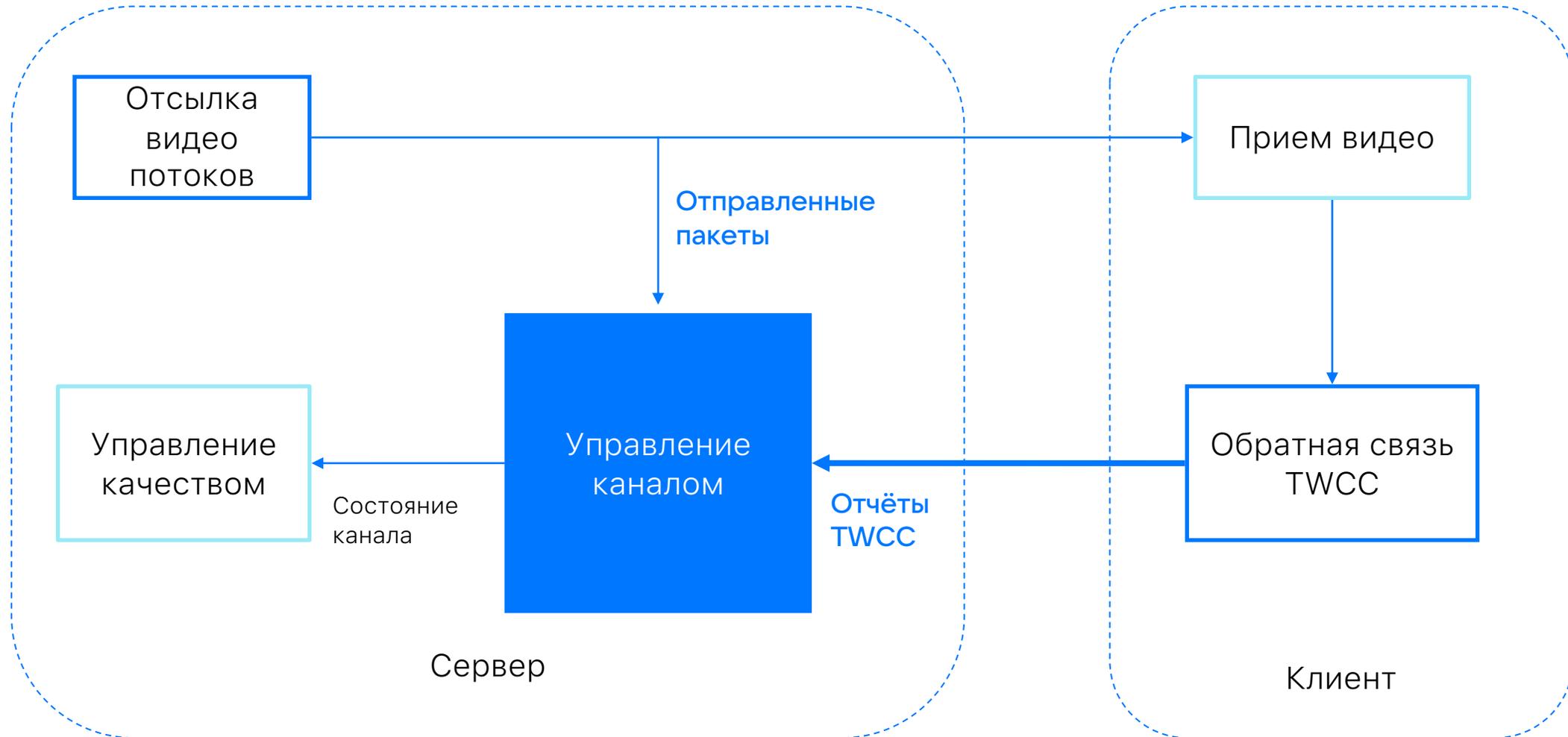
- Повышенный размер обратного трафика



TWCC: схема управления каналом

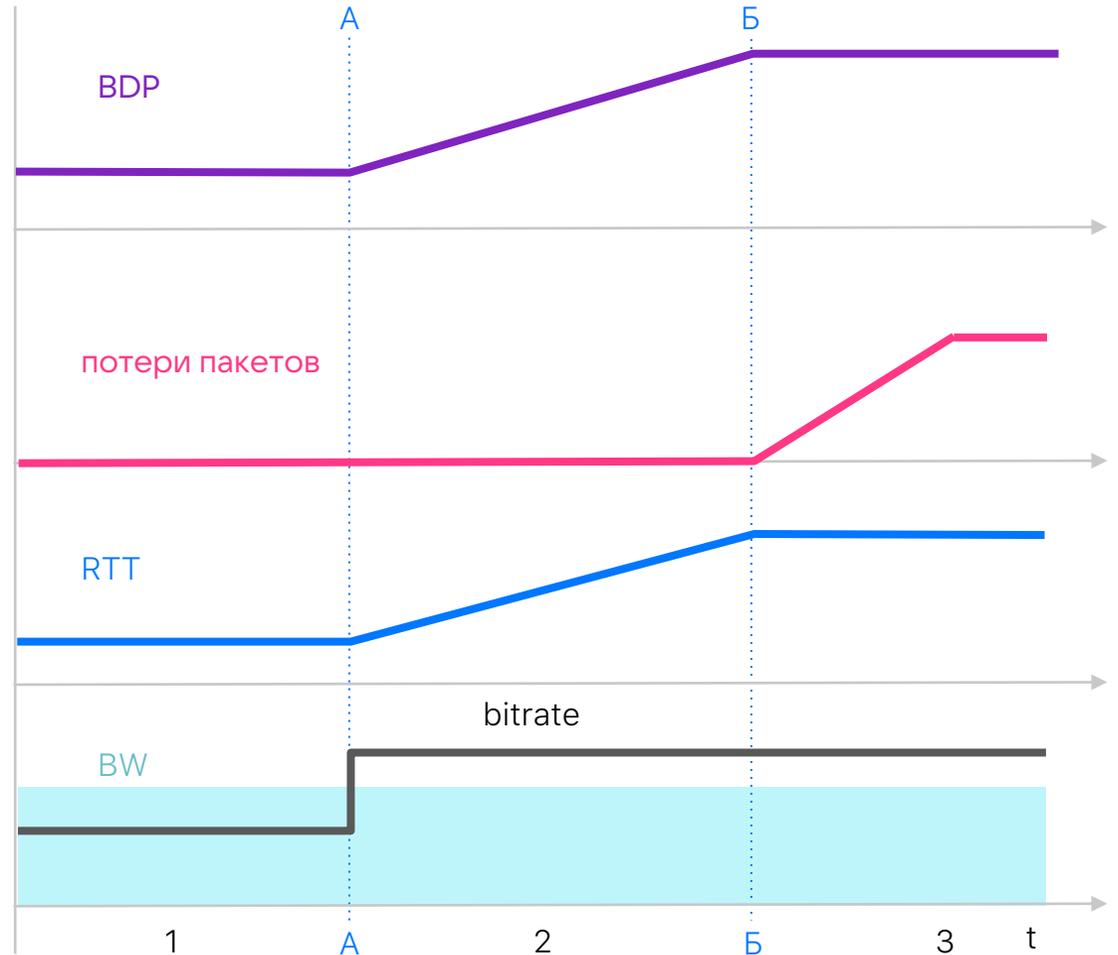


TWCC: схема управления каналом

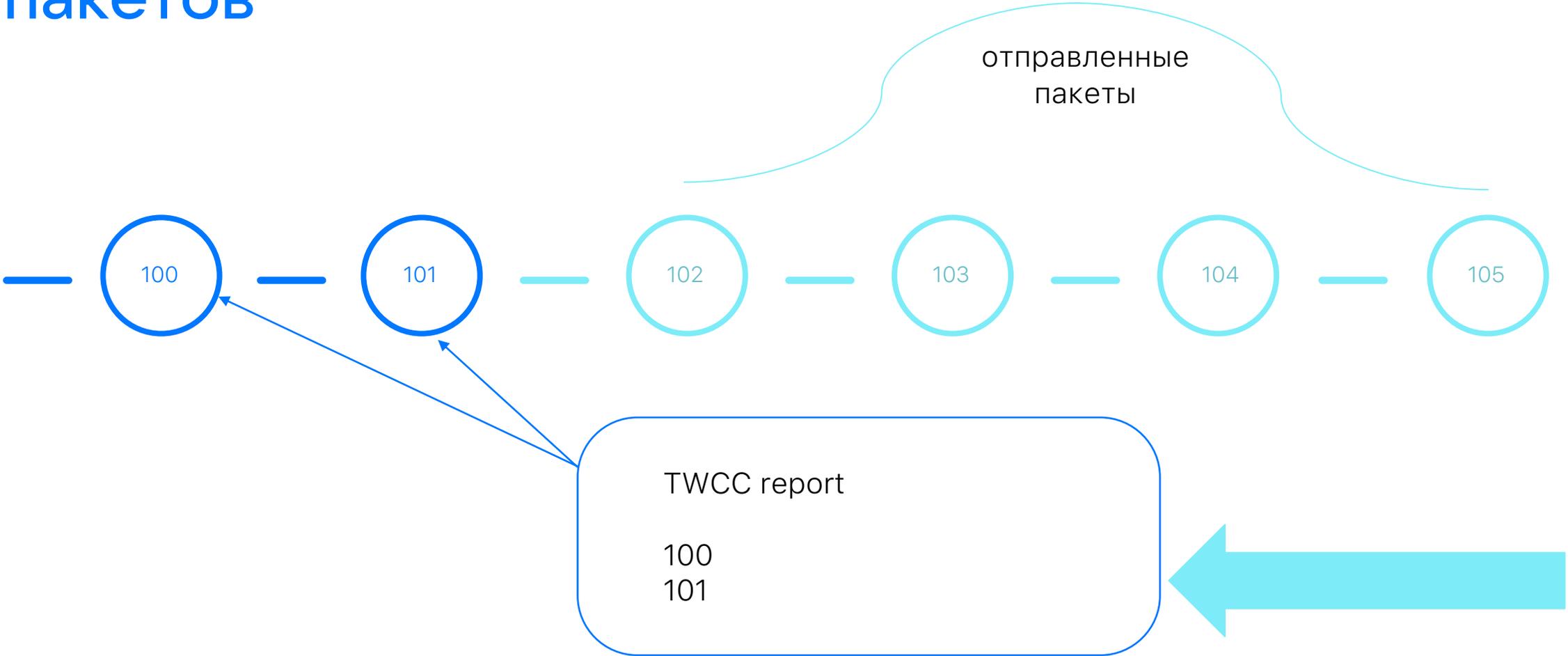


TWCC: характеристики канала

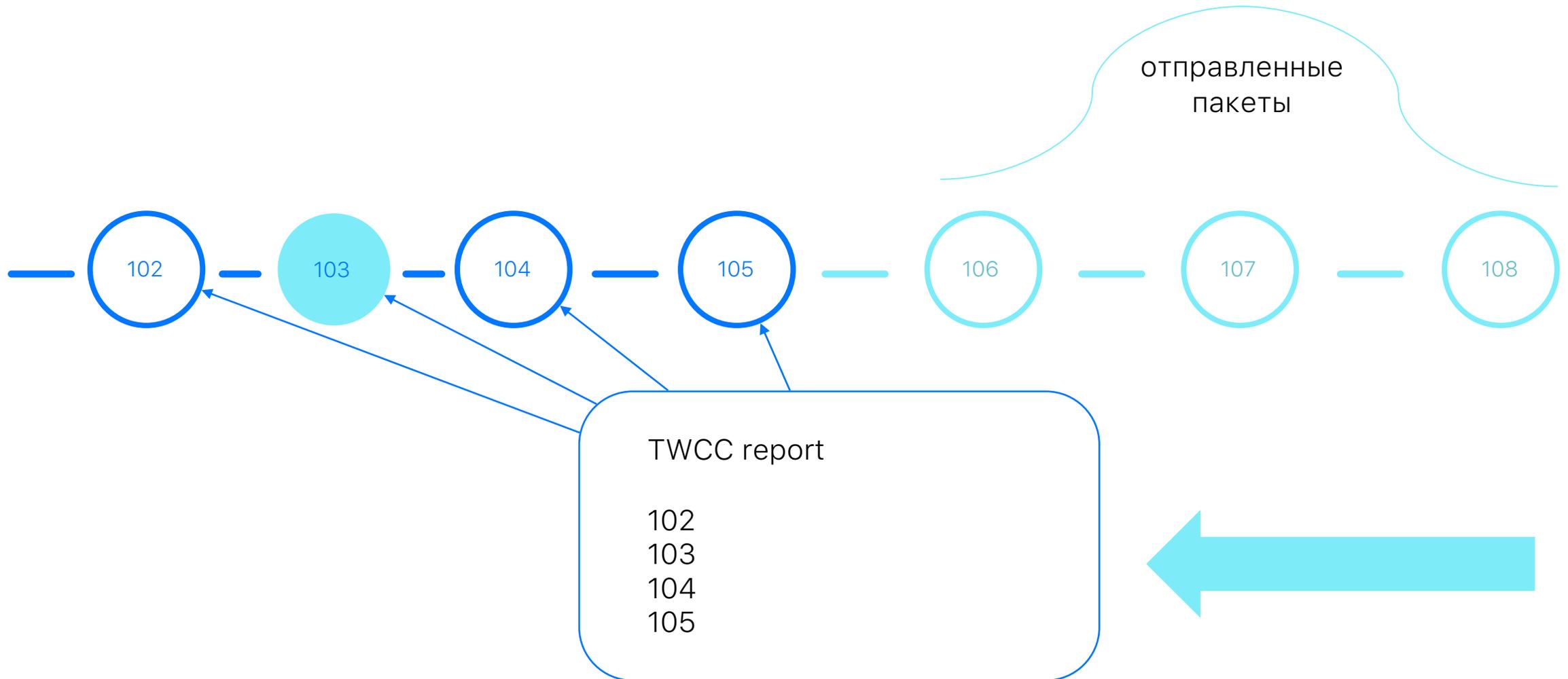
- 1 Пропускная способность (BW)
- 2 Задержка пакетов (RTT)
- 3 Потери пакетов
- 4 BDP (bandwidth-delay product)



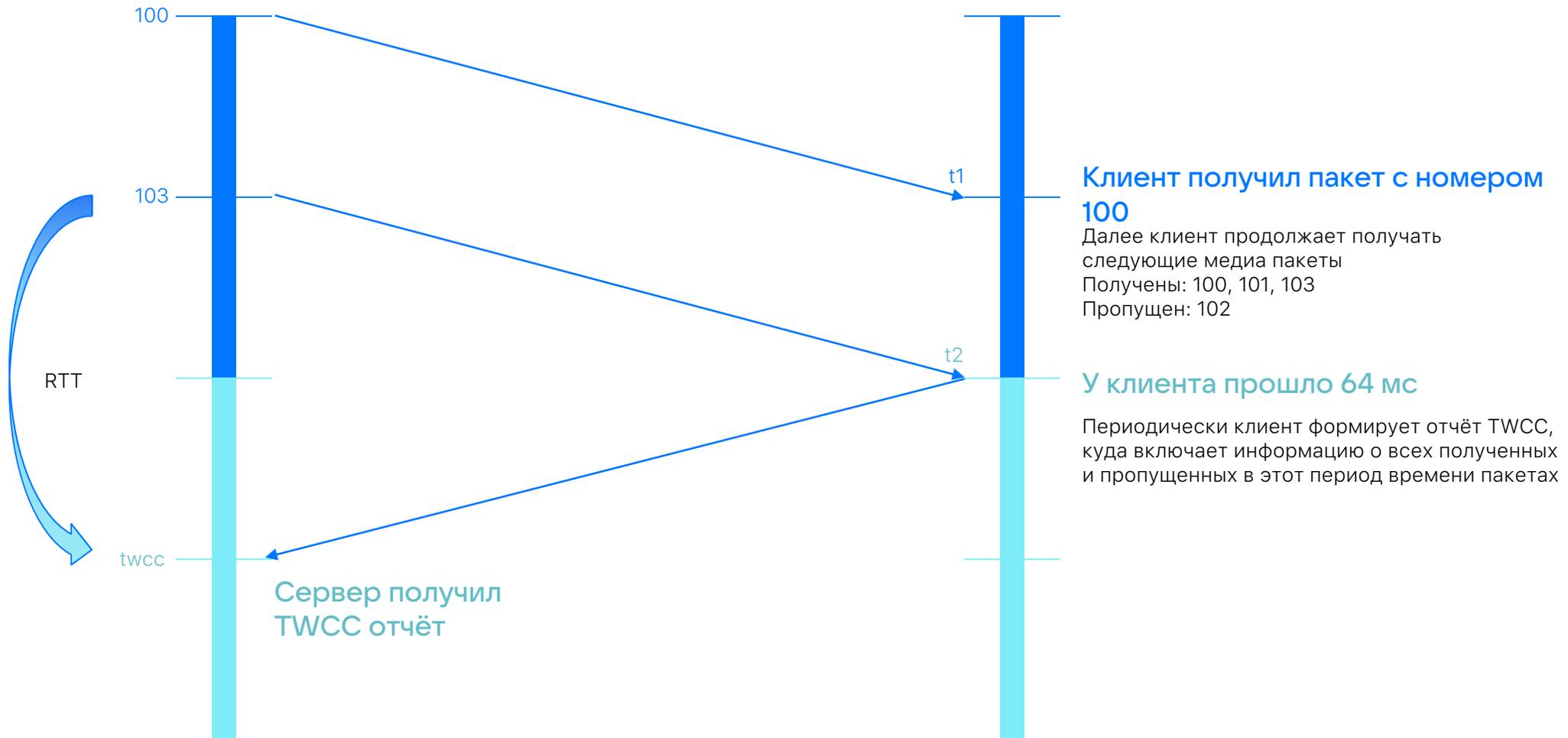
TWCC: регистрация пакетов



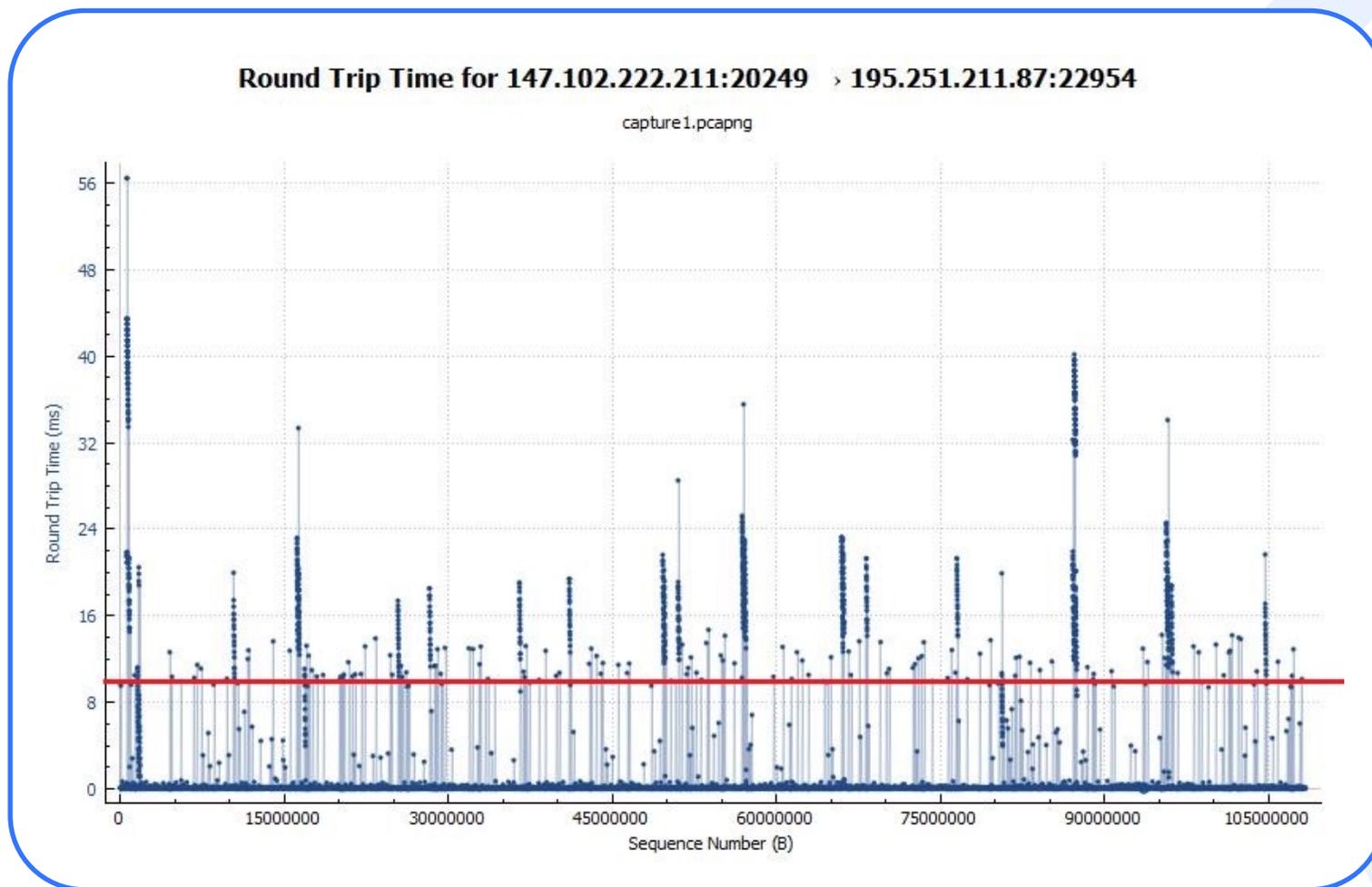
TWCC: потери пакетов



TWCC: определяем RTT

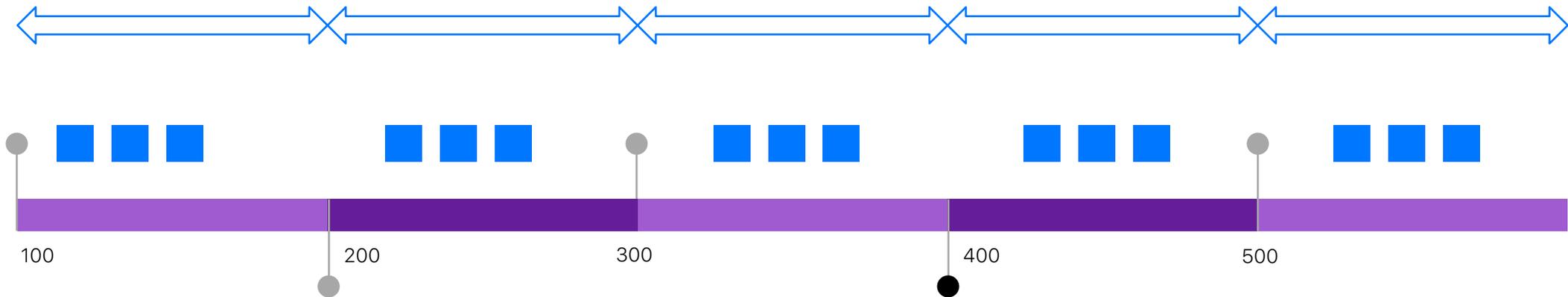


TWCC: средний RTT



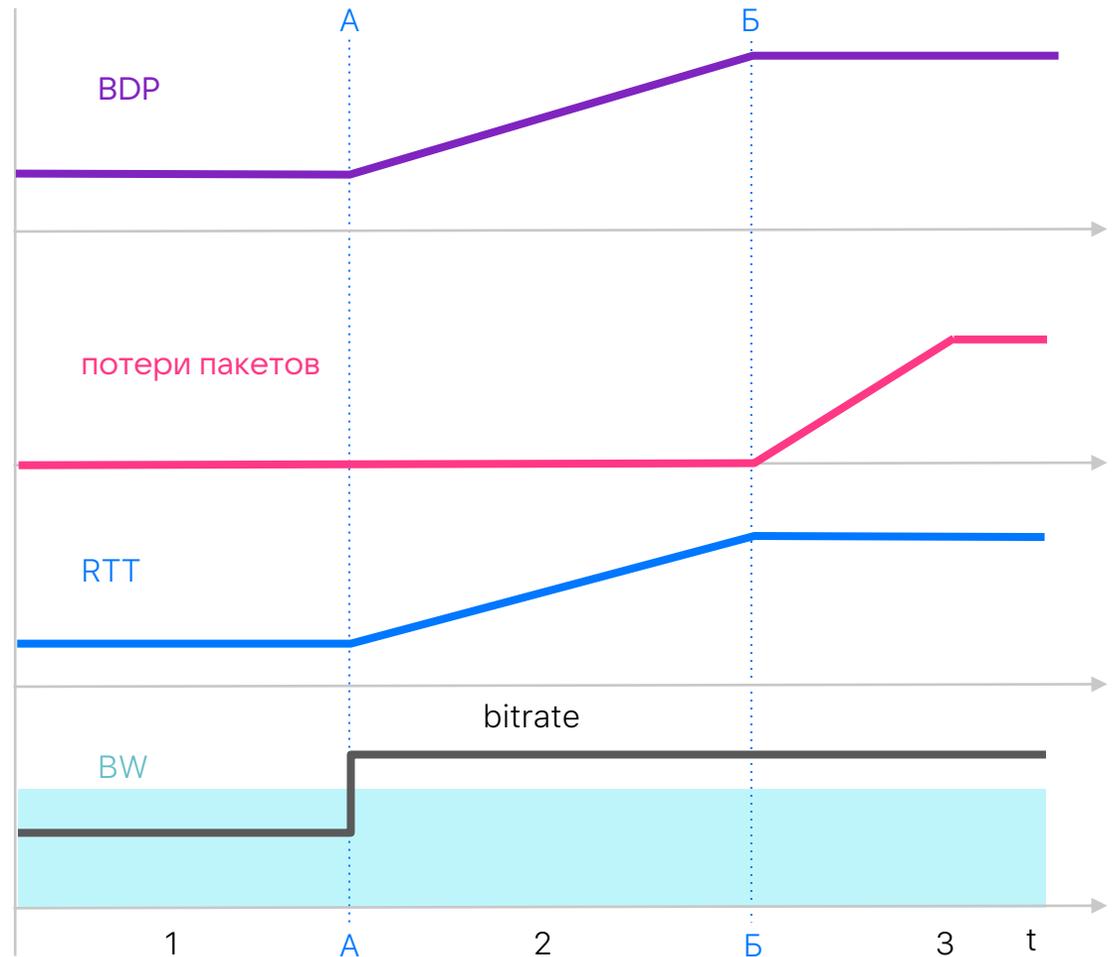
TWSS: считаем пропускную способность канала

$$BW \text{ (bps)} = \text{bytes} * 8 * 1000 / \text{ms}$$



TWCC: ёмкость канала

- 1 BDP (Bandwidth-delay product) - ёмкость канала
- 2 Нужна для того, чтобы определить переход в зону 3
- 3 Считаем как максимальный RTT, помноженный на максимальный BW

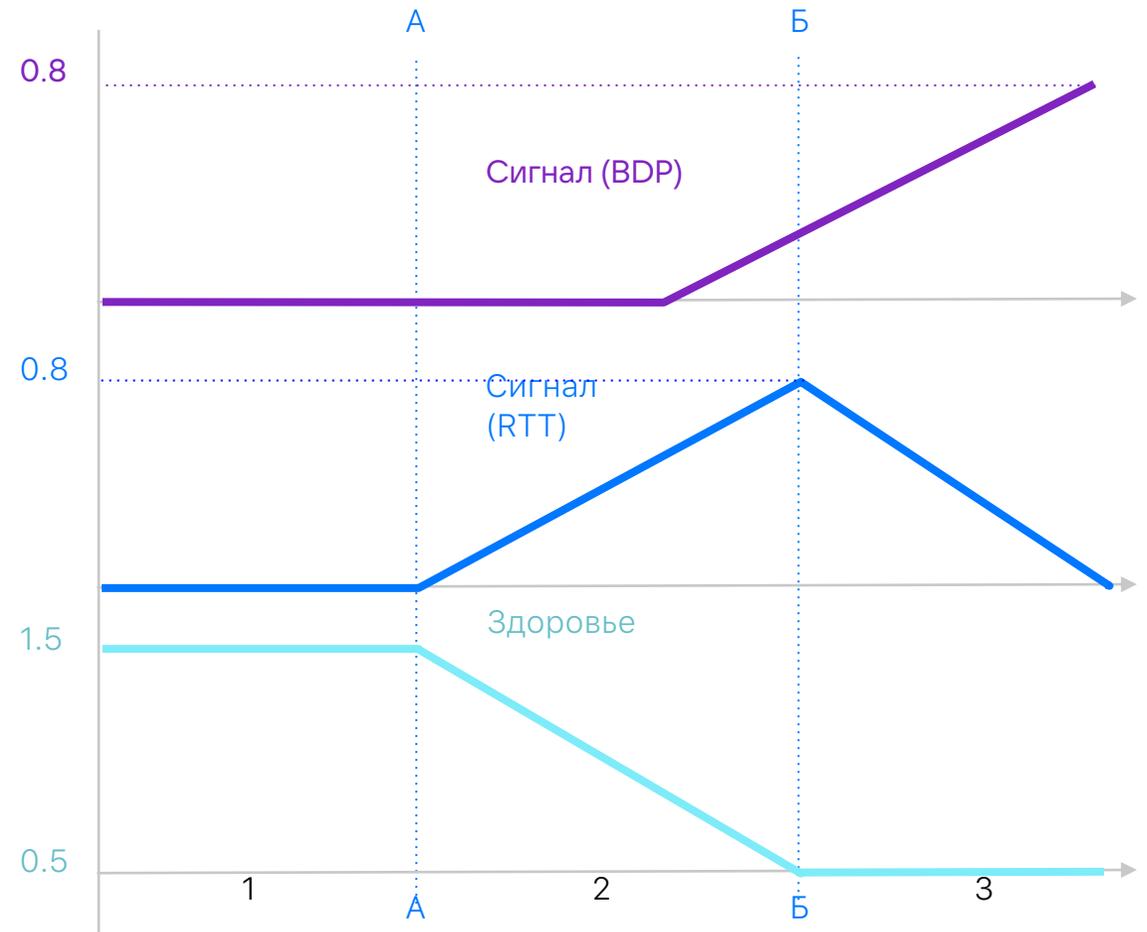


TWCC: ёмкость канала

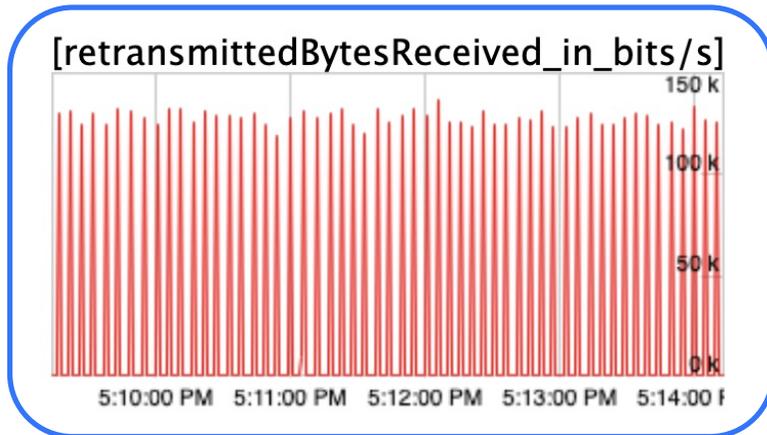
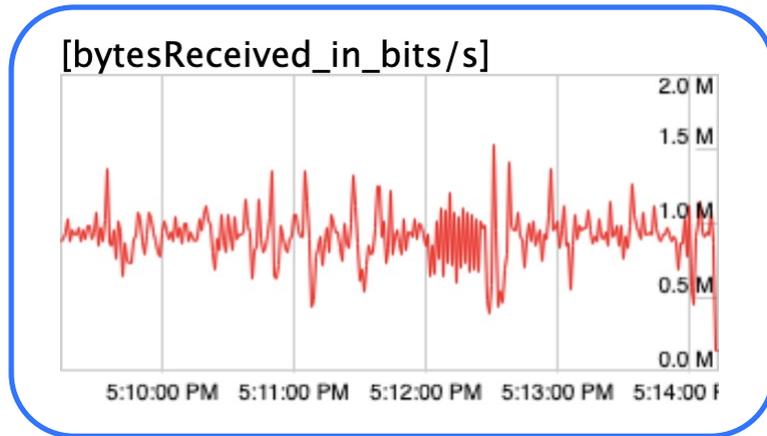
$BDP_{\text{сигнал}} = \text{Bytes-in-flight} / BDP$

$RTT_{\text{сигнал}} = \text{Производная (RTT)}$

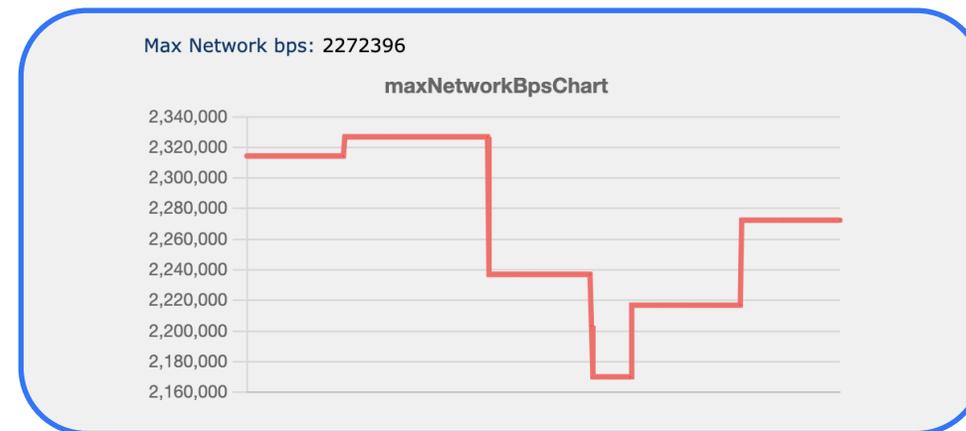
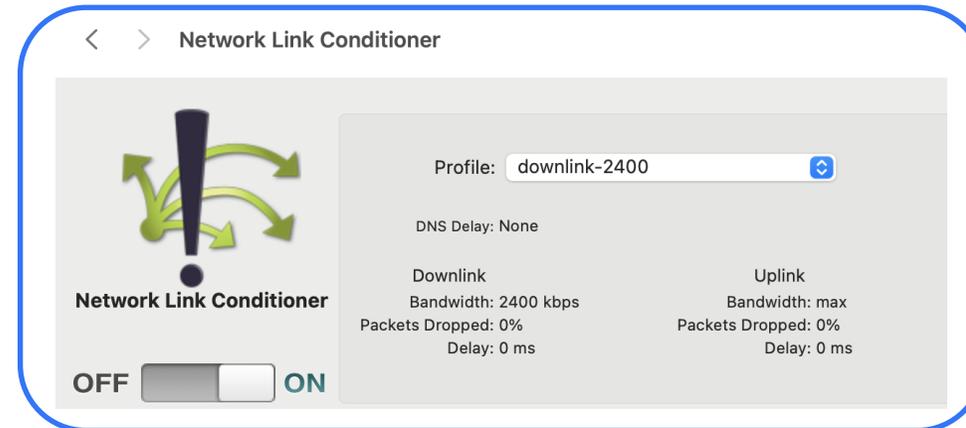
$\text{Здоровье} = 1.5 - BDP_{\text{сигнал}} - RTT_{\text{сигнал}}$



TWCC: пробинг



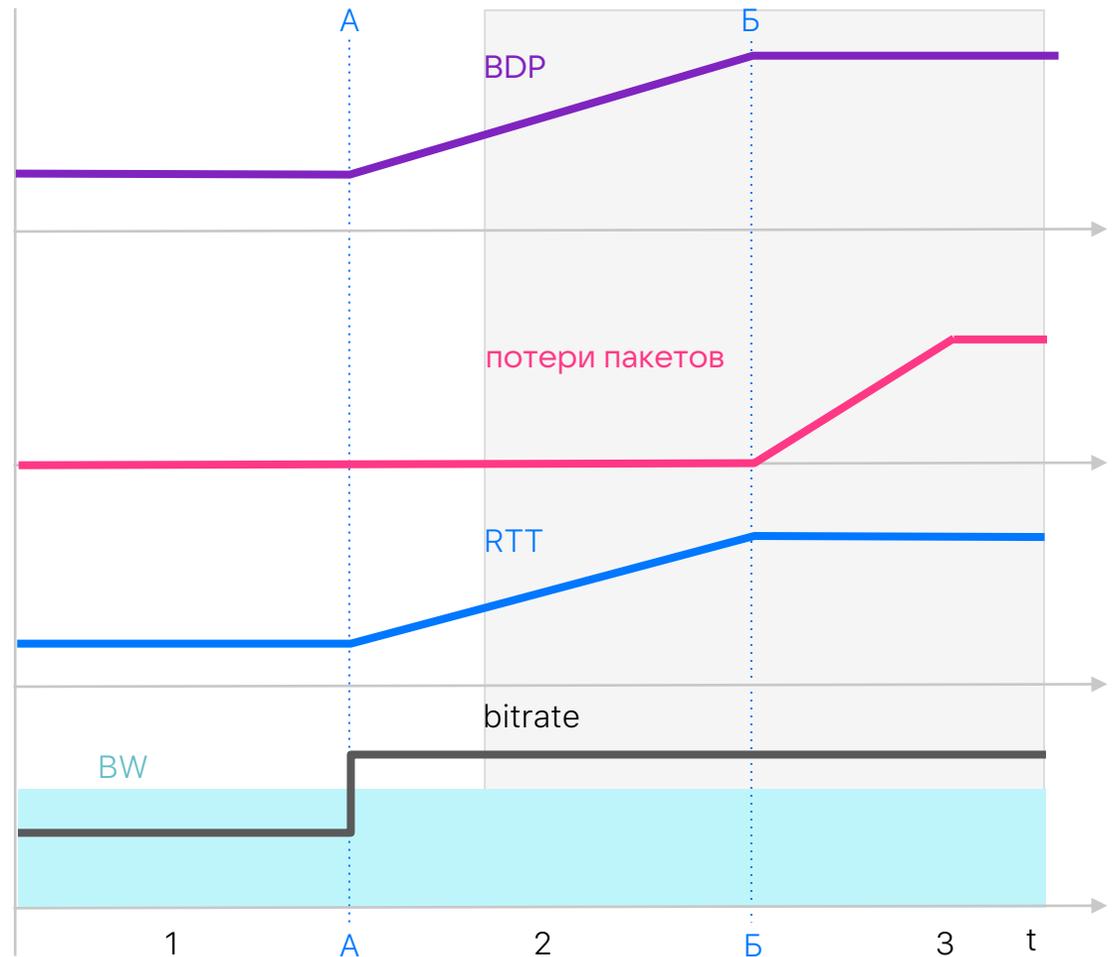
[chrome / webrtc-internals]



[оценка пропускной способности канала]

Сетевой уровень: выводы

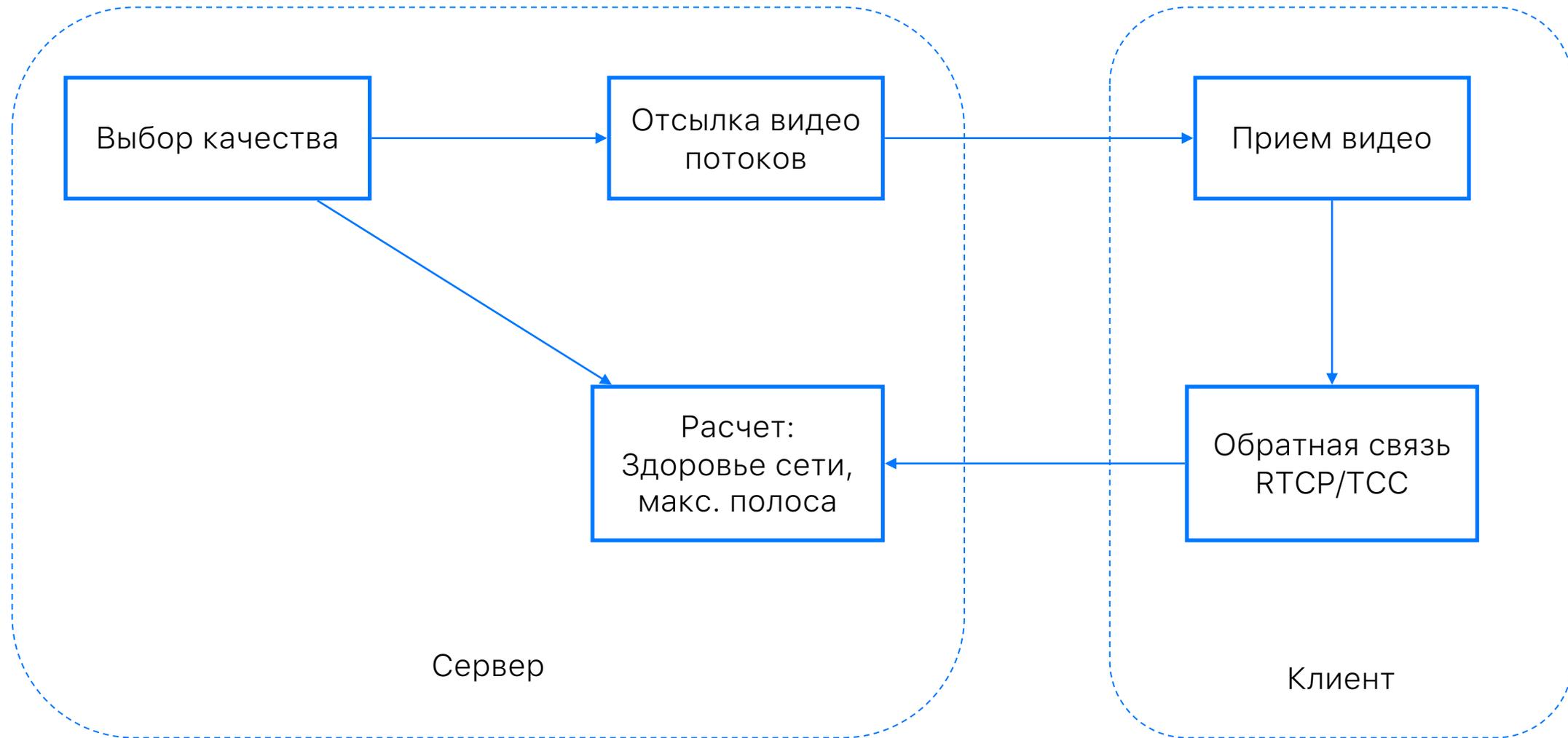
- Используем в качестве обратной связи TWCC
- Пересчитываем характеристики канала с каждым отчётом TWCC
- Здоровье должно меняться плавно во всём диапазоне значений
- Здоровье канала как признак затора



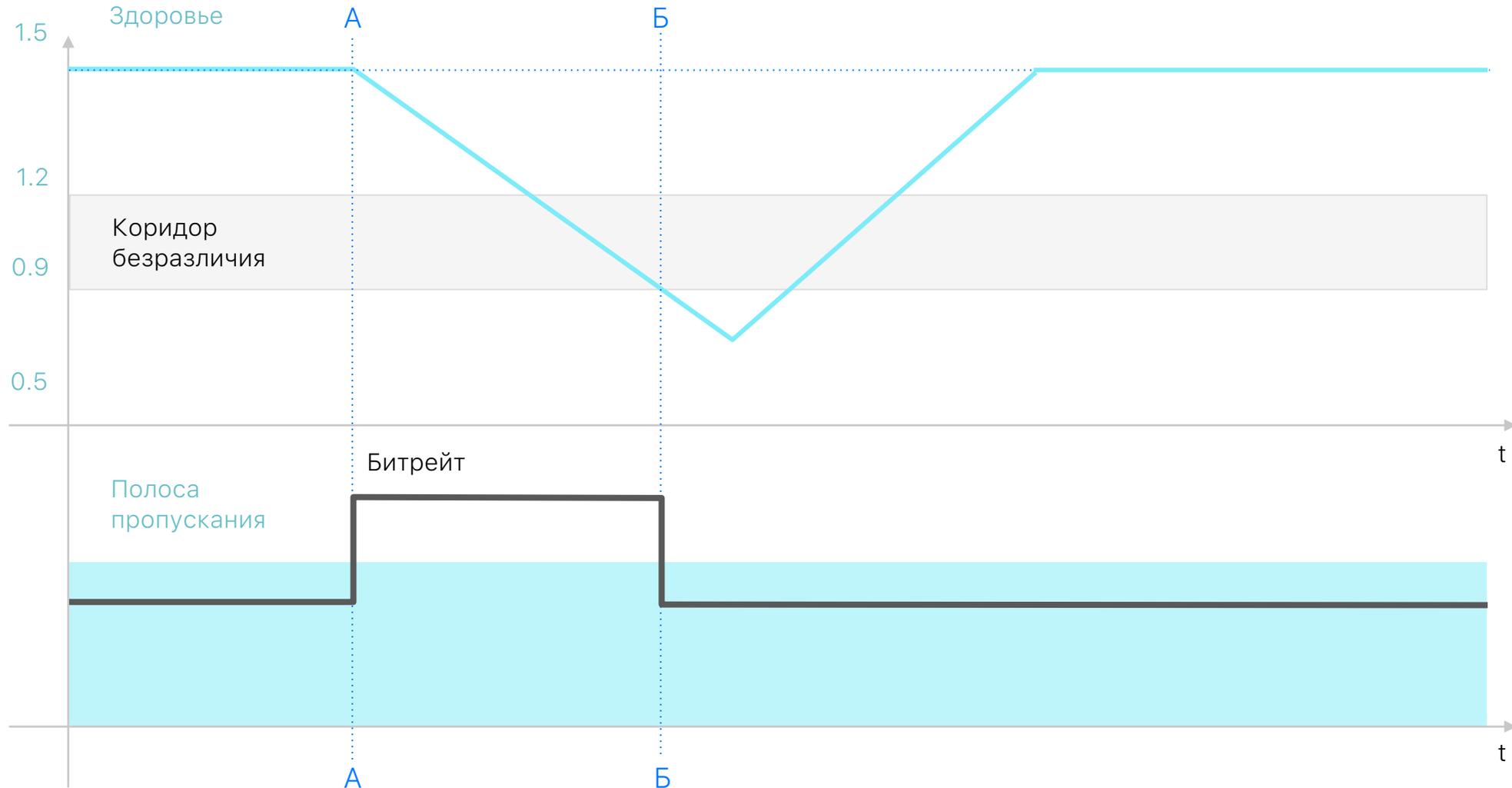
Управление качеством видео



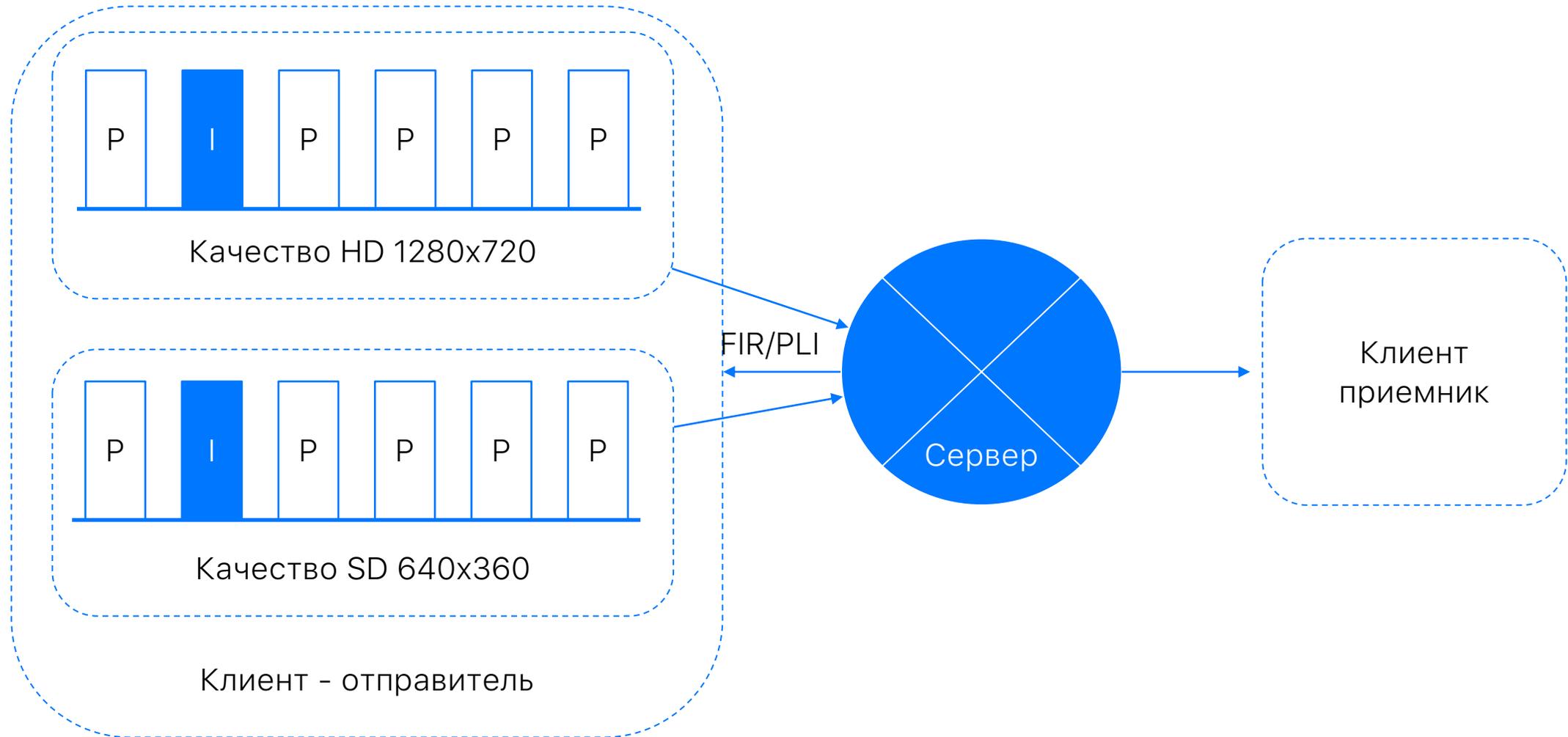
Управление качеством: система автоматического управления (САУ)



Управление качеством: реакция на Здоровье сети



Управление качеством: пауза перед сменой качества



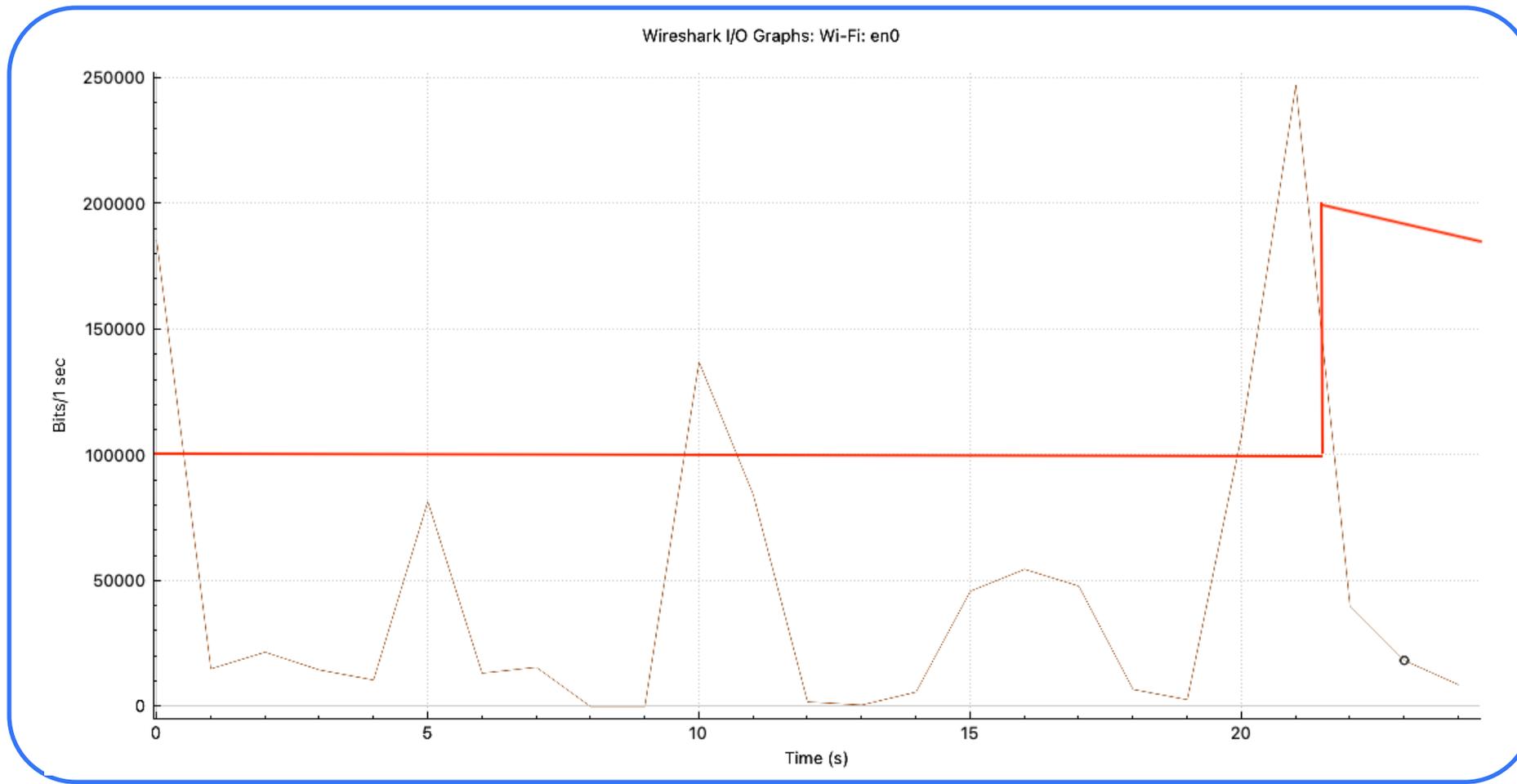
Управление качеством: распределение полосы между источниками

Сортировка источников:

- 1 Закрепленный источник
- 2 Демонстрация экрана
- 3 По времени - когда говорил последний раз

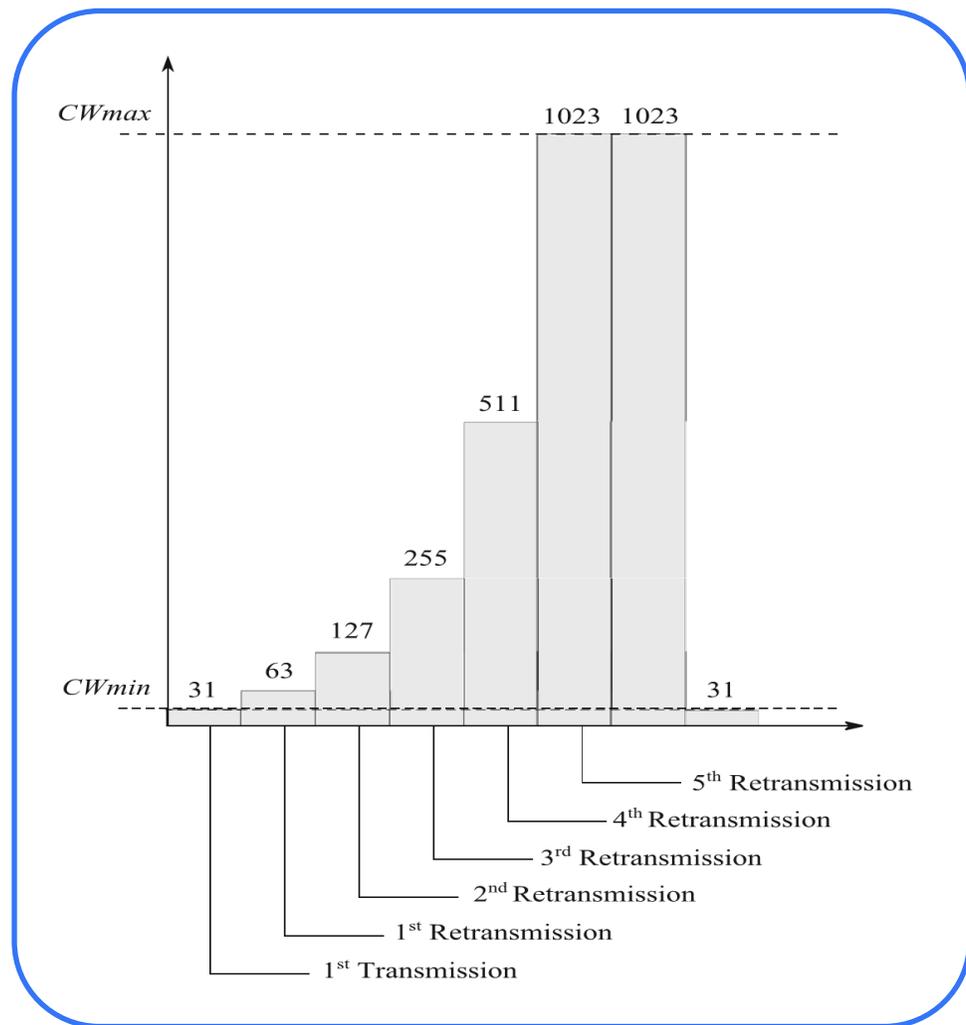


Управление качеством: адаптивное резервирование полосы



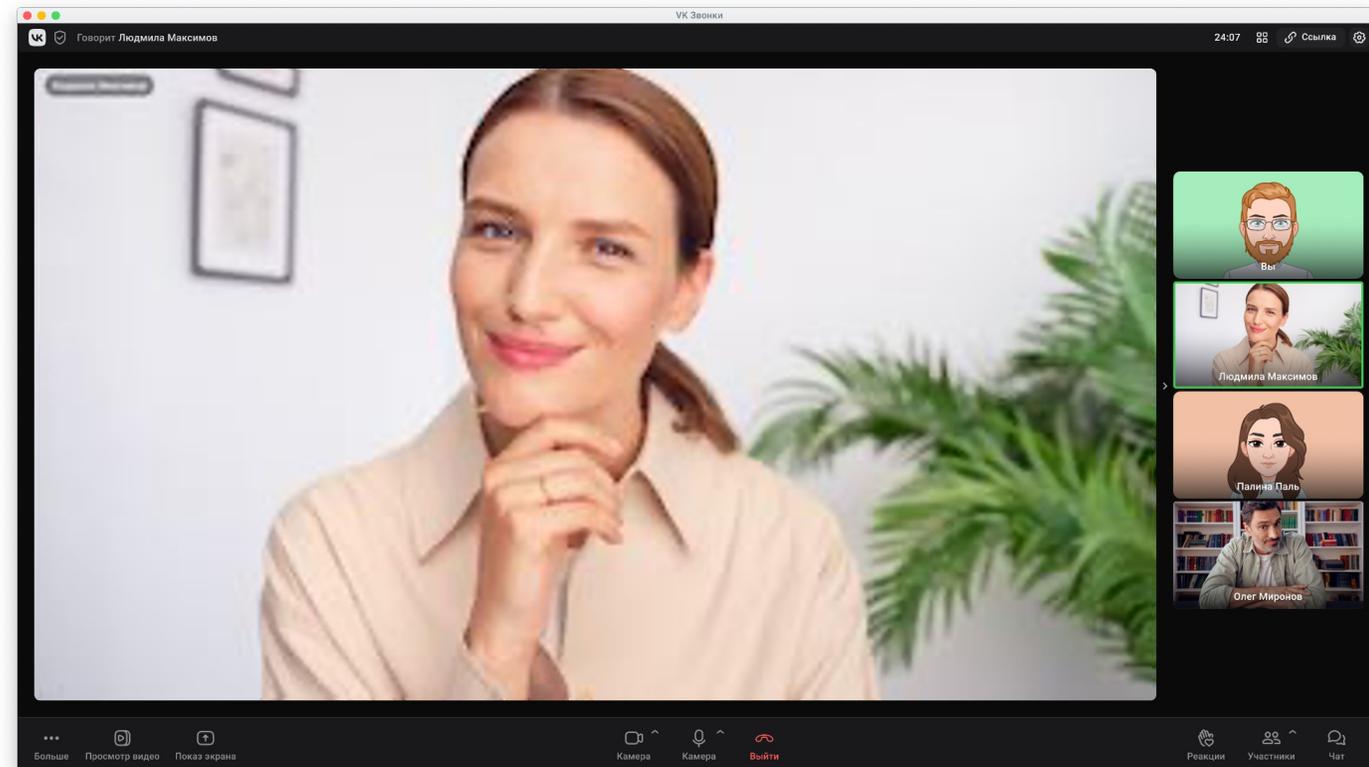
- Macbook
- Wi-Fi
- WireShark

Управление качеством: заторы от чужого трафика



Управление качеством: метрика качества

- Какое качество сейчас на экране?
- Зачем нужны метрики?
- Какая должна быть метрика качества?

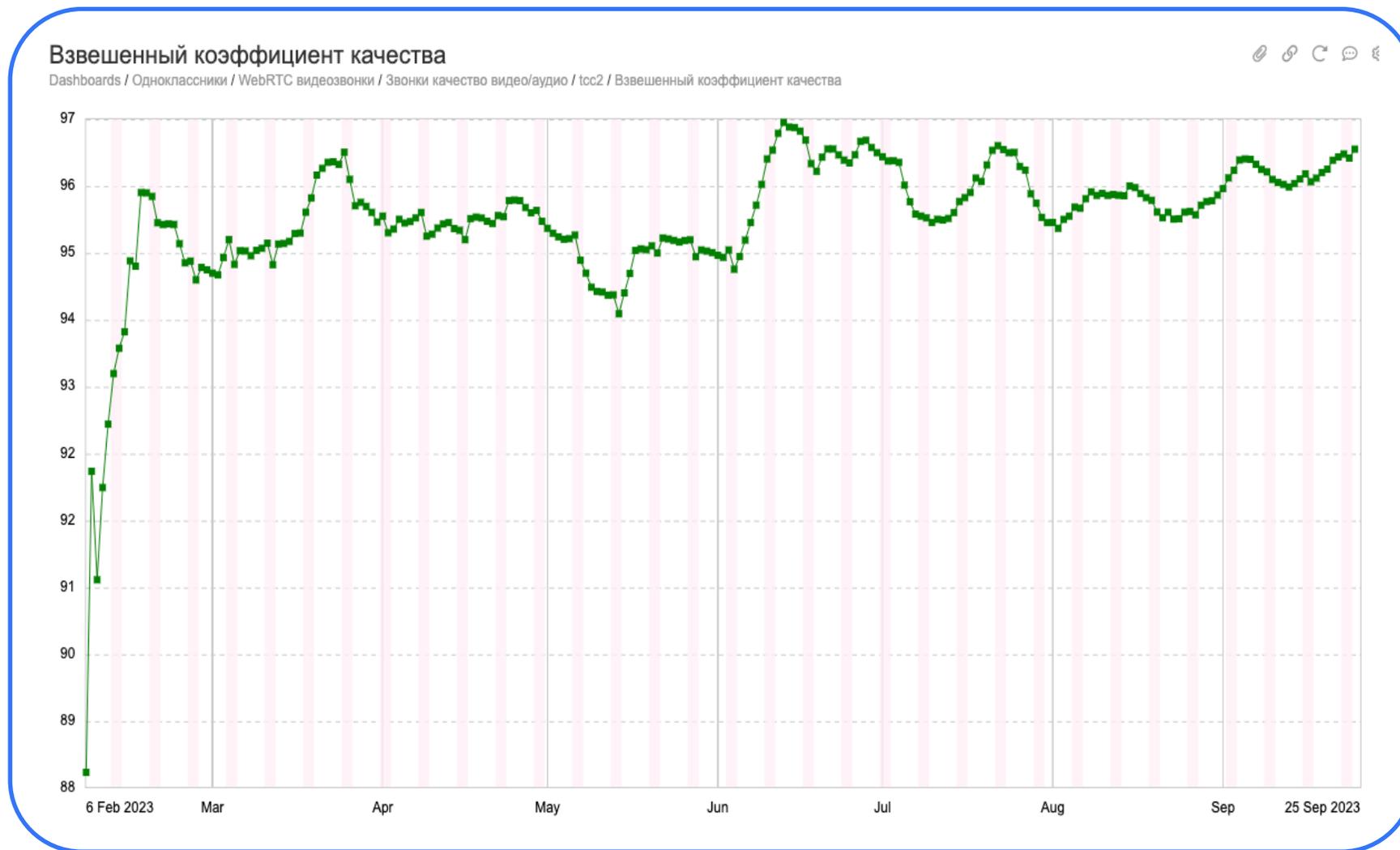


Управление качеством: взвешенный коэффициент качества (ВКК)

- Оптимальный размер для источника
1280x720
640x360
320x180
- Коэффициент качества (КК) = Реальный размер / Оптимальный размер
- Взвешенный КК = среднее взвешенное по потокам
- Расчет для каждого клиента раз в 10 сек



Результаты внедрения концепции управления заторами для серверного приложения VK Звонки



Результаты внедрения

- А - включение ограничения 900 Кбпс
- Б - отключение ограничения

webrtc-internals



Старый алгоритм (на потерях)



Новый алгоритм (на TWCC)

Что мы узнали сегодня

- Transport-wide Congestion Control
- Здоровье сети
- Без чего алгоритм управления не работает
- Успешное внедрение