

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА
«Разработка рекомендаций по оценке качества восприятия для услуг телекоммуникаций»

Россия
2021

Оглавление	2
Введение.....	3
1 Анализ показателей качества восприятия, существующих и перспективных видеоуслуг.....	4
1.1 Анализ качества восприятия в сетях связи.....	5
1.2 Анализ услуг IPTV	11
1.3 Анализ платформ для видеоконференций.....	16
1.4 Анализ услуг дополненной реальности.....	21
2 Анализ и классификация методов оценки качества восприятия	27
2.1 Анализ субъективных методов оценки качества восприятия	29
2.1.1 Описание общего формата взаимного обмена файлами данных	31
2.1.2 Метод DSIS	32
2.1.3 Метод DSCQS.....	33
2.1.4 Метод SDSCE	35
2.1.5 Методы с одним источником воздействия (Single Stimulus)	36
2.1.6 Метод SSCQE	37
2.1.7 Метод ACR.....	37
2.1.8 Метод SAMVIQ	39
2.2 Классификация субъективных методов оценки качества восприятия	40
2.3 Анализ объективных методов оценки качества восприятия.....	43
2.3.1 MDI (Media Delivery Index)	45
2.3.2 VQM (Video Quality Measurement)	47
2.3.3 MPQM (Moving Picture Quality Metric).....	48
2.3.4 NQM (Noise Quality Measure).....	48
2.3.5 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)	49
2.4 Классификация объективных методов оценки качества восприятия	49
3 Рекомендации по оценке качества восприятия для услуг IPTV и Интернет-телевидения.....	54
4 Рекомендации по оценке качества восприятия для систем видеоконференций, в том числе для широко распространенных ZOOM и Google.meet.....	63
5 Рекомендации по оценке качества восприятия для услуг дополненной реальности	67
5.1 Метод оценки качества предоставления услуг ДР.....	67
5.2 Модель оценки QoE на основе распознавания эмоций	73
Заключение.....	84
Список литературы	88

Введение

В отчете по научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по оценке качества восприятия для услуг телекоммуникаций» на основе анализа рекомендаций и проектов рекомендаций Международного Союза Электросвязи (МСЭ), а также научно-исследовательских достижений, отраженных в публикациях в журналах и на конференциях высокого уровня за последние пять лет разработаны рекомендации по оценке качества восприятия для услуг IPTV и Интернет-телевидения, для систем видео конференций, в том числе для широко распространенных ZOOM и Google.meet и для услуг дополненной реальности.

Для достижения указанной цели был проведен анализ существующих и перспективных видеослужб, а также услуг дополненной реальности, а также определены их особенности, которые необходимо учитывать при оценке качества предоставления данных услуг.

В процессе выполнения научно-исследовательской работы проанализирован ряд рекомендаций МСЭ-Т и МСЭ-Р, в которых описаны субъективные и объективные методы оценки качества восприятия видеослужб и услуг дополненной реальности и даны рекомендации по их использованию. Произведена классификация субъективных и объективных методов оценки качества восприятия.

С учетом многообразия услуг Интернет-телевидения и IPTV предложены рекомендации по оценке качества предоставления данных услуг, учитывающие как особенности видеотрафика, а именно степень самоподобия, так и значения оценок качества, полученных с помощью субъективных методов, позволяющих приблизиться к оценкам реальных пользователей услуг.

Проведен анализ наиболее популярных систем для видеоконференций, определены их особенности и приведено сравнение наиболее востребованных среди пользователей и в образовательной сфере. Предложена шкала для оценивания работы подобных приложений, учитывающая не только трансляцию

самой видеоконференции, но и возможность использования дополнительных функций, в том числе демонстрации экрана при большом количестве участников.

На основе анализа существующих услуг дополненной реальности предложены рекомендации по оценке качества восприятия. Также разработана методика оценки качества, учитывающая особенности работы приложений дополненной реальности и свойств самоподобия видеопотоков, которые наиболее составляют основу подавляющего большинства услуг и приложений дополненной реальности.

Разработана модель для оценки качества восприятия существующих и будущих видеослуж, которая позволяет оценить не только параметры видеопотока и характеристики сети, но и влияние, например, дополненной реальности на восприятие пользователя услужой. А также рекомендует учитывать эмоции пользователя, просматривающего видео при оценке новых сервисов и приложений, передающих видеоданные.

1 Анализ показателей качества восприятия, существующих и перспективных видеослуж

С каждым днём новые технологии все больше внедряются в повседневную жизнь людей, оказывая при этом значительное влияние на все сферы деятельности человека и общества. Особое место во внушительном объеме предоставляемых сегодня телекоммуникационных услуж занимают видеослуж, к которым можно отнести услуж Интернет-телевидения, IPTV, дополненной реальности и ставшими незаменимыми в условиях пандемии приложения для видеоконференций. Сегодня сложно себе представить как обходиться без онлайн-кинотеатров, YouTube и TikTok, а все эти сервисы подразумевают передачу видеопотоков. Каждый из вышеперечисленных типов услуж использует различные архитектуры и технологии, разные принципы доставки видео до пользователя, что осложняет оценку показателей качества предоставления услуж

и требует разработку новых методов оценки качества восприятия как субъективных, так и объективных.

В декабре 2008 года международный союз электросвязи (МСЭ, англ. *ITU, International Telecommunication Union*) выпустил Рекомендацию ITU-T G.1080 [1], в которой было дано определение качеству восприятия (QoE, *Quality of Experience*) для услуг IPTV, поскольку с активным их внедрением операторами стало очевидно, что разработанных Рекомендаций ITU-T Y.1540, Y.1541 [2, 3], описывающих качество обслуживания (QoS, *Quality of Service*) и показателей QoS недостаточно для определения степени удовлетворенности пользователя предоставляемой услугой.

1.1 Анализ качества восприятия в сетях связи

Развитие и усложнение современных телекоммуникационных услуг требует изменения подходов к оценке качества их предоставления. Более того сегодня пользователи достаточно избалованы как качеством передачи информации, так и разнообразием услуг и тарифных планов операторов. При внедрении IPTV был выявлен ряд показателей, которые необходимо учитывать при оценке качества предоставления услуг. Например, время переключения телевизионных каналов. Есть ряд пользователей, которые часто переключают канала, однако в отличие от кабельного телевидения, в IP-сетях переключение с трансляции одного видеопотока на другой требует выполнения ряда функций между различными серверами, шлюзами доступа, базой данных, системой защиты контента и т.д. В зависимости от правил взаимодействия этого оборудования между собой, временем обработки запросов, быстротой поиска необходимой информации в системе будет осуществляться переключение каналов и время переключения канала в данной ситуации будет зависеть не только от работы сети (пропускной способности каналов, производительности узлов), но и от специфических характеристик комплекса оборудования для предоставления услуг *IPTV*. Также стоит отметить важность для пользователей удобства и простоты навигации по

интерфейсу. Большой процент пользователей не принадлежат к технически подкованным людям, среди них много пенсионеров, домохозяек, людей с гуманитарным складом, и для них разобраться в новом интерфейсе с большим числом разнотипных функций и услуг является сложной задачей. Многие даже отказываются от возможностей новых систем, т.к. из-за сложности меню не могут даже воспользоваться старыми и привычными сервисами. Подобные ситуации приводят к пониманию необходимости создания новых показателей качества обслуживания. Для того, чтобы систематизировать наборы новых показателей и расширить их перечень Международный союз электросвязи разрабатывает ряд рекомендаций Р.10/G.100, G.1000, G.1010, G.1080 [1, 4-6], в которых вводится понятие качество восприятия и определяются основные группы показателей для оценки качества предоставления мультимедийных услуг и в том числе видео приложений.

Согласно Рекомендации МСЭ Р.10/G.100 качество восприятия – это общая приемлемость работы приложения или предоставления услуги, которая субъективно воспринимается пользователем. В данное восприятие входит оценка функционирования всех элементов, участвующих в процессе предоставления услуги, таких как, оконечный терминал пользователя, сеть, инфраструктура услуги, и данная оценка может зависеть от ожиданий пользователя. В принципе качество восприятия измеряется субъективно конечным пользователем и, следовательно, может отличаться у разных пользователей при одинаковых технических характеристиках, однако, часто операторы и поставщики услуг стремятся оценить качество восприятия объективными методами, которых на сегодняшний день явно недостаточно для комплексной оценки существующих услуг. Усложняет разработку объективных методов необходимость учитывать внушительное количество параметров, в отличие от оценки качества передачи речи, где в *E*-модели, описанной в Рекомендации G.107 [7] для понимания степени удовлетворенности пользователя услугой достаточно 21 параметра. Для видеопотоков влияние также имеет ряд характеристик производительности системы, например, кодек и используемая скорость кодирования, разрешение

медиа в источнике и на дисплее, потеря информации, а также задержка. Для видеопотока имеет большее значение в какой момент передачи произошла потеря или задержка пакета, что приводит к высокой изменчивости воспринимаемого качества видео. Существуют дополнительные факторы, которые могут повлиять на реакцию зрителя. Так, например, условия работы системы, т.е. при одинаковых обстоятельствах оценки изображения стандартной четкости (*SDTV*) будет оценено иначе, чем изображение телевидения высокой четкости (*HDTV*), или в случае просмотра видеоклипа в Интернете. Качество восприятия предполагает также учитывать культурный фон, мотивацию, факторы, связанные с вниманием, эмоциональное состояние пользователя и так далее. На мнение пользователя о приемлемости той или иной услуги также могут влиять такие факторы, как опыт работы с предыдущей версией приложения или технологиями. Например, пользователи часто сравнивают работу спутникового телевидения и *IPTV*, а также стоимость данных услуг между собой, особые преимущества, которые дает услуга: мобильность, независимость от времени, большой выбор фильмов и дополнительных сервисов и так далее. Рисунок 1.1 показывает основные факторы, которые включает в себя качество восприятия.

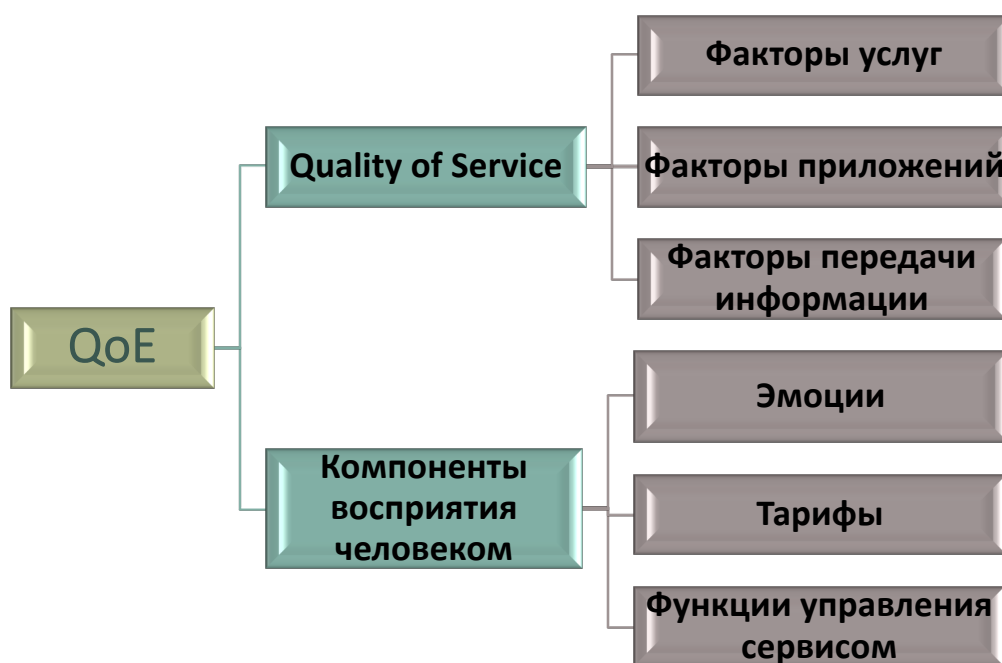


Рисунок 1.1 – Компоненты качества восприятия, *QoE*

Их можно разделить на две большие группы. В первую группу входят показатели качества обслуживания, а также параметры, которые способствуют оценке работы системы при предоставлении услуги пользователю. Ко второй группе относятся компоненты восприятия человеком. Поскольку показатели первой группы характеризуют работу сети и оборудования и оператор осуществляет их постоянный мониторинг, их относят к объективным показателям. В то время как компоненты восприятия человеком характеризуют субъективные параметры, однако именно эти параметры оказывают наибольшее влияние на оценки пользователей. Поэтому много исследований и разработок в области качества восприятия направлено на создание методов объективной оценки качества восприятия видеоприложений, имеющих взаимосвязь с объективными показателями и определения уровня их корреляции между собой.

В объективные показатели входят факторы передачи информации, факторы функционирования приложений, факторы услуг. Факторы передачи информации включают в себя минимальную скорость передачи данных, максимальный уровень потерь пакетов, задержки, пропускную способность и другие сетевые характеристики, которые ранее входили в оценку качества обслуживания.

Факторы функционирования приложений учитывают параметры кодека, разрешение видеоданных источника, скорость кодирования, схему маскировки ошибок, схему нивелирования потерь и т.д. Для оценки передачи видео важно понимать какой кодек установлен у пользователя и его характеристики, это связано с особенностями кодирования видеоданных по стандартам *MPEG*.

Факторы услуг оценивают уровень предоставления услуги, например, время переключения между каналами (*Zapping time*), возможность выбора контента, электронную программу передач (англ. *Electronic Program Guide, EPG*), время отклика. Сегодня для предоставления пользователю услуг с надлежащим качеством недостаточно обеспечивать выполнение требуемых характеристик работы сети. Операторы сталкиваются с тем, что им необходимо завлечь пользователя, удержать его интерес, предоставить такие фильмы и телевизионные

каналы, которых нет ни у других. Это связано со сложными переговорами с телевизионными студиями и компаниями, производящими фильмы, что требует особых юридических, маркетинговых, экономических знаний. Если до появления интерактивного телевидения оператор просто предоставлял пользователю доступ в сеть, то сейчас ему необходимо понимать вкусы и предпочтения пользователей при выборе контента.

К субъективным показателям относят компоненты восприятия человеком, функции управления сервисом и тарифы. Под компонентами восприятия человеком понимают культурный фон, мотивацию, эмоциональное состояние, внимание и т.д. До недавнего времени казалось невозможным оценить эмоциональное состояние пользователя, однако в последнее время все больше появляется инструментов, способных это реализовать. Так, например, камеры дополненной реальности умеют распознавать эмоции человека и на основе полученной эмоции можно реализовать углубленный персонализированный подход при предоставлении услуг пользователям. Анализировать эмоции при формировании электронной программы передач и предлагать те программы, которые чаще всего вызывают у пользователя положительные эмоции и в дальнейшем при распознавании у пользователя отрицательных эмоций (грусть, усталость, раздражение) предлагать контент, способствующий улучшению настроения. Также представляет интерес использование инструментов дополненной реальности для определения концентрации внимания. Довольно часто пользователи включают телевизоры для фона, а сами в этот момент занимаются другими делами, но в тоже время при опросе и оценке качества восприятия они ставят низкую оценку, руководствуясь своими соображениями. Таким образом, их оценка не является справедливой и не должна учитываться. Также функция контроля концентрации внимания может быть использована для повышения комфортности просмотра видеоконтента. Например, если камера фиксирует изменения угла наклона и поворота головы в течение длительного времени, можно сделать вывод, что пользователь уснул перед экраном и уменьшить громкость передачи или снизить качество передаваемого видео,

поскольку пользователь этого не заметит, тем самым уменьшив нагрузку на сеть, обеспечив более эффективное использование ресурса, увеличение пропускной способности сети и увеличение среднесетевой задержки. Культурный фон влияет на выбор контента операторами и поставщиками услуг, его оценка позволяет сформировать более точечные предложения и максимально удовлетворить аудиторию, тем самым снизив расходы за счет покупки определенного контента, вместо покупки просто всего контента.

Функции управления сервисом учитывают опыт работы с конкретной системой и ее уровнем качества, удобство навигации при выборе интерактивных услуг, в том числе *IPTV*, при поиске контента, интуитивно понятный интерфейс. На сегодняшний день многообразие и простота реализации многих услуг приводят к их лавинообразному увеличению и не всегда разработчики успевают детально проработать цель и область применения того или иного сервиса. Это приводит к появлению ряда сервисов в неожиданных местах, так, например, информационная вкладка о курсах валют появляется в категории личный счет пользователя, а не на вкладке дополнительных услуг и т.п. В другом случае разработчики, пытаясь уменьшить число переходов между вкладками, располагают слишком большое количество информации и мелких значков на экране, тем самым усложняя восприятие и вызывая раздражения пользователей в бесконечных попытках найти нужный. На оценку качества восприятия пользователя могут оказывать влияние такие параметры интерфейса, как цвет, например. В некоторых странах определенные цвета могут вызывать ассоциацию с конфликтами с другими государствами. Или в качестве примера рассматривать города в рамках одной страны, то использование цветов схожих с атрибутикой футбольной, хоккейного или любой другой команды противника, также будут снижать восприятие пользователя. Под удобством навигации интерфейса понимается размер и место расположения интерфейса на экране пользователя. Он может быть полупрозрачным и накладываться на видеоизображение, которое в данный момент транслируется, или это может быть небольшое всплывающее окно в определенной части экраны, может быть смена экранов, т.е. программа, которую

смотрит пользователь размещается в углу на маленьком экране, а основное место занимает интерфейс. Во многом выбор расположения и принцип работы интерфейса зависит от количества предлагаемых сервисов и, соответственно, удобства нахождения нужной функции.

Тарифы играют немалую роль в удовлетворенности пользователей предоставляемыми услугами. При небольших ценах на услуги, пользователи готовы мириться с некоторыми ошибками в навигации или качестве видеопотока. Если же услуга позиционируется как дорогая и привилегированная, то реализация должна соответствовать заявленным характеристикам. Простота тарифных планов, их количество, возможность и простота смены тарифного плана, также могут повлиять на оценку пользователя.

Концепция качества восприятия предлагает каркас для дальнейшего формирования показателей качества предоставления услуг. С широким применением технологии дополненной реальности в современных приложениях, а также роста числа самих услуг дополненной реальности встает необходимость не только разработки новых показателей качества восприятия, но и определения диапазона значений этих показателей для предоставления данных услуг с надлежащим качеством. Причем значения показателей будут существенно отличаться в зависимости от типа предоставляемых услуг, если речь идет о приложениях Тактильного Интернета, то требования по задержке будут максимальными по сравнению с другими существующими услугами. В рекомендации МСЭ-Р М.2083 [8] предполагается, что сети 2030 смогут обеспечить задержку в 5 мс для услуг дополненной реальности и в 1 мс для приложений Тактильного Интернета.

1.2 Анализ услуг IPTV

Сегодня IPTV уже не новая технология, но тем не менее достаточно популярная и востребованная. IPTV или интерактивное телевидение предоставляет телезрителю широкие возможности активного участия в

телевизионных программах — от ответов на вопросы в режиме онлайн до участия в шоу с помощью своего виртуального образа. Характерной особенностью цифрового IPTV является, наряду с предоставлением абоненту интерактивного видеоконтента, высокое качество изображения (т.е. телевидение высокой четкости – *HDTV, High-Definition Television*) и дополнительные услуги для телезрителя, позволяющие ему через обратный канал связи активно взаимодействовать с системой IPTV и оказывать влияние на то, что происходит на экране. Функции интерактивности реализуются с помощью пульта дистанционного управления или интерактивной клавиатуры через клиентский терминал STB (*Set-Top-Box*).

В настоящее время исследованиям, связанным с расширением возможностей интерактивного телевидения, и анализу существующих систем реализации данных услуг посвящено большое количество работ ведущих специалистов [9-13].

В систему IPTV могут входить как обычные каналы, так и каналы расширенного телевидения с интерактивным контентом и различные вариации услуг «видео по запросу» (*VoD, Video-on-Demand*). VoD предоставляет возможность просмотра заказанных программ в определенное время, позволяет заказать фильмы с помощью пульта управления и содержит основные функции видеомэгаффона: пуск, паузу и перемотку.

Известные услуги IPTV можно разделить на 3 большие группы:

1. Телевизионные сервисы и PVR (*Personal Video Recorder*) сервисы;
2. Услуги VoD;
3. Интерактивные сервисы.

К первой группе относятся такие услуги как: BTV, EPG, SO, NPVR, PLTV, IPVR, TSTV. Они включают в себя как классические услуги вещания телевизионных каналов, так и реализуемые только в IPTV услуги записи и повторного просмотра понравившейся телепередачи. Рассмотрим данные услуги подробнее.

BTV - Broadcast Television – вещание телевизионных каналов по IP сети. Классическая услуга телевизионного вещания. Как правило, способом оплаты является абонентская плата за пакет телеканалов или в более широкой версии за канал. Пользователь имеет возможность переподписки на пакеты каналов. В будущем предполагается, что пользователь сам сможет формировать пакеты телеканалов, руководствуясь только своими предпочтениями.

EPG – Electronic Program Guide – электронная программа передач. Предоставляется без оплаты, т.к. является основным инструментом информирования пользователя о будущих программах и для использования PVR сервисов.

NPVR – Network Personal Video Recorder – сетевой видеомаягнитофон – заказ «записи» будущих программ через EPG. Заказ каждой программы оплачивается отдельно. Пользователь может просматривать «записанную» программу в течение определенного времени (например, 12 или 48 часов) неограниченное количество раз.

SO – Start Over – перезапуск программ – возможность просмотра текущей телепередачи сначала. Отсутствие возможности прокрутки. Техническая возможность перемотки имеется, но в данный момент эта опция закрыта для пользователя, чтобы при просмотре программы не перематывали рекламу.

PLTV – Pause Live TV - пауза прямого эфира. Абонент в любое время прямой трансляции может нажать кнопку “pause” на пульте дистанционного управления. После паузы, нажав кнопку “play”, можно продолжить просмотр с места остановки.

IPVR - Instant Personal Video Recorder – реализация записи не через заказ по EPG, а по нажатию абонентом кнопки “record” на пульте дистанционного управления в режиме полноэкранного просмотра. В результате осуществляется запись временного интервала между нажатиями кнопок “record” и “stop”.

TSTV – Time-shift TV – телевидение со сдвигом во времени. Это наиболее широкая реализация всех сервисов, основанных на PVR. TSTV позволяет в любой

момент времени нажать на «прямой трансляции» кнопку “rewind” и перемотать телеканал на любое время назад (10 минут, час, день, и т.д.).

К услугам «Видео по требованию» можно отнести: VoD, SVoD, NVoD.

Базовой услугой является VoD – Video on Demand – Видео по запросу. Пользователь может выбрать любой фильм, имеющийся в видеотеке и купить его на определенный период времени. Возможна вариация цены в зависимости от срока аренды (например, 6/12/24 часа), также на стоимость фильма влияет категория, в которой он находится. Например, новинки стоят дороже, чем фильмы из раздела «классика». Пользователь перед покупкой может бесплатно посмотреть трейлер к понравившемуся фильму при его наличии, также фильм снабжен подробным описанием и, как правило, постером.

SVoD – Subscription Video on Demand – видео по запросу по подписке. Позволяет оплатить абоненту неограниченный доступ к определенной категории VoD контента. При покупке фильма из этой категории будут обходиться дешевле, чем фильмы из других категорий. Форма оплаты также, как и для VoD осуществляется за заказ с вариацией цены в зависимости от срока аренды (н-р, 6/12/24 часа). Бесплатный просмотр трейлеров.

NVoD – Near Video on Demand – виртуальный кинозал, трансляция видеоконтента по расписанию в режиме групповой рассылки (multicast). Эта услуга больше интересна оператору, нежели пользователю, т.к. позволяет экономить ресурс сети, за счет использования режима *multicast* и не загружать ядро сети большим количеством видеопотоков, передающих один и тот же фильм примерно в одно и то же время. Так, например, при выходе нового разрекламированного фильма высока вероятность, что люди захотят его посмотреть. Вечером после работы, например, около 19.00 на сервер поступит поток заявок на данный фильм с разницей в несколько минут и оператору придется в режиме *unicast* проигрывать каждому пользователю этот фильм. Тем самым ресурс сети может быть быстро исчерпан. Чтобы передавать через сеть не 100 видеопотоков, а 1, оператор анонсирует популярный фильм и назначает ему стоимость ниже, нежели стоит его покупка по услуге VoD и время сеанса,

например, 19.00 или 21.00. Большинству пользователей неважно, начать просмотр фильма в 18.52 или ровно в 19.00. В результате оператор эффективно использует ресурс сети, а пользователь рационально тратит деньги на счету. Как и в двух предыдущих случаях оплата происходит за заказ. Стоимость назначается в зависимости от категории фильма и периода аренды. Возможен бесплатный просмотр трейлеров.

К третьей группе услуг относятся те сервисы, которые интегрируются извне и могут являться частной разработкой оператора связи, например, игры на базе технологии *Java* (морской бой, крестики-нолики), интеграция с сервисом IP-телефонии, работа с электронной почтой на экране телевизора, интеграция с Интернет-пейджером ICQ, информационно-справочные и коммерческие сервисы: погода, курс валют, новости. Таким образом, используя IPTV, пользователи могут заключать виртуальные пари, посещать телемагазины, голосовать на местных референдумах, участвовать в форумах и чатах, отправлять SMS-сообщения, хранить персональную информацию в электронных адресных книгах и календарях, создавать семейные фотоальбомы и т. п. К этой группе услуг можно отнести заказ и прослушивание музыкальных композиций, альбомов, концертов, реализацию услуги «караоке» и радио, которые являются довольно популярными.

Важнейшую роль в системах IPTV играет свойство интерактивности, которое позволяет зрителю при просмотре телевизионных программ запрашивать с помощью пульта управления через STB и получать на экране дополнительные сведения: информацию о программе, ее авторах и участниках, анонсы будущих передач, материалы по той же теме, не вошедшие в основную телепрограмму. Пользователь имеет доступ к архиву прошлых выпусков программы и т.п.

Отдельно стоит сказать об Интернет-телевидении и так называемых ОТТ (Over-The-Top) услугах. Их часто путают с IPTV услугам, однако они имеют принципиальные различия. При предоставлении услуг IPTV оператор полностью контролирует всю сеть от источника контента до пользовательского терминала и гарантирует качество доставки видеоданных. В свою очередь пользователь имеет доступ только к тем услугам и видеофайлам, которые находятся в закрытой сети

оператора связи. OTT-услуги позволяют получать доступ к любому контенту, который только можно найти в сети Интернет. В тоже время пользователю никто не гарантирует качества видеофайла и не контролирует параметры сети [14]. Таким образом, пользователь получает больше свободы в выборе контента, но теряет в удобстве и качестве доставки и воспроизведения. По аналогичному принципу работает и Интернет-телевидение, пользователь сам определяет доступ к сети, это может быть Интернет-провайдер или мобильный оператор, а далее он находит ресурс, на котором воспроизводится интересующий его видеоконтент и начинает просмотр. В данном случае доставка видео осуществляется через неконтролируемую сеть Интернет, т.е. оператор не отвечает за пропускную способность и другие характеристики работы сети, тем самым не неся ответственность за качество восприятия. Также к этой группе сервисов можно отнести и популярные сегодня онлайн-кинотеатры. Согласно оценкам компании «ТМТ Консалтинг», общая аудитория OTT-услуг по итогам 2020 года выросла на 17% и составила 63 млн. При этом аудитория, которая пользуется платными сервисами, выросла на 52% и к концу года она составляла 8,5 млн. [15]. По последним прогнозам «ТМТ Консалтинг» в текущем 2021 году рынок онлайн-кинотеатров вырастет на 42% и превысит 39 млрд руб., конечно, в первую очередь это объясняется нахождением многих людей на самоизоляции, когда данный вид развлечений является практически единственным. Для данного типа услуг практически не существовало ранее методов оценки качества восприятия, поскольку изначально в концепции сервиса упор делался на многообразие предоставляемого контента, а не на гарантию качества доставки. С масштабным использованием данных сервисов рано или поздно возникнет необходимость оценки качества восприятия, хотя бы в контексте субъективных факторов.

1.3 Анализ платформ для видеоконференций

До недавнего времени видеоконференции использовались в основном в крупных компаниях с географически распределенными офисами для координации

работы сотрудников и выполнения сложных проектов. С другой стороны, обычные пользователи использовали программы типа Skype для общения с близкими, которые находятся далеко. Однако, в 2020 году пандемия внесла свои коррективы и видеоконференции стали использоваться гораздо чаще. Более того многие школы и университеты перешли на дистанционное обучение в том числе в формате видеоконференций, тем самым дав толчок развитию и популяризации многих платформ. Рассмотрим некоторые из них.

В первую очередь, стоит сказать о хорошо известного продукте – Skype, который можно назвать фактически первопроходцем в этом направлении. Он появился в 2003 году. Это далеко не первый продукт для организации видеосвязи, но за счет простоты использования он быстро завоевал популярность у пользователей, и уже в 2009 году количество учетных записей в Skype перешагнуло за полмиллиарда [16]. Skype [17] чаще применяется для небольших совещаний или в частных целях.

Google также разработал свой сервис Google Hangouts [18] на 10 лет позже, тем не менее сейчас он активно используется входит в корпоративный G Suite. Инструмент удобен тем, что привязан к календарям и почте Gmail, т.е. назначая встречу через календарь Google, вы автоматически генерируете ссылку на видеоконференцию Google Hangouts. Таким образом, не нужно отдельно регистрироваться, достаточно иметь аккаунт Google.

Платформа Zoom [19] получила популярность именно во время пандемии. В прошлом году компания Gartner включила Zoom в список лидеров конференц-решений. Следует отметить, что данный сервис является платным, в бесплатном режиме конференции длится 40 минут, потом происходит принудительный сброс, что не очень удобно, например, при дистанционном обучении. Однако, Zoom позволяет подключить до 1000 человек одновременно.

Сервис конференций и вебинаров корпоративного уровня Cisco Webex Meetings [20], который позволяет бесплатно общаться при небольших встречах. Для компаний преимущество решения заключается в том, что оно стыкуется с

аппаратными решениями для видеоконференций и специализированными устройствами, которые могли быть интегрированы ранее.

Еще один продукт, который применяется для дистанционного обучения – это GetCourse [21] и подразумевает оплату за обучающие курсы. Он позволяет создавать уроки и курсы, которые проводятся в реальном масштабе времени или предоставляются подписчикам в записи автоматически по определенному расписанию.

На Discord [22] в условиях пандемии перешли многие школы и университеты, он позволяет не только проводить видеоконференции, но и создать полноценную среду для обучения по той или иной дисциплине, т.е. обмен материалами между преподавателем и студентами в соответствии со структурой курса, выдача и выполнение заданий на практические и лабораторные работы и т.д.

Ещё один сервис от Google был выпущен в 2017 году – Google.meet [23] и также получил широкое распространение во время пандемии в том числе в образовательных целях. Максимальное количество участников – 250 человек.

Сравнение данных платформ представлено в таблице 1.1.