


# Как мы в VK Звонках измеряем качество видео


Алексей Шпагин, ВКонтакте





**VideoTech**  
2023

# Обо мне

 Руководитель команды бэкенда  
VK Звонков

 Более 10 лет работы в IP-  
телефонии и видеозвонках

 Бэкграунд — разработчик C++

 В руководстве командами 6 лет



Кому будет  
интересен  
доклад?





# VK ЗВОНКИ



## 20 МЛН

пользователей общаются  
в VK Звонках ежемесячно

- ▶ Нет ограничения на количество участников звонка
- ▶ 4К-демонстрация экрана
- ▶ Анимированные аватары vtoji
- ▶ Совместный просмотр видеоконтента
- ▶ Разные платформы





Прошлогодний  
доклад «Как мы  
в VK Звонках  
работаем над  
качеством звука»

# Содержание

1

Особенности  
передачи видео в  
звонках

2

Оценка качества  
видео

3

Примеры  
измерений

4

Планы развития  
системы  
измерений

# Особенности передачи ВИДЕО В ЗВОНКАХ



# Сравнение требований: задержка

Сервис	Задержка
Видеохостинг	-
Стриминг	Секунды
Cloud Gaming	Десятки мс
Видеозвонки	Сотни мс

# Сравнение требований: сеть

Сервис	Работа в плохой сети
Видеохостинг	Желательна
Стриминг	Желательна
Cloud Gaming	Невозможна
Видеозвонки	Обязательна



# Сравнение требований: разрешение

Сервис	Уменьшение разрешения
Видеохостинг	Возможно
Стриминг	Возможно
Cloud Gaming	Нежелательно
Видеозвонки	Нормально

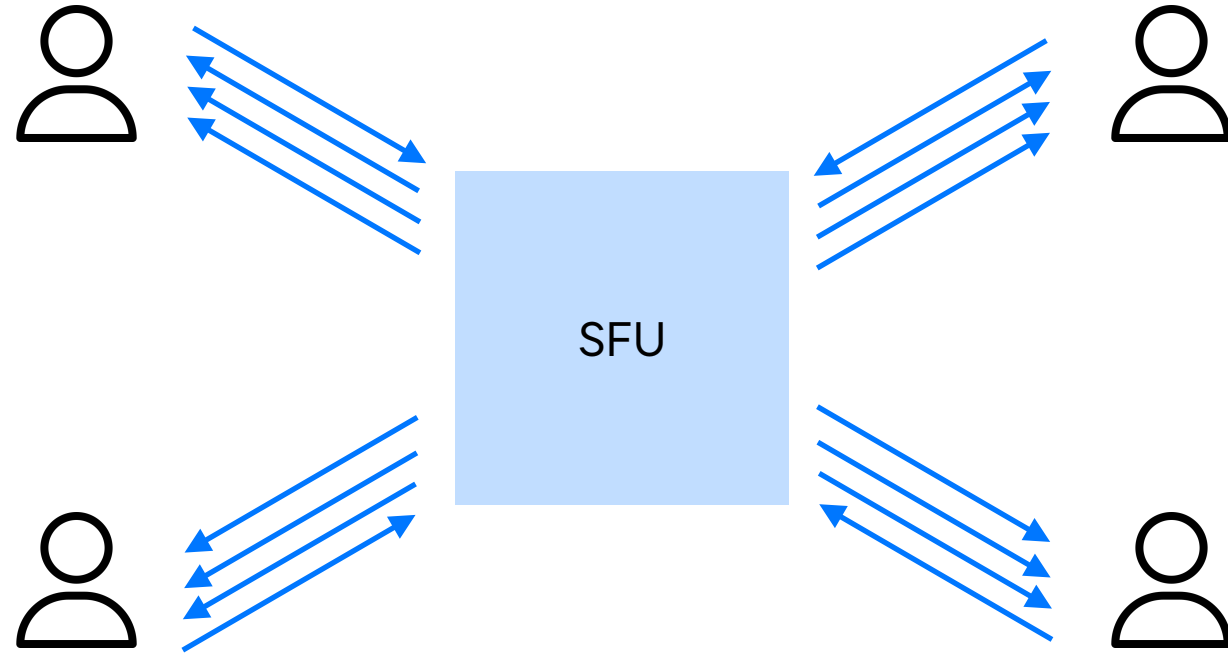
# Сравнение требований: FPS

Сервис	Подстройка FPS
Видеохостинг	30/60
Стриминг	30/60
Cloud Gaming	30/60/120
Видеозвонки	15-30

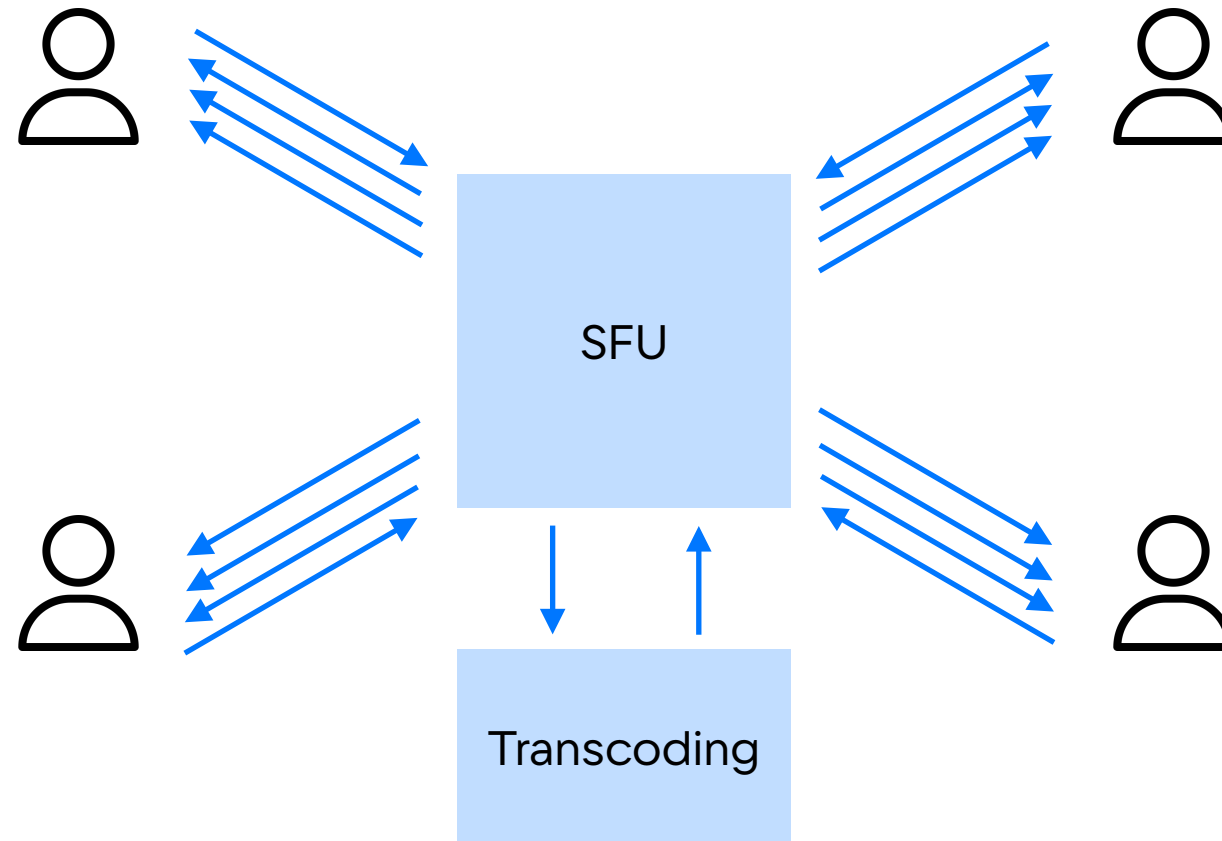
# Требования к передаче видео в видеозвонках

- 01 Низкая задержка, сотни мс
- 02 Работа в плохих сетях
- 03 В том числе мобильных сетях
- 04 Можем снижать битрейт
- 05 Высокое разрешение для демонстрации экрана

# Selective Forwarding Unit



# Selective Forwarding Unit





# Взаимодействие SFU и трансформов

---

Не используется  
simulcast

---

Работа со звуком

---

Транскодирование

# Параметры видеопотока

---

Базовый  
кодек H264

---

Кодеки VP8 и VP9  
для плохих сетей

---

Разрешение и битрейт  
могут меняться

# Оценка полосы пропускания

---

Фризы видео и пропадание звука, если траффик не помещается в полосу

---

Цель: оценить, какой траффик можно посылать без потерь

---

Важно оценить до возникновения затора

# TCC - Transport Congestion Control

---

Цель: обеспечить  
высокое качество  
видео

---

Предотвращение  
заторов

---

Подстройка  
параметров видео  
под полосу  
пропускания

ДОКЛАД

## Управляем заторами в канале при раздаче видео с сервера видеоконференции



Михаил Доильницын

VK



Алексей Доильницын

VK

RU

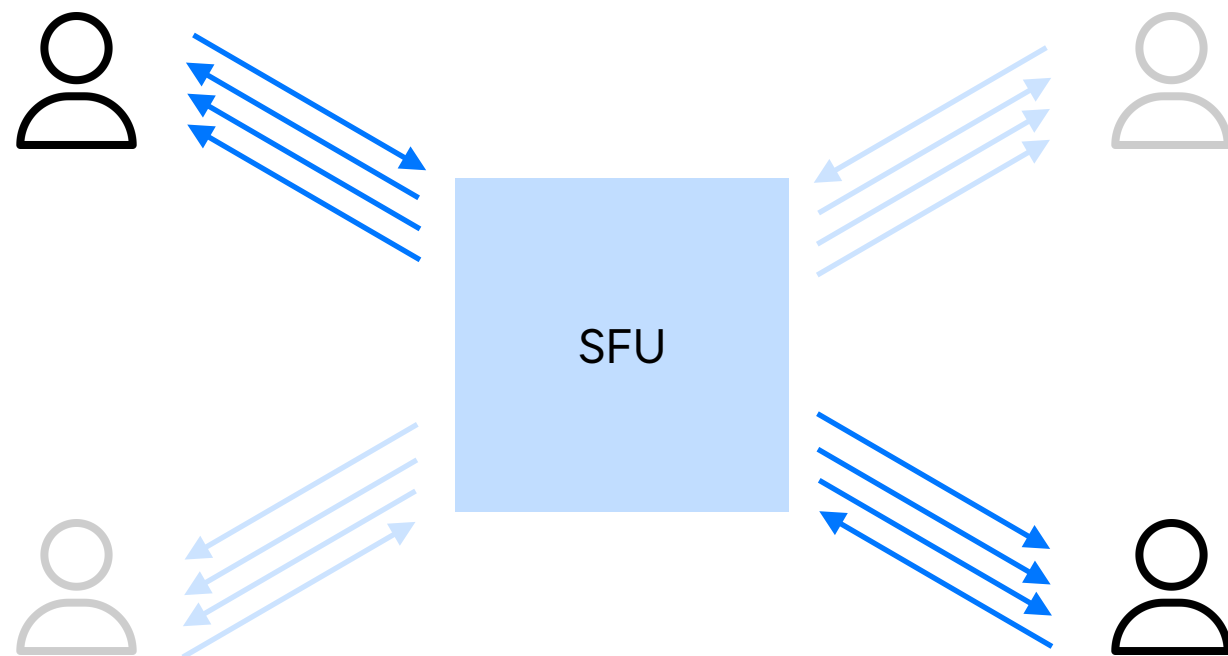


WebRTC

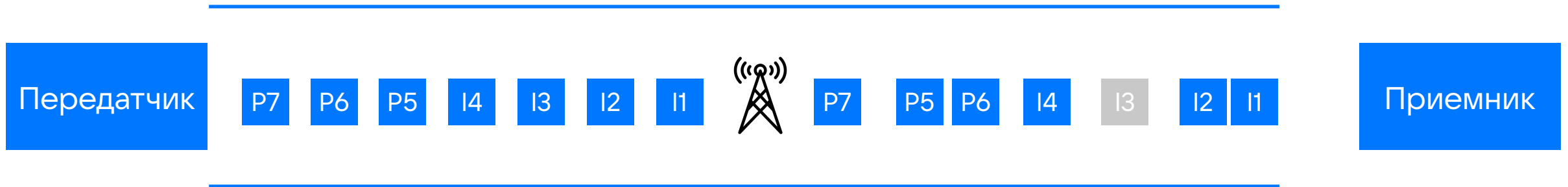




# Передача по сети: два плеча



# Передача по сети: проблемы



- Packet loss
- Jitter
- Delay
- Reordering

# Примеры артефактов при передаче видео по сети



# Пример артефактов в видео: нормальная картинка

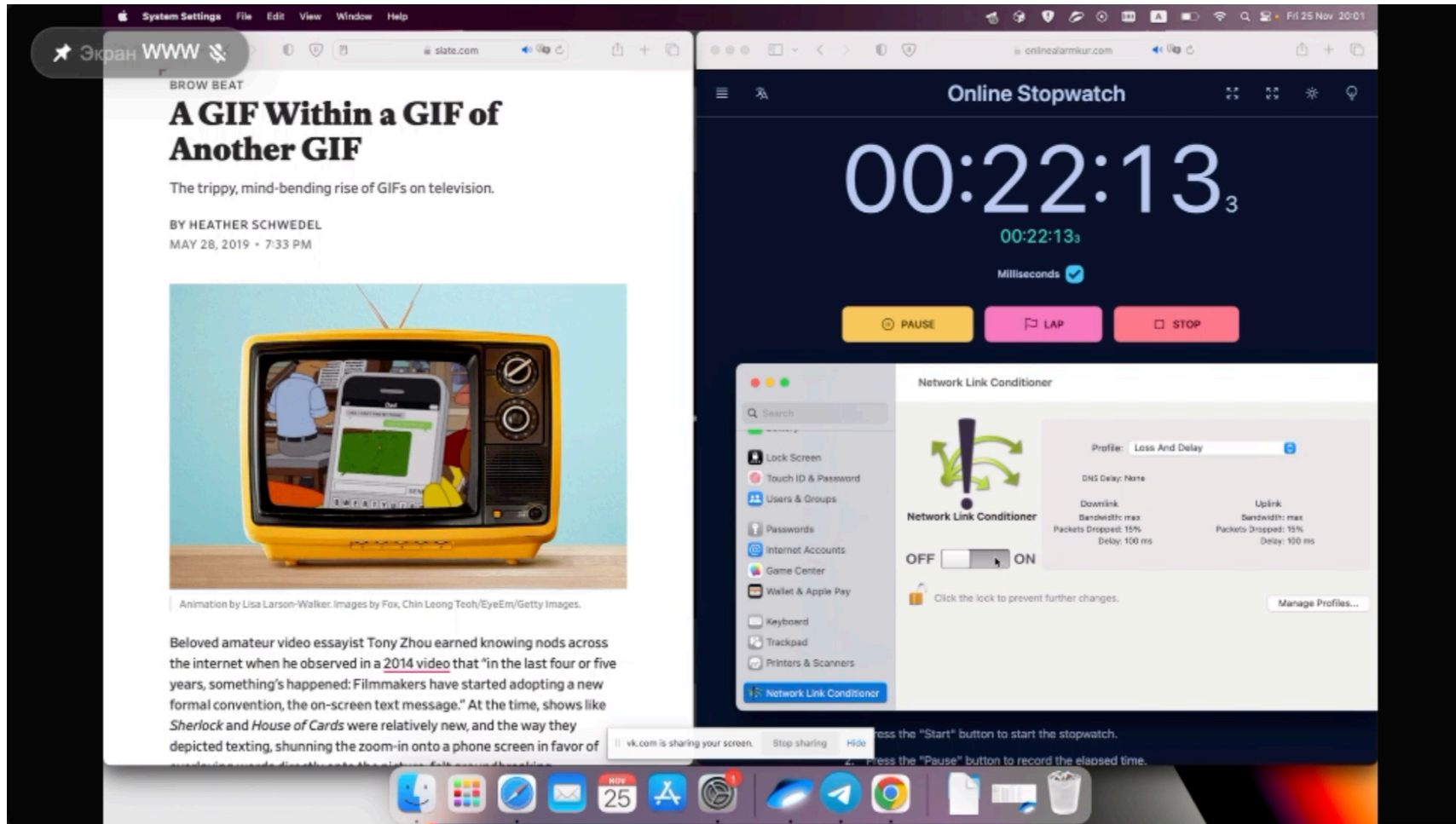


# Пример артефактов в видео: испорченная картинка

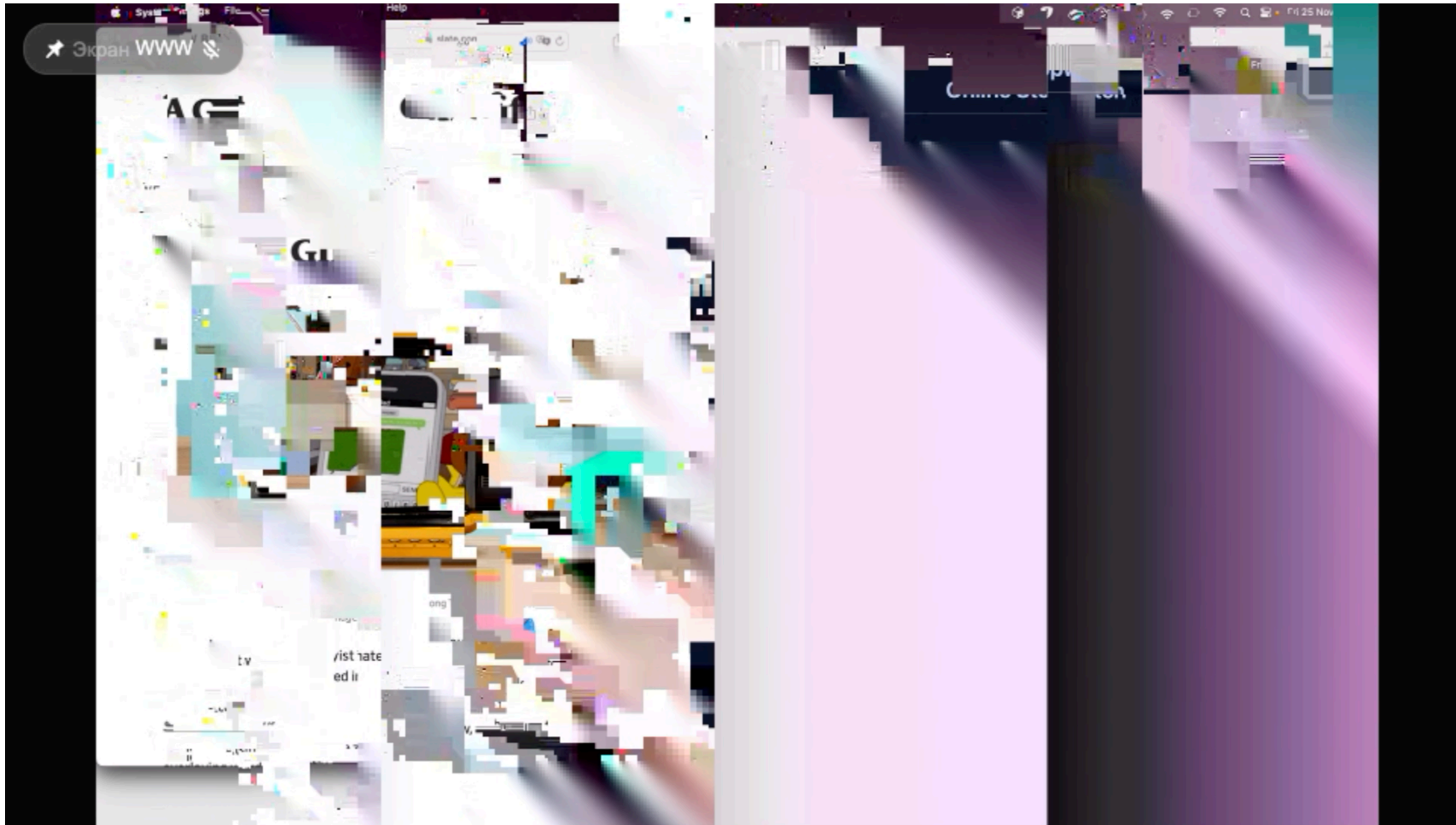




# Пример артефактов в видео: нормальная картинка



# Пример артефактов в видео: испорченная картинка



# Особенности работы с видео в звонках

1

Низкая задержка

2

Работа в плохих сетях

3

Битрейт и FPS могут меняться

4

Качество падает из-за сетевых проблем

# Оценка качества ВИДЕО

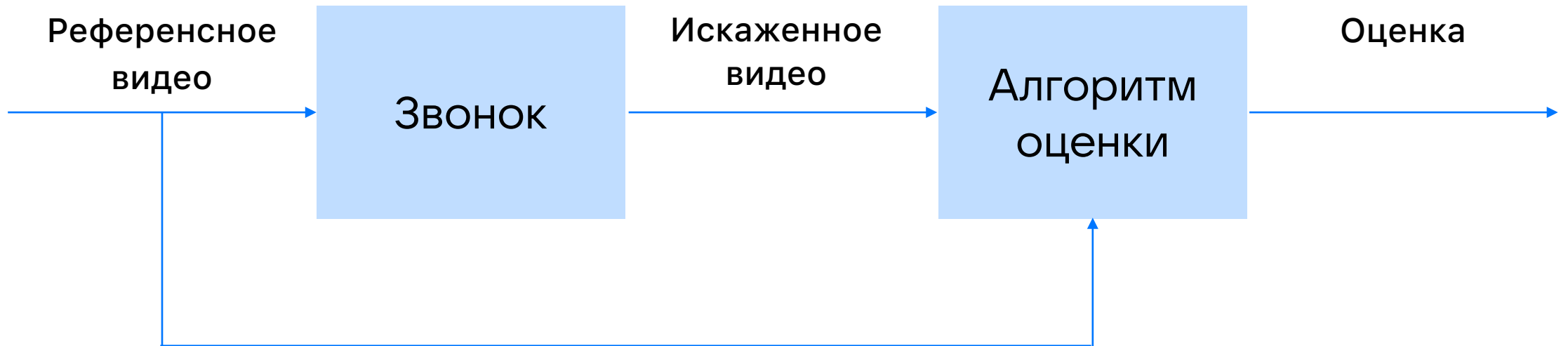


# Специфика оценки качества видео в звонках

- Результаты измерения зависят от содержания видео
- Мы ориентируемся на видео «говорящая голова»
- Мы используем метрики на основе референса
- Существуют метрики на основе неполного референса и безреференсные



# Функциональная схема стенда оценки качества видео



Подача референса  
в звонок и захват видео  
на приемной стороне



# Встроенные средства приложения

- Google Chrome fake device for media stream
- В приложении написан код для чтения видео из файла

Плюсы	Минусы
Легко подавать входные данные, и не тратятся ресурсы ПК	Сложно работать со сторонними приложениями



# Внешняя камера

- Виртуальная камера, например, на основе OBS
- Физическое устройство, например, на основе Raspberry Pi

Плюсы	Минусы
Работает со всеми приложениями и сервисами, включая конкурентов	Необходимость реализации, сложность поддержки и управления

# Захват видео на приемной стороне

- Встроенные средства (нужен доступ к коду)
- Внешние средства:
  - FFMpeg и захват экрана
  - HDMI Capturer + Raspberry Pi



# Инструменты для измерения качества видео



# PSNR

## Peak Signal-to-Noise Ratio

- Показывает, насколько деградировало изображение
- Математический расчет соотношения сигнал/шум
- Оценивает видео покадрово

# VMAF

## Video Multimethod Assessment Fusion

- Алгоритм от Netflix
- Используется машинное обучение
- Покадровое сравнение, как и у PSNR

# Подготовка референсов



# Разметка исходного видео

---

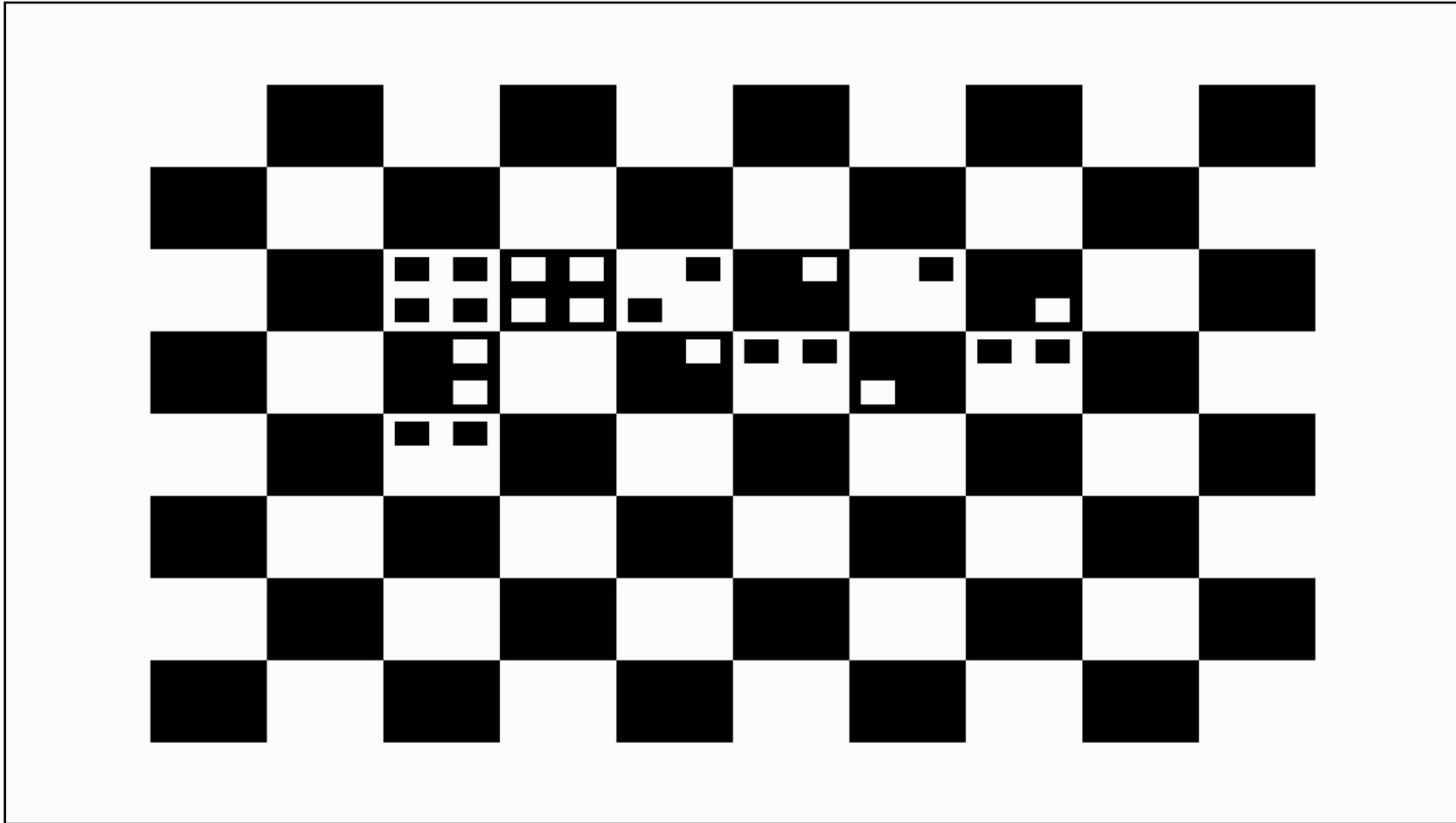
VMAF  
не синхронизирует  
кадры

---

Сравнение  
происходит  
покадрово

---

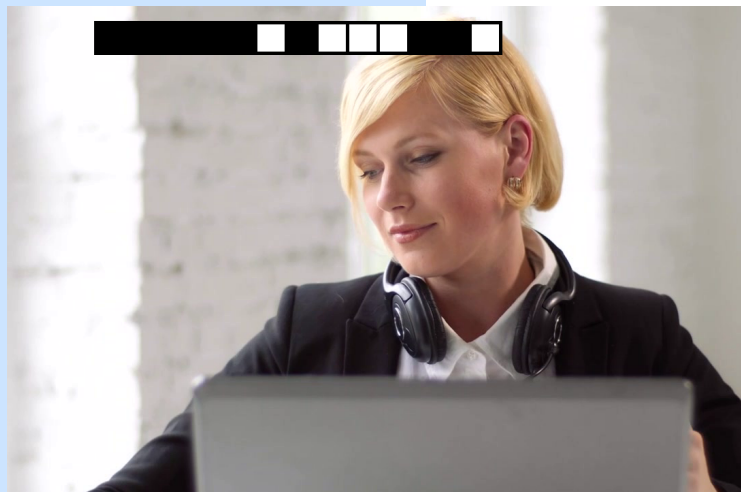
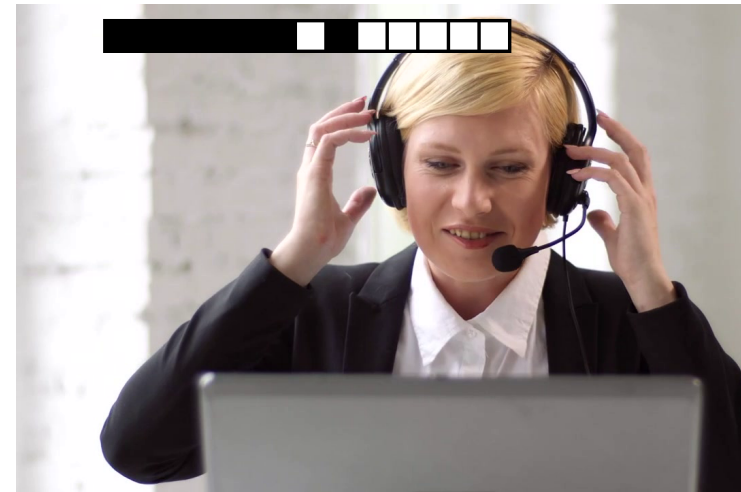
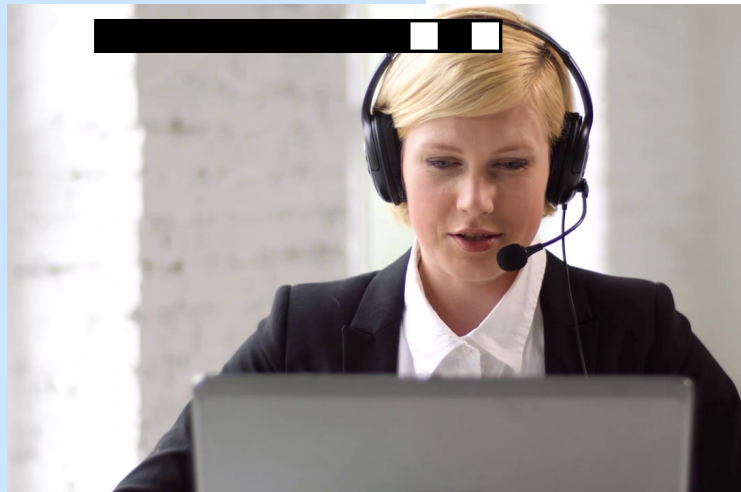
Требуется метка  
начала референсного  
фрагмента



Первый кадр референса



# Последующие кадры



# Алгоритм действий после приема видео

1

Анализируем полученное в тесте видео на потерянные кадры

2

Собираем референс для VMAF: из исходного видео выбираем только те кадры, которые есть в полученном видео

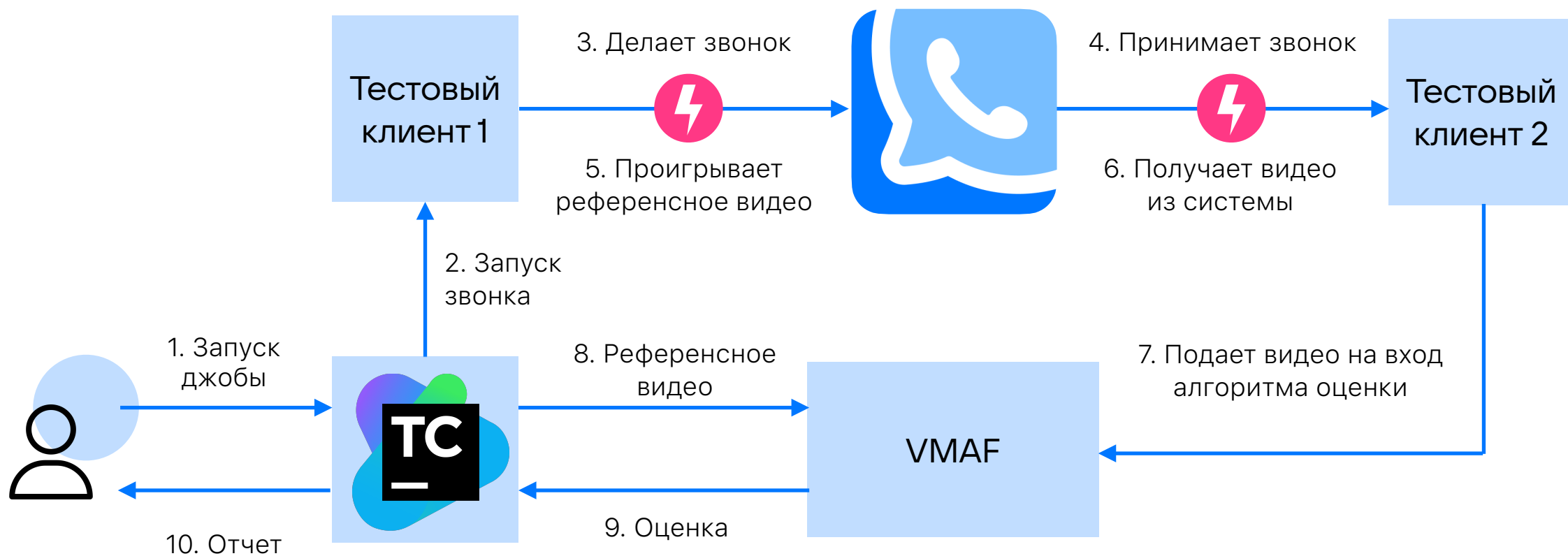
3

Полученный FPS сохраняем отдельно от VMAF-оценки

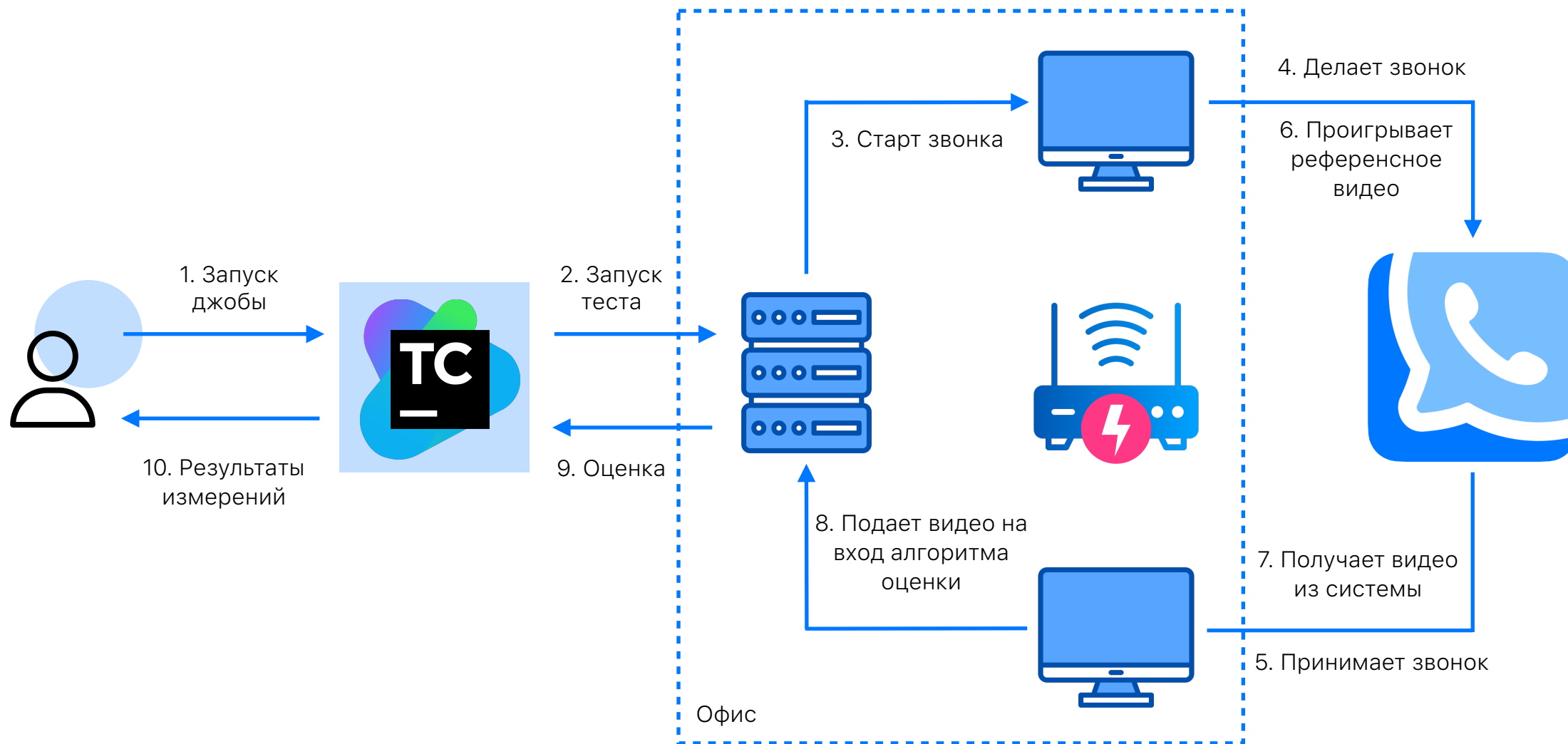
# Стенды для измерений



# Стенд на базе виртуальных тестовых клиентов



# Стенд на базе физических устройств



# Эмуляция плохой сети

---

Эмуляция плохой сети на стороне сервера

---

Эмуляция плохой сети на роутере (для физических девайсов)

---

Динамическое изменение параметров сети

# VMAF. Особенности «приготовления»

- 01 Если в картинке есть артефакты, но мы ее сильно уменьшили, то можем получить завышенный результат оценки
- 02 Особенности цветовой модели



## FAQ по ИСПОЛЬЗОВАНИЮ VMAF



# Как мы проводим измерения качества видео

1

PSNR и VMAF

2

Подготовка референса

3

Трансляция референса в звонок и забор результата

4

Стенды с виртуальными и «железными» клиентами

5

Эмуляция плохой сети

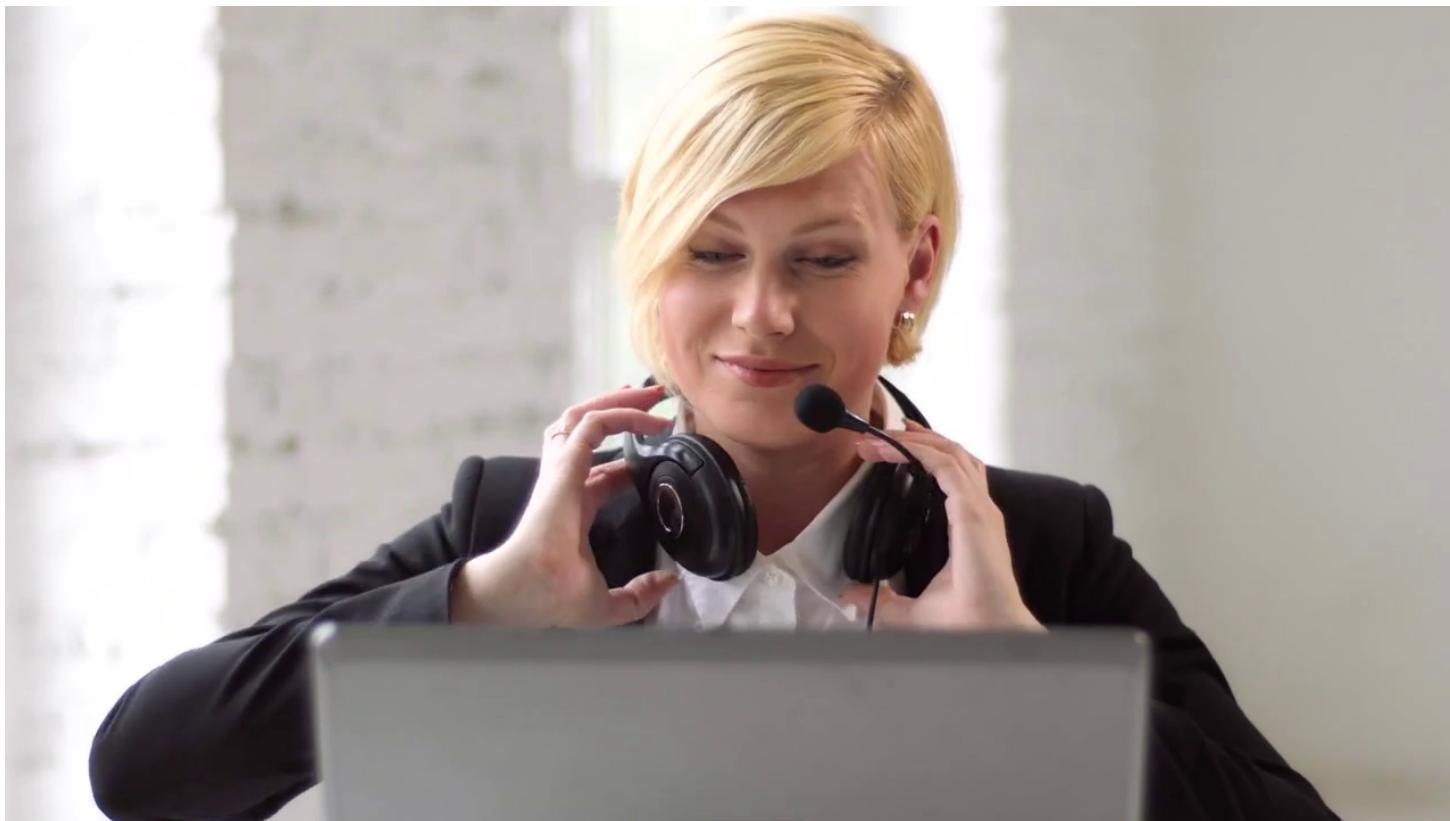
# Примеры измерений



# Сравнение различных битрейтов



# Пример замера 1



Битрейт, Кбит/с	<b>1874</b>
--------------------	-------------

---

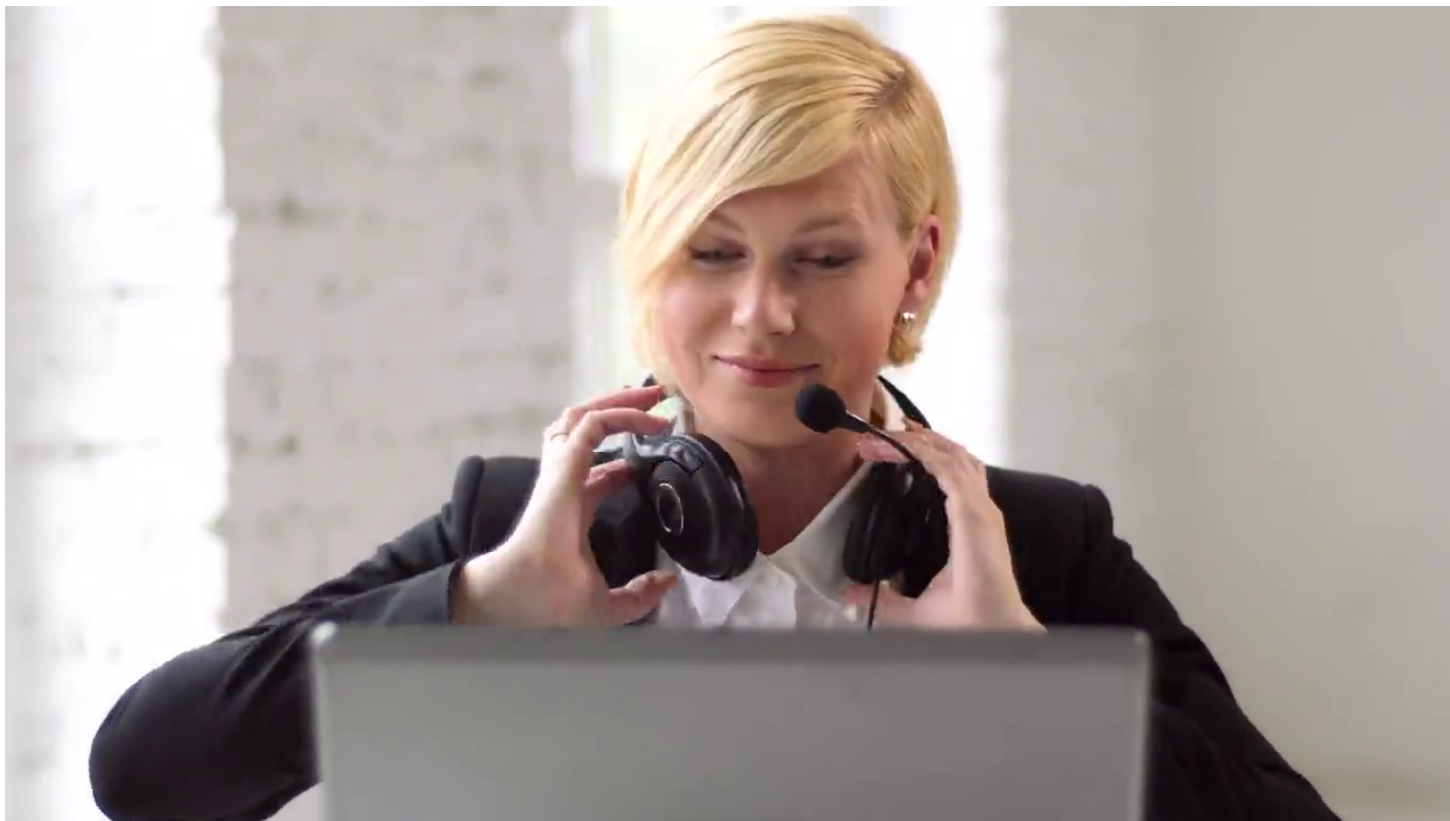
VMAF	<b>95</b>
------	-----------

---

PSNR	<b>50</b>
------	-----------

---

## Пример замера 2



Битрейт, Кбит/с	<b>428</b>
--------------------	------------

---

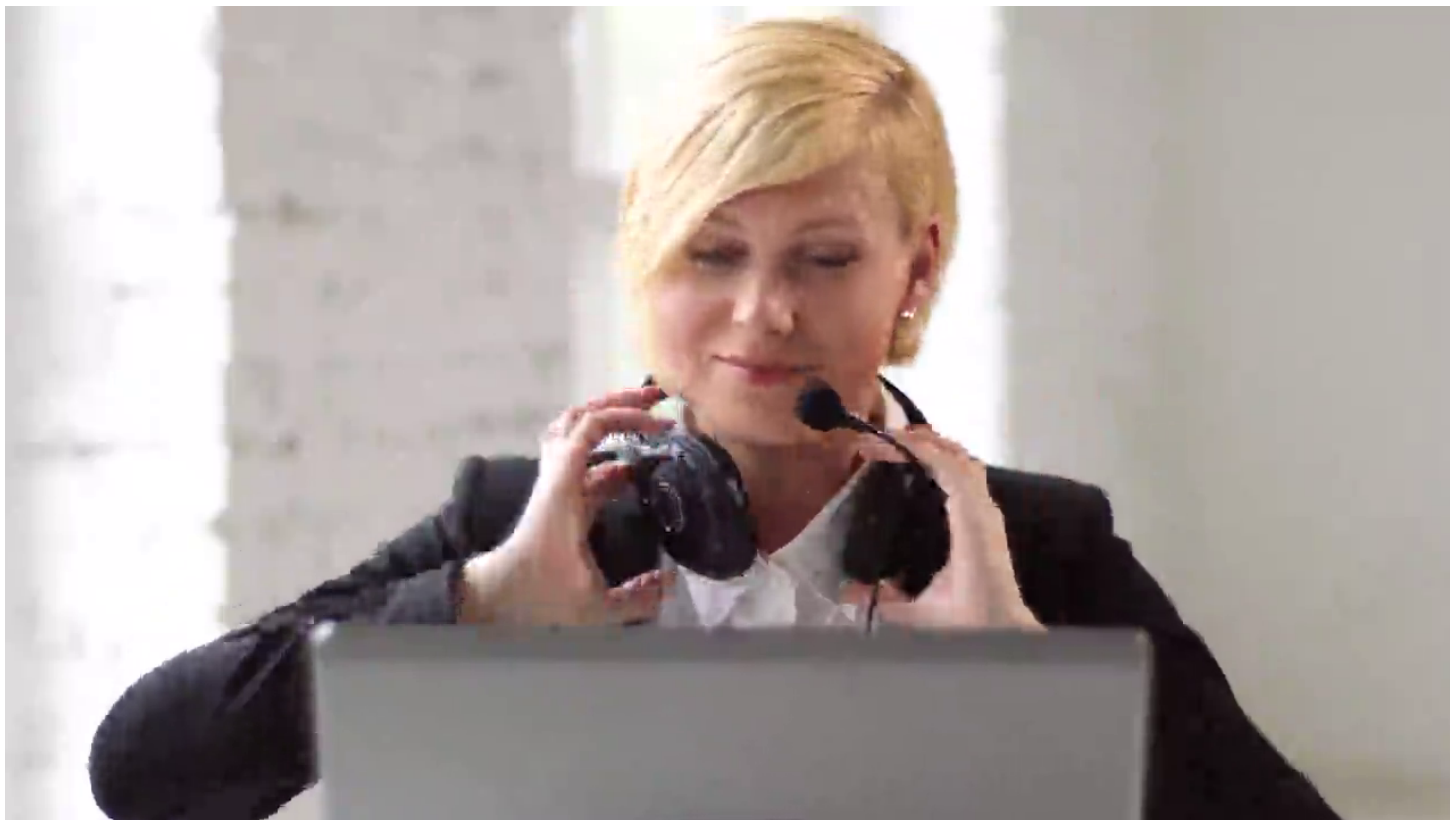
VMAF	<b>87</b>
------	-----------

---

PSNR	<b>47</b>
------	-----------

---

## Пример замера 3



Битрейт, Кбит/с	<b>154</b>
--------------------	------------

---

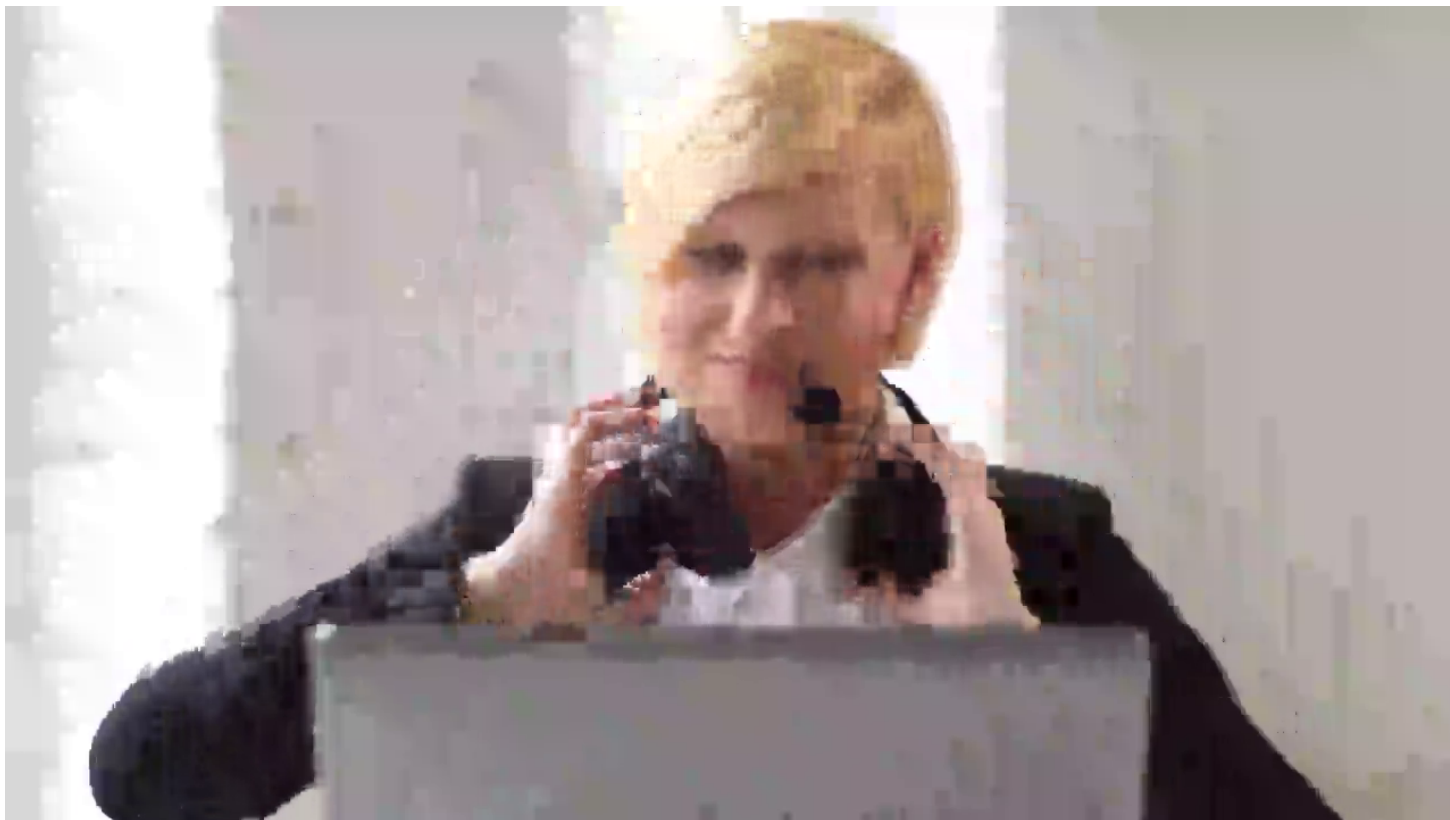
VMAF	<b>63</b>
------	-----------

---

PSNR	<b>43</b>
------	-----------

---

## Пример замера 4



Битрейт, Кбит/с	<b>68</b>
--------------------	-----------

---

VMAF	<b>23</b>
------	-----------

---

PSNR	<b>38</b>
------	-----------

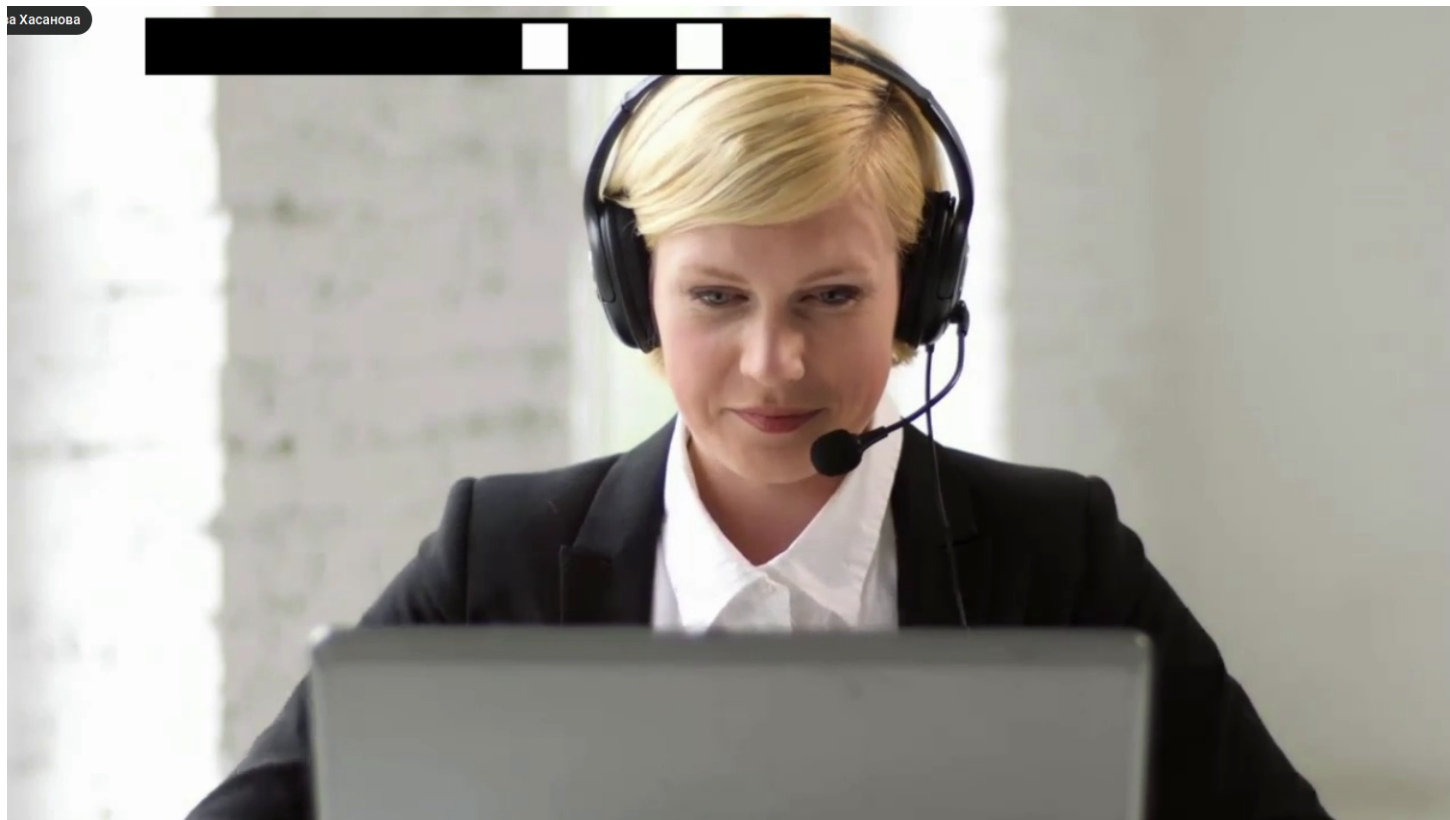
---

# Измерения при наличии сетевых проблем



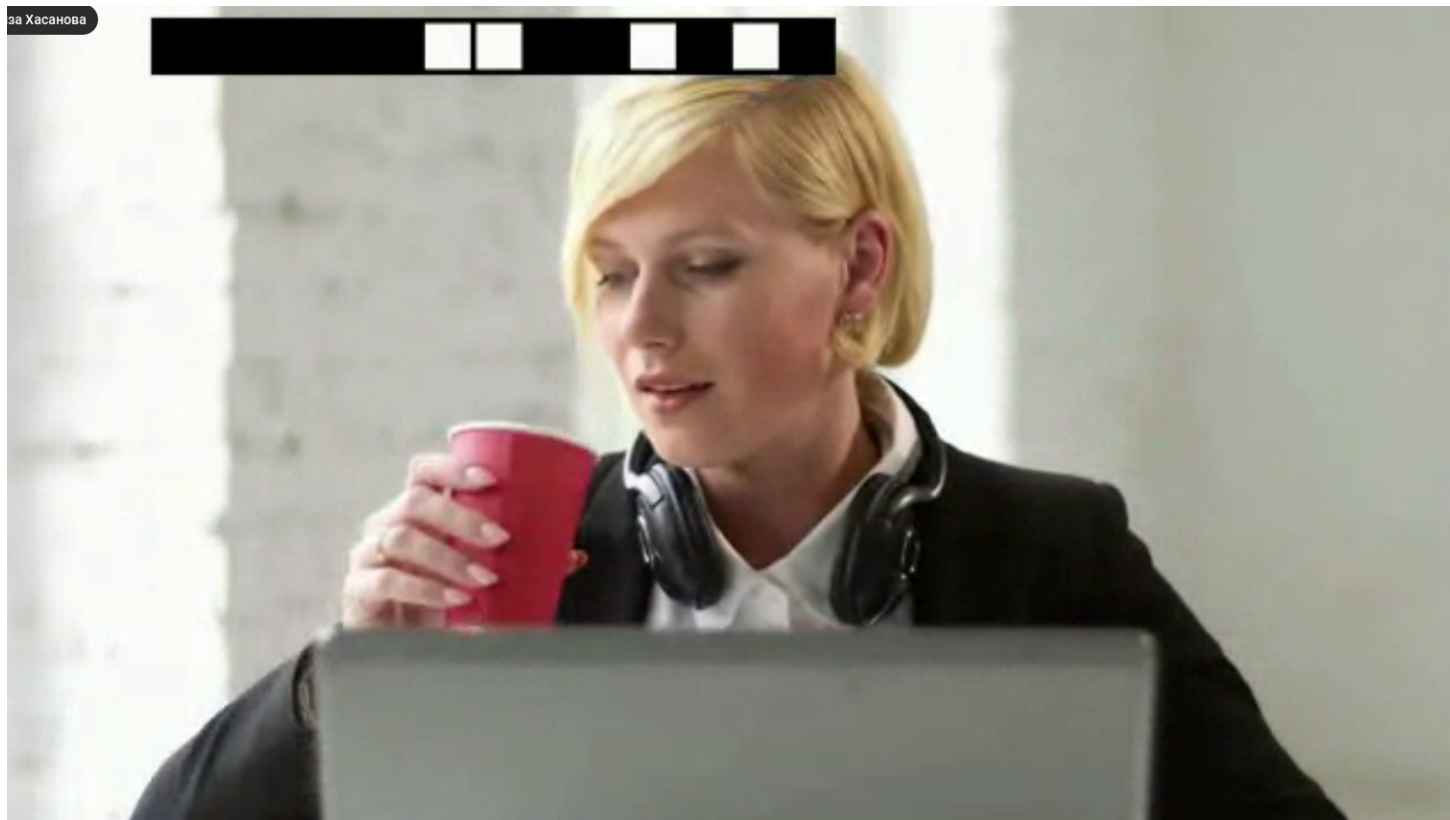


# Пример замера 5



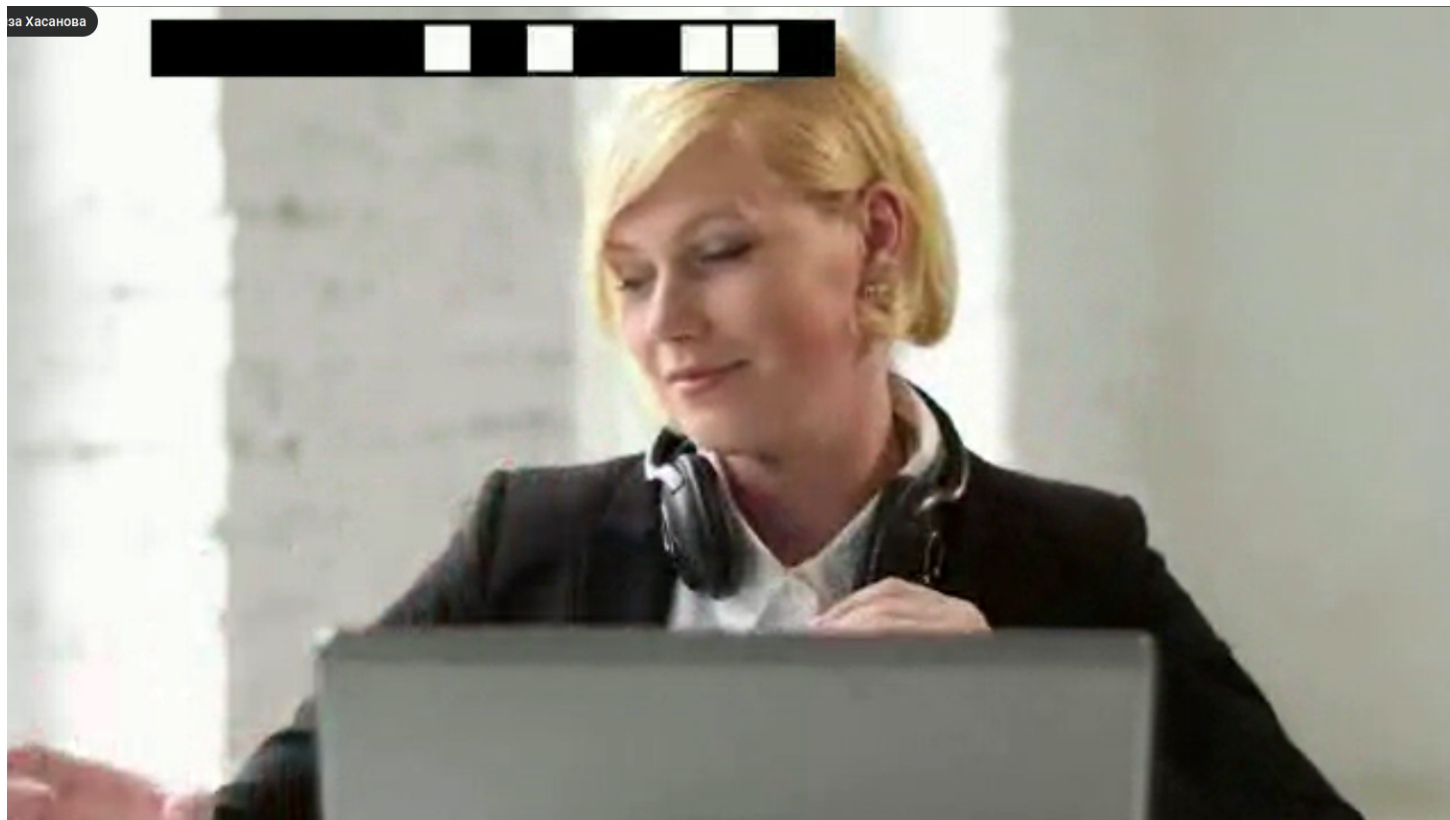
Битрейт, Мбит/с	10
Packet loss, %	0
Delay, ms	0
VMAF	82
PSNR	38.2
FPS	29

# Пример замера 6



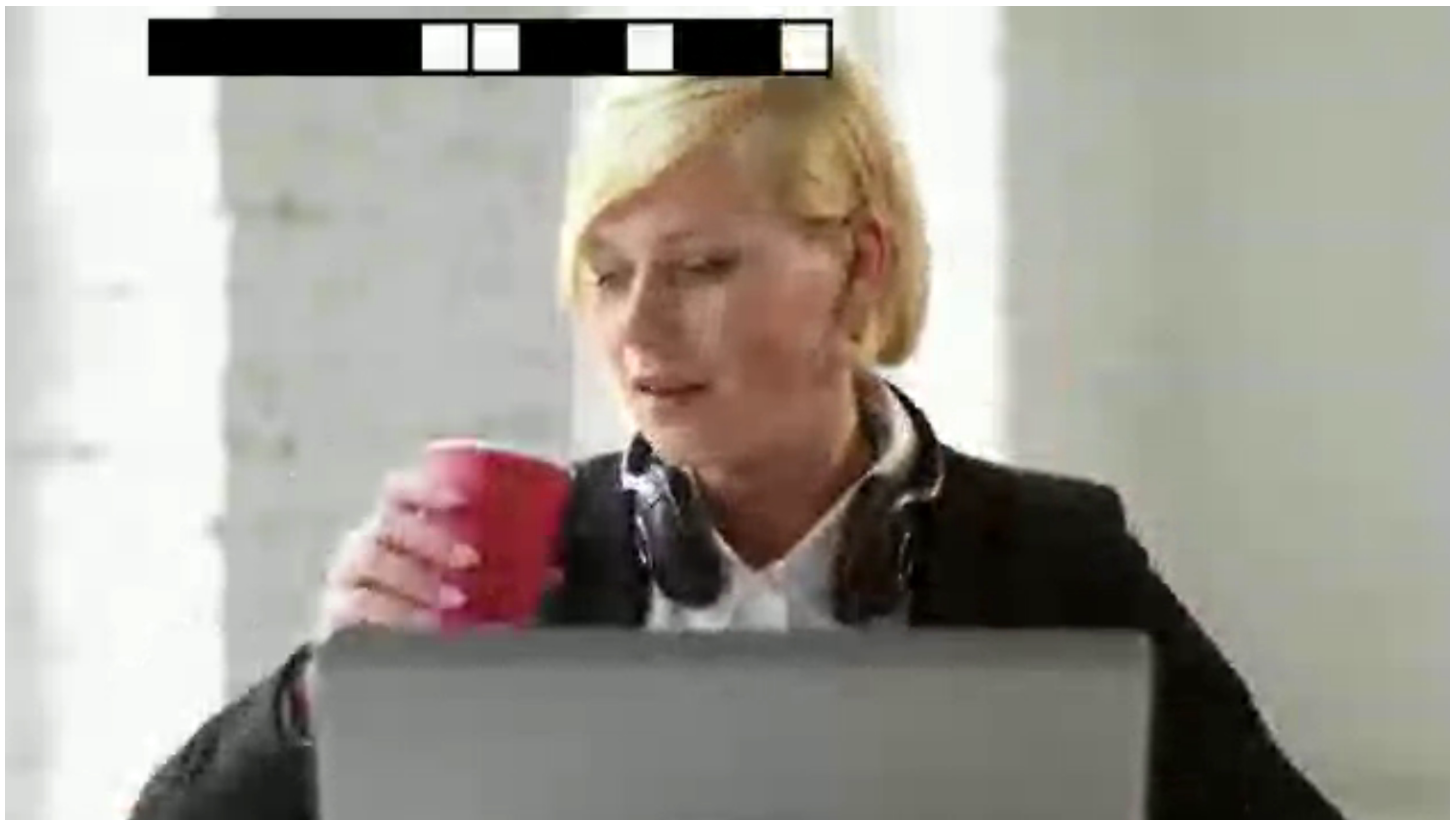
Битрейт, Мбит/с	<b>3</b>
Packet loss, %	<b>3</b>
Delay, ms	<b>50</b>
VMAF	<b>58</b>
PSNR	<b>35.5</b>
FPS	<b>27</b>

# Пример замера 7



Битрейт, Мбит/с	1
Packet loss, %	8
Delay, ms	250
VMAF	54
PSNR	35.4
FPS	26

# Пример замера 7



Битрейт, Мбит/с	10
Packet loss, %	20
Delay, ms	0
VMAF	32
PSNR	35.0
FPS	3

# Что мы можем «отловить» по результатам измерений

1

Видео искажено из-за потерь пакетов и других проблем в сети

2

Разрешение видео ниже ожидаемого

3

Видео обрезано или сдвинуто

4

Видео слишком сильно сжато кодеком


# Планы развития системы измерений



# Автоматизация

## Замеров качества видео

- Автоматизированный деплой приложений на железные тестовые машины
- Автоматизированная конфигурация эмуляции сетевых проблем



# Мобильные Устройства

- Добавить в стенд физических мобильных устройств
- Решить проблемы подачи референсов и съема видео с мобильных устройств





# PEVQ

## Perceptual Evaluation of Video Quality

- Работает с видео целиком, а не покадрово
- Чувствительна к плавности видео

# VMAF

## Обучение на паттернах ВИДЕОЗВОНКОВ

- VMAF обучен для стриминга
- Собрать датасет с учетом специфики видеозвонков
- Обучить VMAF на своем датасете

# Подведем итоги

Особенность видеозвонков: низкая задержка и адаптация качества видео к плохой сети

Качество видео возможно численно измерить

Измерение качества видео применяется для оценки влияния доработок

Автоматизированные измерения применяются для регрессии, CI, мониторинга

Будем  
ВКонтакте!



**VideoTech**  
2023