



DOI: <https://doi.org/10.15688/NBIT.jvolsu.2021.4.2>

УДК 621.39(043)

ББК 32.88я43

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ СТАНДАРТА IEEE 802.11

Дмитрий Александрович Тюхтяев

Старший преподаватель, кафедра телекоммуникационных систем,
Волгоградский государственный университет
tyuhtyaev.dmitriy@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062, Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Целью исследования было определение зависимости качества оказания услуг видеоконференцсвязи от характеристик беспроводных каналов связи и количества пользователей в данной сети. Рассматривалась такая характеристика, как уровень сигнала беспроводной сети, измеряемый в децибелах (дБ). В статье рассмотрены субъективные и объективные методы оценки видео. В качестве объективного метода оценки видео были использованы метрики PSNR и VQM и программное обеспечение, которое было создано в лаборатории компьютерной графики ВМиК МГУ – MSU Video Quality Measurement Tool. Как субъективный использовался метод DSCQS. Метрика PSNR является одной из часто используемых метрик. PSNR измеряет пиковое отношение сигнала к шуму между исходным сигналом и сигналом на выходе системы. Метрика VQM описана в Рекомендации МСЭ-Р ВТ.1683. Результаты тестирования показывают, что VQM имеет высокую корреляцию с субъективными методами оценки качества видео и претендует на то, чтобы стать стандартом в области объективной оценки качества.

Ключевые слова: Wi-Fi, ВКС, джиттер, PSNR, VQM, характеристики канала связи.

Системы видеоконференцсвязи (далее ВКС) в последние несколько лет стали активно использоваться в сфере бизнеса, образования и медицины. В начале 2020 года произошла вспышка вируса SARS-CoV-2. В результате многие сферы нашей жизни резко изменились. В настоящее время большое число сотрудников работают дистанционно с использованием средств видеоконференцсвязи и системы вебинаров. Также стоит заметить, что практически вся сфера образования перешла на дистанционный режим работы. Динамика рынка средств коллективной работы представлена на рисунке 1 [1].

В связи с высокой скоростью развития систем ВКС, большой загрузкой каналов связи в период пандемии, очень остро встает вопрос о качественном предоставлении услуг ВКС и влиянии различных параметров и характеристик каналов связи на уровень качества этих услуг. Ухудшение параметров канала связи может привести к различным негативным эффектам, среди которых можно выделить наиболее часто встречающиеся: отсутствие синхронизации аудио- и видеоряда (запоздание либо опережение звука), ухудшение разрешения изображения, ухудшение качества звука [2].

Во многих ситуациях использование проводных каналов для абонентов не всегда возможно в силу многих факторов (мобильность абонентов, невозможность прокладки кабеля и т. д.). В этой ситуации возможно использование беспроводных технологий, таких как Wi-Fi. Из-за принципа работы технологии Wi-Fi с увеличением количества активных пользователей снижается пропускная способность и увеличивается задержка в беспроводном канале связи. Уровень сигнала также оказывает сильное влияние на вышеперечисленные параметры.

В работе производится исследование зависимости качества предоставления услуг видеоконференции от уровня сигнала на приемном конце.

Для изучения этого влияния был разработан лабораторный стенд. Он изображен на рисунке 2.

Экспериментальный стенд состоит из ПК с установленной серверной программой TrueConf, маршрутизатора с интегрированными сервисами TP-LINK TL-WDR36, способным работать в двух диапазонах, а также 2х ПК, один из которых является мобильным.

Эксперимент состоял в создании сеанса видеоконференцсвязи между двумя ПК. Первый ПК имел стационарное положение и подключался с помощью гигабитного проводного канала к маршрутизатору. Второй ПК являлся мобильным, и его местоположение менялось при каждом тестировании.

После того, как оба клиента занимали необходимые позиции, проводился сеанс видеоконференции с последующей записью видео, которое получал первый абонент (клиент). После этого сохранялись и обрабатывались два видеоряда – отправленный вторым клиентом

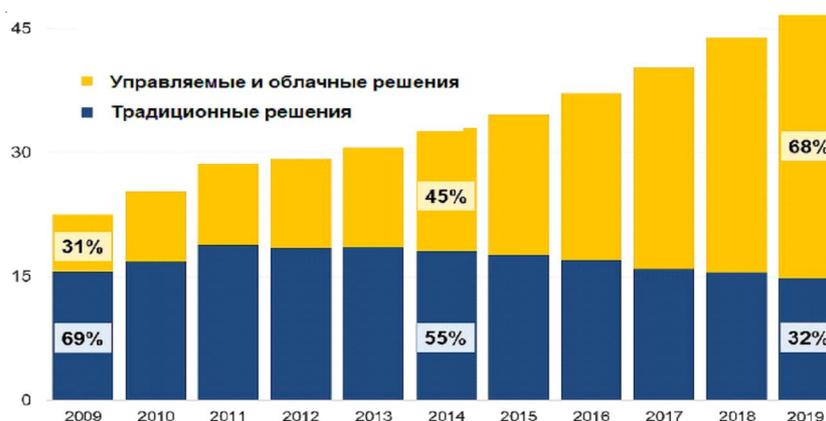


Рис. 1. Динамика рынка средств коллективной работы (включая ВКС)

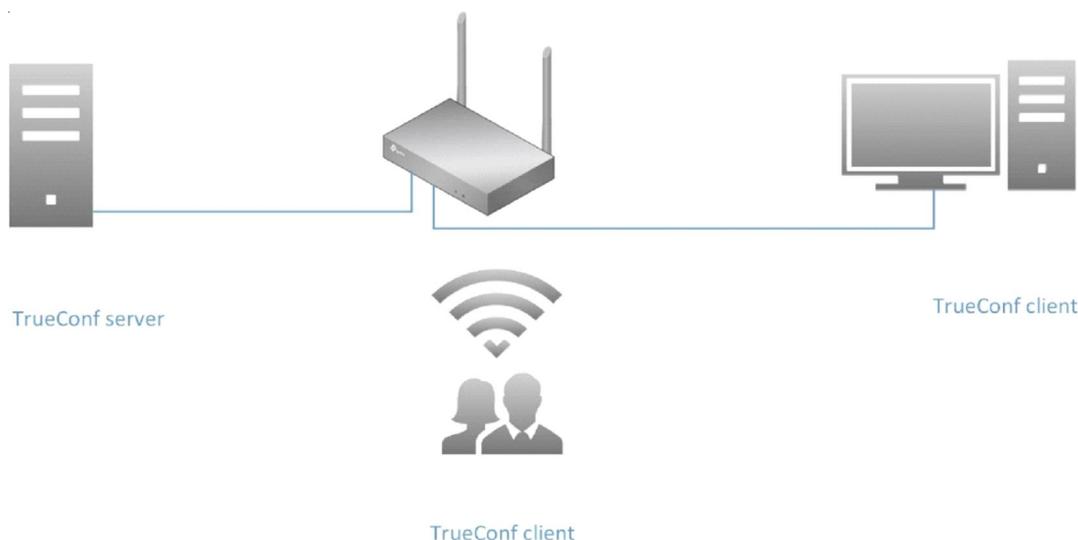


Рис. 2. Схема экспериментального стенда

(исходный) и полученное первым клиентом (конечный). Также в процессе сеанса связи, к беспроводной сети подключались дополнительные беспроводные устройства. Для фиксации уровня сигнала на приемном конце, использовалось ПО WiFi Analyser [3].

Для последующей оценки видео, были использованы объективные методы оценки качества передачи видео. Метод объективного тестирования – это использование специальных алгоритмов для анализа видео. Объективные методы, в отличие от субъективных не дают полное представление того, что видит человек на экране. В работе использовались две метрики – PSNR и VQM. PSNR измеряет пиковое отношение сигнала к шуму между исходным сигналом и сигналом на выходе системы. PSNR не позволяет измерить все специфические для видео параметры, поскольку точность представления изображения постоянно изменяется в зависимости от визуальной сложности изображения, доступной скорости передачи и даже метода компрессии. Таким образом, PSNR не может определить, насколько заметными эти искажения будут для пользователя. Одним из основных преимуществ PSNR можно назвать невысокую вычислительную сложность. Метод (VQM) Video Quality Measurement описан в Рекомендации МСЭ-Р ВТ.1683. Он основывается на том, что в большинстве случаев при оценке качества изображения наблюдатель менее внимателен к мелким деталям, в то время как его основное внимание концентрируется на крупных объектах. Для получения видео, пригодного для передачи по сети, оно подвергается кодированию и сжатию. В основном используемые сегодня методы сжатия информации являются методами с необратимыми потерями, которые возникают в ходе сокращения пространственной, временной и спектральной избыточности. Метод VQM оценивает видимый результат ухудшения видео, включая смазанность, дрожание, блочность, шум, искажение цвета. Далее все эти параметры комбинируются в одну метрику. Результаты тестирования показывают, что VQM имеет высокую корреляцию с субъективными методами оценки качества видео [4].

Для проведения оценки качества имеющегося видеоряда с помощью метрики PSNR использовалась специальная созданная в Москов-

ском государственном университете программа MSU Video Quality Measurement Tool. В основе ее функционала лежит использование как более распространенных метрик, например, таких как SSIM, PSNR, VQM, Delta, но также и специально разработанных метрик, которые позволяют измерить уровень блочности и резкости оцениваемого видеоряда. Программа является условно бесплатной, имеется PRO версия для использования в коммерческих целях.

Результаты метрики PSNR при измерении в частотном диапазоне 2,4 ГГц представлены на рисунке 3.

Чем больше параметр PSNR, тем лучше. Стоит уточнить, что нестабильность показаний на частоте 2,4 ГГц объясняется наличием большого числа беспроводных сетей, работающих в этом диапазоне, приводящим к межканальной интерференции.

Стоит заметить, что разница по нагрузке сети при уровне сигнала в -26 дБм почти не влияет на качество оказываемых услуг, в то время как при уровне сигнала -61 дБм оказывается сильное воздействие. Также стоит отметить, что в динамике, при увеличении числа абонентов, качество видеоряда падает значительно.

Результаты метрики PSNR при измерении в частотном диапазоне 5 ГГц представлены на рисунке 4.

На рисунке 5 представлен кадр, прошедший обработку в программе MSU Video Quality Measurement Tool при уровне сигнала -25 дБм.

Зеленым и синим цветом обозначены сильные запоздания видео и изменение качества изображения относительно исходника. Красным цветом обозначены незначительные изменения и черным – отсутствие изменений.

Как можно заметить, при работе в частотном диапазоне 5 ГГц наблюдается гораздо меньше помех. Эксперты, оценивающие качество видео, объективно отмечают, что задержек по звукопередаче не наблюдалось, в отличие от диапазона 2,4 ГГц. Это объясняется тем, что на данном диапазоне работает большое множество других устройств, которые занимают эфир.

Представим графики по метрике VQM (см. рис. 6, 7).

Из проведенных экспериментов можно сделать вывод, что характеристики каналов связи оказывают непосредственное влияние на качество услуг видеоконференцсвязи.

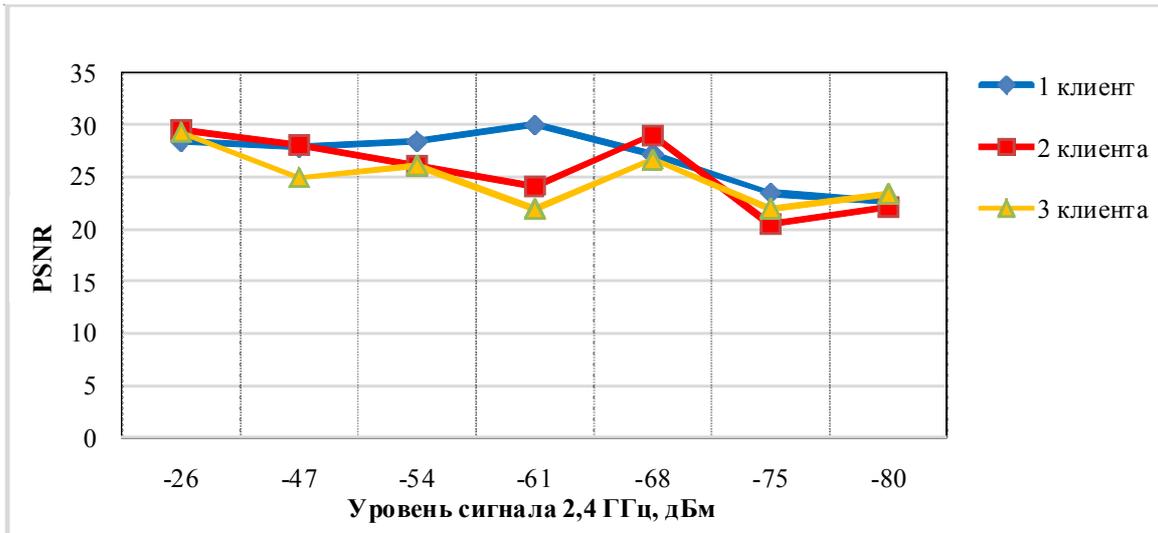


Рис. 3. Зависимость метрики PSNR от уровня сигнала беспроводной сети, диапазон 2,4 ГГц

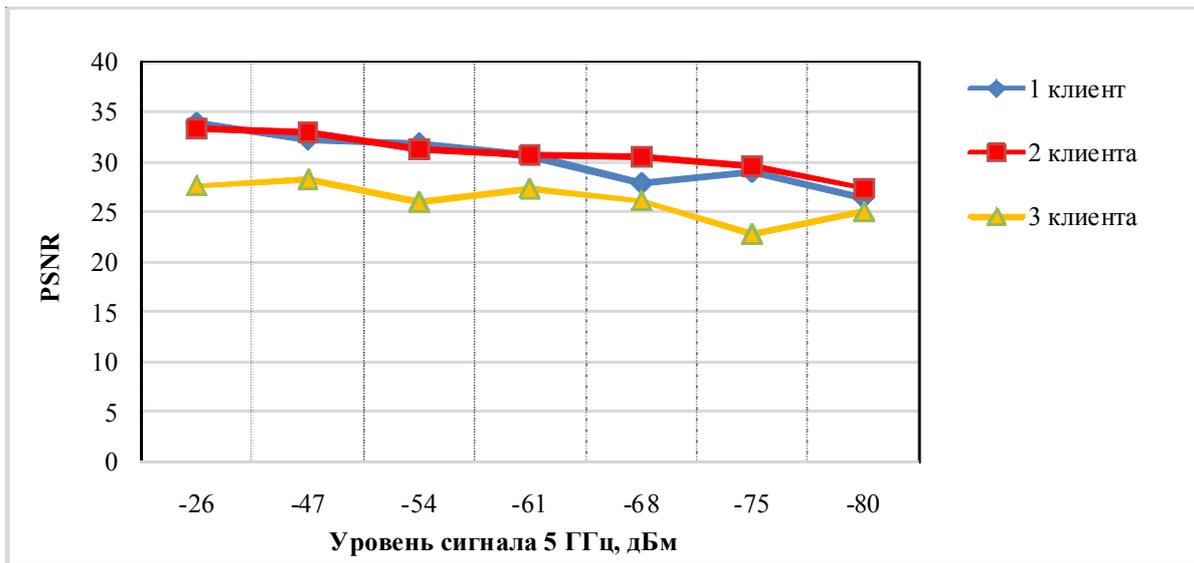


Рис. 4. Зависимость метрики PSNR от уровня сигнала беспроводной сети, диапазон 5 ГГц



Рис. 5. Кадр из исходного видео и видео, прошедшего обработку PSNR для Logitech Pro HD Webcam C910, уровень сигнала -47dbm

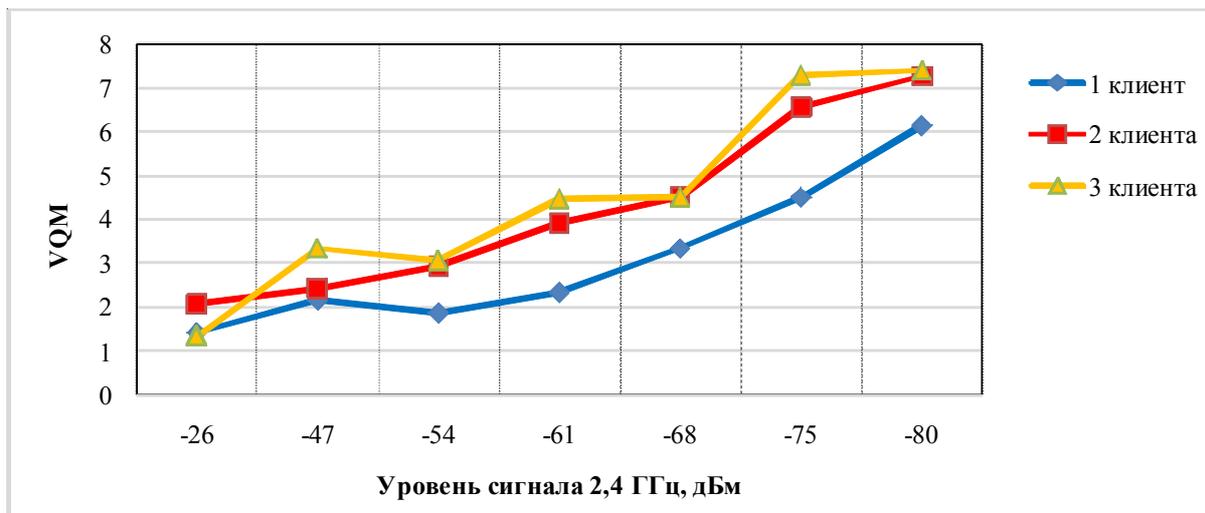


Рис. 6. Зависимость метрики VQM от уровня сигнала беспроводной сети, диапазон 2,4 ГГц

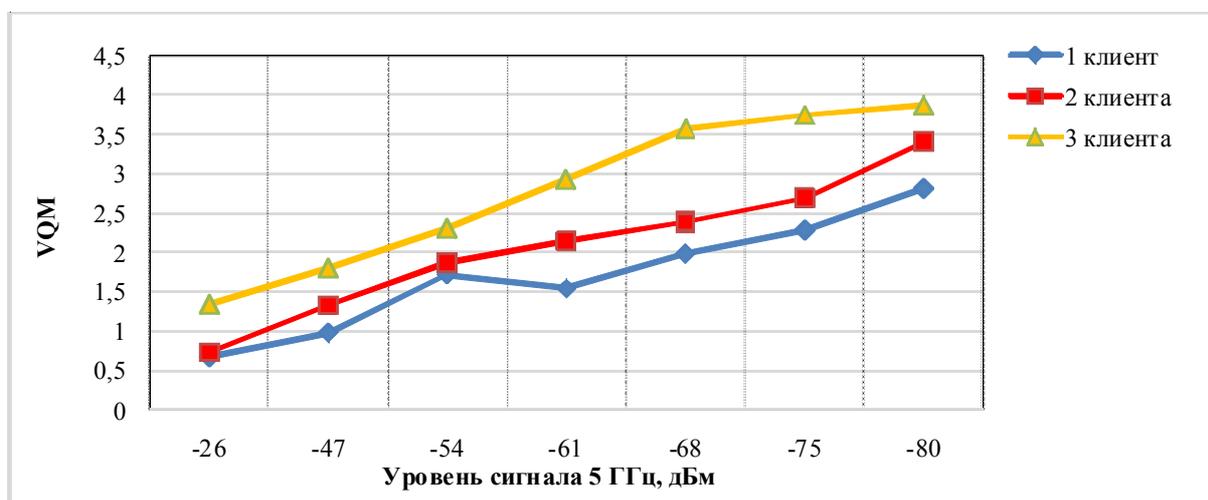


Рис. 7. Зависимость метрики VQM от уровня сигнала беспроводной сети, диапазон 5 ГГц

При использовании в работе средств видеоконференцсвязи с помощью беспроводной связи автором приводятся следующие рекомендации: использовать в качестве основного частотный диапазон, равный 5 ГГц, а также перед началом видеоконференции следует протестировать частотный диапазон и найти каналы, которые не пересекаются с другими, чтобы уменьшить помехи и добиться высокого уровня сигнала. В случае использования частотного диапазона 2.4 ГГц не рекомендуется снижения уровня сигнала ниже -50 дБм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гапотченко, Д. Видеоконференцсвязь. До и после пандемии / Дмитрий Гапотченко. // CNews.

Обзор: Рынок видеоконференцсвязи 2020. – Электрон. дан. – 21 июля 2020. – Режим доступа: https://www.cnews.ru/reviews/rynok_videokonferentsisvyazi_2020/articles/videokonferentsssvyazdo_i_posle_pandemii (дата обращения: 03 декабря 2021). – Загл. с экрана.

2. Тюхтяев, Д. А. Исследование влияния количества абонентских устройств на скорость соединения Wi-Fi сети / Д. А. Тюхтяев, Э. С. Полянский // Материалы научной сессии Волгоградского государственного университета, 20–24 апреля 2015 г. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2015. – С. 266–270.

3. Тюхтяев, Д. А. Влияние характеристик каналов связи на качество оказываемых услуг видеоконференцсвязи / Д. А. Тюхтяев, С. А. Жуйкова, Н.И. Кирьянова // Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах : сб. докл. и тез. X Всерос. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 23 мая 2019 г. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2019. – С. 86–93.

4. Маколкина, М. А. Разработка и исследование моделей оценки качества передачи видео в IP-сетях : дис. ... канд. техн. наук / Маколкина Мария Александровна. – СПб., 2014. – 187 с.

REFERENCES

1. Gapotchenko D. Videokonferencsvjaz'. Do i posle pandemii [Video Conferencing. Before and After the Pandemic]. *CNews. Obzor: Rynok videokonferencsvjazi 2020* [CNews. Review: Video Conferencing Market 2020], 2020, July 21. URL: https://www.cnews.ru/reviews/rynok_videokonferentsi_svyazi_2020/articles/videokonferentsi_svyazdo_i_posle_pandemii (accessed 3 December 2021).

2. Tyukhtyaev D.A., Polyansky E.S. Issledovanie vlijaniya kolichestva abonentskih ustrojstv na skorost' soedinenie Wi-Fi seti [Study of the Influence of the Number of Subscriber Devices on the Speed of a Wi-Fi Network]. *Materialy nauchnoj sessii Volgogradskogo gosudarstvennogo*

universiteta, 20–24 aprelya 2015 g. [Proceedings of the Scientific Session of Volgograd State University, April 20–24, 2015]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2015, pp. 266-270.

3. Tyukhtyaev D.A., Zhuykova S.A., Kirianova N.I. Vlijanie harakteristik kanalov svjazi na kachestvo okazyvaemyh uslug videokonferencsvjazi [Influence of Characteristics of Communication Channels on the Quality of Rendered Video Conference Services]. *Problemy peredachi informatsii v infokommunikatsionnykh sistemakh : sb. dokl. i tez. X Vseros. nauch.-prakt. konf., g. Volgograd, 23 maia 2019 g.* [Problems of Information Transmission in Info-Communication Systems. Collection of Reports and Abstracts of the 10th All-Russian Scientific and Practical Conference. Volgograd, May 23, 2019]. Volgograd, Izd-vo VolGU, 2019, pp. 86-93.

4. Makolkina M.A. *Razrabotka i issledovanie modelej ocenki kachestva peredachi video v IP-setjah: dis. ... kand. tehn. nauk* [Development and Research of Models for Evaluating the Quality of Video Transmission in IP Networks. Cand. eng. sci. diss.]. Saint Petersburg, s.n., 2014. 187 p.

RESEARCHING VIDEO CONFERENCE SERVICES ON IEEE 802.11X WIRELESS NETWORKS

Dmitry A. Tyukhtyaev

Senior Lecturer, Department of Telecommunication Systems,
Volgograd State University
tyukhtyaev.dmitriy@volsu.ru
Prosp. Universitetskyy, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Abstract. The purpose of the study was to determine the dependence of the quality of video conferencing services on the characteristics of wireless communication channels and the number of users in a given network. The characteristics of the signal strength in a wireless network, measured in decibels (dB) were described in this article. The article discusses subjective and objective methods for assessing video. The PSNR and VQM metrics and the MSU Video Quality Measurement Tool software, created by the computer graphics laboratory of the Moscow State University, were used as an objective method for assessing video. For the subjective method, the DSCQS method was used. The PSNR (peak signal to noise ratio) metric is one of the most commonly used metrics. PSNR measures the peak signal-to-noise ratio between the original signal and the signal at the output of the system. PSNR does not measure all video-specific parameters, as the fidelity of the image is constantly changing depending on the visual complexity of the image, the available bit rate and even the compression method. The Video Quality Measurement (VQM) metric is described in Recommendation ITU-R BT.1683. The test results show that VQM has a high correlation with subjective methods for assessing video quality and claims to become the standard in the field of objective quality assessment.

Key words: Wi-Fi, video conferencing, jitter, PSNR, VQM, communication channel characteristics.