

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.1028.1

(02/2019)

СЕРИЯ G: СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ,
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Качество обслуживания и технические характеристики
мультимедийных систем – общие и связанные
с пользователем аспекты

**Сквозное качество обслуживания
видеотелефонии по сетям подвижной
связи 4G**

Рекомендация МСЭ-Т G.1028.1

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ G
СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ, ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СИСТЕМ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	G.7000–G.7999
АСПЕКТЫ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ	G.8000–G.8999
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Рекомендация МСЭ-Т G.1028.1

Сквозное качество обслуживания видеотелефонии по сетям подвижной связи 4G

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т G.1028 представлены руководящие указания по ключевым аспектам, которые влияют на сквозные рабочие характеристики диалоговых видеослужб операторского класса (в отличие от подходов с использованием технологии Over The Top (OTT), которые не входят в сферу применения настоящей Рекомендации), предоставляемых по сетям на базе технологии долгосрочного развития (LTE), которые также называются видеотелефонией по LTE (ViLTE) согласно определению Ассоциации глобальной системы подвижной связи (GSMA). В Рекомендации определены предварительные условия оптимальной эксплуатации сети ViLTE и приведены корректирующие меры, к которым могут прибегать операторы в целях устранения воздействия ухудшения качества обслуживания (QoS) в сети LTE.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждена	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т G.1028.1	06.02.2019	12-я	11.1002/1000/13831

Ключевые слова

LTE, QoS, качество обслуживания, видео, видеотелефония, ViLTE, 4G.

* Для доступа к Рекомендации наберите URL <http://handle.itu.int/> в вашем веб-браузере, а затем уникальный идентификатор Рекомендации. Например: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" ("shall") или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2020

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения.....	1
2 Справочные документы.....	1
3 Определения.....	3
3.1 Термины, определенные в других документах	3
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации.....	3
4 Сокращения и акронимы	3
5 Соглашения по терминологии	6
6 Краткое введение в видеотелефонию по сетям LTE и принятые допущения.....	6
7 Архитектура сети ViLTE	7
8 Требования к QoS, предъявляемые к сетям ViLTE – сегментированный подход	8
8.1 Обзор проблем QoS, с которыми сталкиваются конечные пользователи	8
8.2 Абонентское оборудование (архитектура и исполнение кодеков).....	9
8.3 E-UTRAN (управление радиоресурсами).....	10
8.4 Улучшенная базовая сеть пакетной передачи данных (процедуры выделения QCI и управления мобильностью).....	11
8.5 IMS и базовая транзитная IP-сеть (управление вызовами и сигнализация).....	11
9 Оценка бюджета и параметризация QoS.....	12
9.1 Соответствующие показатели.....	12
9.2 Оценка влияния на параметры QoS соответствующих условий работы.....	13
9.3 Целевые уровни качества.....	16
10 Стратегия диагностики при ухудшении QoS.....	17
10.1 Проблемы QoS, связанные с доступностью услуг	18
10.2 Проблемы QoS, связанные с работой сети.....	18
10.3 Инструменты и модели для измерения и прогнозирования качества видеозображения.....	20
Библиография	22

Введение

Операторы сетей широкополосной подвижной связи, действующие в условиях высококонкурентного рынка услуг широкополосной связи, должны пересмотреть свои бизнес-модели, чтобы увеличить потоки доходов. Это обусловило необходимость перехода к развертыванию конвергированных технологических платформ на основе IP и технологий сетей доступа с высокой пропускной способностью, предоставляющих потребителям, чей спрос на получение улучшенного качества обслуживания по-прежнему остается неудовлетворенным, пакет из трех услуг высокого качества (телефонии, интернета и потокового видео). В этом плане услуги видеотелефонии по сетям 4G (то есть на основе технологии "долгосрочного развития" (LTE)) предоставляют операторам возможность предложить своим абонентам новые дополнительные услуги и убедить их оставаться верными своему оператору. Ученые, разработчики систем и организации по стандартизации продолжают вести исследовательскую работу, пытаясь заполнить пробел в знаниях для успешного развертывания коммерческих услуг видеотелефонии по сетям LTE (ViLTE) во всем мире.

Рекомендация МСЭ-Т G.1028.1

Сквозное качество обслуживания видеотелефонии по сетям подвижной связи 4G

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации рассматриваются требования к сквозному качеству обслуживания (QoS) видеотелефонии в сегментах сети долгосрочного развития (LTE) (ViLTE) (см. [b-GSMA IR.94]), а также вопросы распределения бюджета для разных сценариев архитектуры услуг, параметризации QoS для обеспечения соответствия нормативным требованиям, оценки влияния некоторых эксплуатационных условий на определенные параметры обслуживания, а также стратегии определения причин ухудшения QoS видеотелефонии по сетям LTE (ViLTE). Настоящая Рекомендация призвана служить справочным руководством для операторов сетей LTE и регуляторных органов.

Настоящая Рекомендация является дополнением к [ITU-T G.1028]. Все аспекты ViLTE, связанные с передачей голоса, полностью совпадают с аспектами передачи голоса по сетям LTE (VoLTE) и, следовательно, охвачены [ITU-T G.1028], поэтому в настоящей Рекомендации они не повторяются.

2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается рассмотреть возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно. Ссылка на документ, приведенный в данной Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- [ITU-T G.1011] Recommendation ITU-T G.1011 (2016), *Reference guide to quality of experience assessment methodologies.*
- [ITU-T G.1028] Рекомендация МСЭ-Т G.1028 (2016 год), *Сквозное качество обслуживания для передачи голоса по сетям подвижной связи 4G.*
- [ITU-T G.1070] Recommendation ITU-T G.1070 (2018), *Opinion model for video-telephony applications.*
- [ITU-T G.1071] Recommendation ITU-T G.1071 (2016), *Opinion model for network planning of video and audio streaming applications.*
- [ITU-T H.264] Recommendation ITU-T H.264 (2017), *Advanced video coding for generic audiovisual services.*
- [ITU-T H.265] Recommendation ITU-T H.265 (2018), *High efficiency video coding.*
- [ITU-T J.144] Recommendation ITU-T J.144 (2004), *Objective perceptual video quality measurement techniques for digital cable television in the presence of a full reference.*
- [ITU-T J.246] Recommendation ITU-T J.246 (2008), *Perceptual visual quality measurement techniques for multimedia services over digital cable television networks in the presence of a reduced bandwidth reference.*
- [ITU-T J.247] Recommendation ITU-T J.247 (2008), *Objective perceptual multimedia video quality measurement in the presence of a full reference.*
- [ITU-T J.249] Recommendation ITU-T J.249 (2010), *Perceptual video quality measurement techniques for digital cable television in the presence of a reduced reference.*
- [ITU-T J.341] Recommendation ITU-T J.341 (2016), *Objective perceptual multimedia video quality measurement of HDTV for digital cable television in the presence of a full reference.*

- [ITU-T J.342] Recommendation ITU-T J.342 (2011), *Objective multimedia video quality measurement of HDTV for digital cable television in the presence of a reduced reference signal.*
- [ITU-T J.343.1] Recommendation ITU-T J.343.1 (2014), *Hybrid-NRe objective perceptual video quality measurement for HDTV and multimedia IP-based video services in the presence of encrypted bitstream data.*
- [ITU-T J.343.2] Recommendation ITU-T J.343.2 (2014), *Hybrid-NR objective perceptual video quality measurement for HDTV and multimedia IP-based video services in the presence of non-encrypted bitstream data.*
- [ITU-T J.343.3] Recommendation ITU-T J.343.3 (2014), *Hybrid-RRe objective perceptual video quality measurement for HDTV and multimedia IP-based video services in the presence of a reduced reference signal and encrypted bitstream data.*
- [ITU-T J.343.4] Recommendation ITU-T J.343.4 (2014), *Hybrid-RR objective perceptual video quality measurement for HDTV and multimedia IP-based video services in the presence of a reduced reference signal and non-encrypted bitstream data.*
- [ITU-T J.343.5] Recommendation ITU-T J.343.5 (2014), *Hybrid-FRe objective perceptual video quality measurement for HDTV and multimedia IP-based video services in the presence of a full reference signal and encrypted bitstream data.*
- [ITU-T J.343.6] Recommendation ITU-T J.343.6 (2014), *Hybrid-FR objective perceptual video quality measurement for HDTV and multimedia IP-based video services in the presence of a full reference signal and non-encrypted bitstream data.*
- [ITU-T P.863] Recommendation ITU-T P.863 (2018), *Perceptual objective listening quality prediction.*
- [ITU-T P.1201] Recommendation ITU-T P.1201 (2012), *Parametric non-intrusive assessment of audiovisual media streaming quality.*
- [ITU-T P.1201.1] Recommendation ITU-T P.1201.1 (2012), *Parametric non-intrusive assessment of audiovisual media streaming quality – Lower resolution application area.*
- [ITU-T P.1201.2] Recommendation ITU-T P.1201.2 (2012), *Parametric non-intrusive assessment of audiovisual media streaming quality – Higher resolution application area.*
- [ITU-T P.1202.1] Recommendation ITU-T P.1202.1 (2012), *Parametric non-intrusive bitstream assessment of video media streaming quality – Lower resolution application area.*
- [ITU-T P.1202.2] Recommendation ITU-T P.1202.2 (2013), *Parametric non-intrusive bitstream assessment of video media streaming quality – Higher resolution application area.*
- [ETSI TS 122 105] ETSI TS 122 105 v15.0.0 (2018-07), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Services and service capabilities (3GPP TS 22.105 version 15.0.0 Release 15).*
- [ETSI TS 123 203] ETSI TS 123 203 v15.4.0 (2018-09), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Policy and charging control architecture (3GPP TS 23.203 version 15.4.0 Release 15).*
- [ETSI TS 126 114] ETSI TS 126 114 v15.4.0 (2018-10), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; IP Multimedia Subsystem (IMS); Multimedia telephony; Media handling and interaction (3GPP TS 26.114 version 15.4.0 Release 15).*

3 Определения

3.1 Термины, определенные в других документах

Отсутствуют.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

Отсутствуют.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

3G	Third Generation of radio access network	Сеть радиодоступа третьего поколения
4G	Fourth Generation of radio access network	Сеть радиодоступа четвертого поколения
AEC	Acoustic Echo Control	Акустическое эхоподавление
AGC	Automatic Gain Control	Автоматическая регулировка усиления
AMR-WB	Adaptive Multi-Rate Wideband	Широкополосное адаптивное многоскоростное кодирование
AS	Application Server	Сервер приложений
ATCF	Access Transfer Control Function	Функция контроля передачи доступа
ATGW	Access Transfer Gateway	Шлюз передачи доступа
BE	Best Effort	Максимальные усилия
BGCF	Border Gateway Control Function	Функция управления пограничным шлюзом
BSC	Base Station Controller	Контроллер базовой станции
BTS	Base Transceiver Station	Базовая приемопередающая станция
CIF	Common Intermediate Format	Общий промежуточный формат
CS	Circuit Switched	Коммутация каналов
CSFB	Circuit Switched Fallback	Переключение на коммутируемую сеть
DL	Downlink	Линия вниз
DRB	Data Radio Bearer	Радиоканал передачи данных
DRX	Discontinuous Reception	Прерывистый прием
DSCP	Differentiated Services Code Point	Кодовая точка дифференцированных услуг
DTMF	Dual-Tone Multi-Frequency	Двухтоновая многочастотная сигнализация
EF	Expedited Forwarding	Быстрая переадресация
eMSC	Enhanced MSC	Усовершенствованный MSC
e-NodeB	Enhanced Node B	Усовершенствованный узел B
EPC	Evolved Packet Core	Улучшенная базовая сеть пакетной передачи данных
E-UTRAN	Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network	Сеть расширенного наземного радиодоступа UMTS
GBR	Guaranteed Bit Rate	Гарантированная скорость передачи данных

GERAN	GSM/Edge Radio Access Network	Сеть радиодоступа GSM/Edge
GPRS	General Packet Radio Service	Служба пакетной радиосвязи общего пользования
GSM	Global System for Mobile Communications	Глобальная система подвижной связи
GSMA	GSM Association	Ассоциация GSM
GTP	GPRS Tunnelling Protocol	Протокол туннелирования GPRS
GW	Gateway	Шлюз
HARQ	Hybrid Automatic-Repeat-Request	Гибридный автоматический запрос на повторную передачу данных
HD	High Definition	Высокая четкость
HSS	Home Subscriber Server	Сервер собственных абонентов
HVGA	Half Video Graphics Array	Половинная видеографическая матрица
IBCF	Interconnection Border Control Function	Интерфейс функции управления границей межсоединений
I-CSCF	Interrogating Call Session Control Function	Запрашивающая функция управления сеансом связи
IMS	IP Multimedia Subsystem	Мультимедийная IP-подсистема
LTE	Long-Term Evolution	Долгосрочное развитие
MBR	Maximum Bit Rate	Максимальная скорость передачи
MGCF	Media Gateway Controller Function	Функция управления шлюзом среды
MGW	Media Gateway	Шлюз среды
M-LWDF	Modified Largest Weighted Delay First	Начиная с наибольшей взвешенной задержки – модифицированный
MME	Mobility Management Entity	Объект управления мобильностью
MOS	Mean Opinion Score	Средняя экспертная оценка
MOS-LQ	Mean Opinion Score – Listening Quality	Средняя экспертная оценка слышимости
MRFC	Multimedia Resource Function Controller	Контроллер функции мультимедийных ресурсов
MRFP	Multimedia Resource Function Processor	Процессор функции мультимедийных ресурсов
MSC	Mobile Switching Centre	Центр коммутации подвижной связи
MSCS	MSC Server	Сервер MSC
MTSI	Multimedia Telephony Service for IMS	Служба мультимедиа-телефонии IMS
NB	Narrowband	Узкополосный
NGN	Next Generation Network	Сеть последующих поколений
NR	Noise Reduction	Шумоподавление
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access	Многостанционный доступ с ортогональным частотным разделением

OT	Third Operator		Третий оператор
OTT	Over-The-Top		Технология Over-The-Top
PCC	Policy and Charging Control		Управление политикой и начислением платы
PCEF	Policy and Charging Enforcement Function		Функция обеспечения политики и начисления платы
PCRF	Policy and Charging Rule Function		Функция регулирования политики и начисления платы
P-CSCF	Proxy Call Session Control Function		Функция управления сеансом прокси-вызова
PDA	Personal Digital Assistant		Персональный цифровой помощник
PDCP	Packet Data Convergence Protocol		Протокол сходимости пакетных данных
PDD	Post Dialling Delay		Задержка после набора номера
PF	Proportionality Fair		Пропорциональное усреднение
P-GW	Packet Data Network Gateway		Шлюз сети передачи данных с коммутацией пакетов
PLF	Packet Loss Fair		Усреднение потерь пакетов
PSTN	Public Switched Telephone Network	КТСОП	Коммутируемая телефонная сеть общего пользования
QCI	QoS Class Identifier		Идентификатор классификации качества
QCIF	Quarter Common Intermediate Format		Четвертной общий промежуточный формат
QoS	Quality of Service		Качество обслуживания
QVGA	Quarter Video Graphics Array		Четвертная видеографическая матрица
RACH	Random Access Channel		Канал случайного доступа
RLC	Radio Link Control		Управление радиолинией
RNC	Radio Network Controller		Контроллер радиосети
RoHC	Robust Header Compression		Надежное сжатие заголовка
RRC	Radio Resource Control		Управление радиоресурсами
RSRP	Reference Signal Received Power		Мощность принятого опорного сигнала
RTCP	Real-time Transport Control Protocol		Протокол управления транспортированием в режиме реального времени
RTP	Real-time Transport Protocol		Протокол транспортирования в режиме реального времени
S-CSCF	Serving Call Session Control Function		Функция управления сеансом обслуживаемого вызова
SD	Standard Definition		Стандартная четкость
SDP	Session Description Protocol		Протокол описания сеанса
S-GW	Serving Gateway		Сервисный шлюз
SIP	Session Initiation Protocol		Протокол инициации сеанса
SRB	Signalling Radio Bearer		Радиоканал передачи данных сигнализации

SRVCC	Single Radio Voice Call Continuity	Непрерывность отдельного телефонного вызова
TAS	Telephony Application Server	Сервер приложений телефонии
TrGW	Trunking Gateway	Транкинговый шлюз
TTI	Transmission Time Interval	Интервал времени передачи
UDP	User Datagram Protocol	Протокол дейтаграмм пользователя
UE	User Equipment	Абонентское оборудование
UL	Uplink	Линия вверх
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System	Универсальная система подвижной связи
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network	Сеть наземного радиодоступа UMTS
ViLTE	Video-telephony over LTE	Видеотелефония по сетям LTE
VGA	Video Graphics Array	Видеографическая матрица
VoLTE	Voice over LTE	Передача голоса по сетям LTE
VT	Video Telephony	Видеотелефония
WB	Wideband	Широкополосный

5 Соглашения по терминологии

Отсутствуют.

6 Краткое введение в видеотелефонию по сетям LTE и принятые допущения

В настоящей Рекомендации рассматриваются некоторые ключевые допущения в отношении профиля мультимедийной IP-подсистемы (IMS) для передачи видеоизображения, определенного Ассоциацией GSM (GSMA) в документе [b-GSMA IR.94], и процедур управления средой передачи службы мультимедиа-телефонии IMS (MTSI) (только в части видеоизображения), определенных 3GPP в документе [ETSI TS 126 114].

- В качестве предварительного условия для внедрения ViLTE требуется VoLTE. Аспекты передачи голоса и архитектура сетевых служб ViLTE надлежащим образом рассмотрены в [ITU T G.1028].
- Для поддержки видеовызовов абонентское оборудование (UE) передает в сеть LTE сведения о своих видеовозможностях. Запрос видеовызова инкапсулирует среду передачи видеоизображения с помощью протокола транспортирования в режиме реального времени (RTP) поверх протокола дейтаграмм пользователя (UDP) (RTP/UDP).
- RTP – это протокол среды передачи аудио- или видеопотоков в режиме реального времени. В отличие от VoLTE шлюз сети передачи данных с коммутацией пакетов (P-GW) и сервисный шлюз (S-GW) создают два канала видеовызова: для голоса и для видеоизображения.
- Для кодирования и декодирования видеопотока с учетом компромиссного решения для оптимизации как скорости передачи данных, так и качества видеосигнала, в ViLTE используются обязательные кодеки в соответствии с МСЭ-Т Н.264 или, что предпочтительнее, дополнительные кодеки (уровня 3.1 главного яруса в соответствии с МСЭ-Т Н.265).
- Кодек МСЭ-Т Н.264/МСЭ-Т Н.265 обеспечивает превосходное качество по сравнению с кодеком низкого разрешения МСЭ-Т Н.263, который используется при диалоговых видеовызовах в сетях третьего поколения (3G).
- Разрешение видеоизображения и скорость кодирования, вероятно, будут во время вызова адаптироваться к изменениям условий сети, таким как уменьшение полосы пропускания линии вниз. Адаптация инициируется протоколом управления транспортированием в режиме

реального времени (RTCP), который используется для передачи сведений о возможностях оборудования между UE и элементами IMS внутри сети во время вызова.

- Для ViLTE используется тот же протокол плоскости управления, что и для VoLTE, а именно протокол инициации сеанса (SIP).
- Управление вызовами осуществляет базовая сеть IMS вместе с соответствующим сервером приложений (AS).
- Видеовызовам ViLTE назначается соответствующее качество обслуживания (QoS), чтобы отличать разговорный трафик, весьма чувствительный к задержке и фазовому дрожанию, и устанавливать его приоритетность по отношению к другому трафику потокового видео, нечувствительному к задержке или фазовому дрожанию.
- Используемый механизм называется идентификатором классификации качества (QCI). Трафику в канале ViLTE обычно присваивается значение QCI-2, а трафику сигнализации IMS на основе SIP – QCI-5.
- Во время сеансов ViLTE устройства с поддержкой видеосвязи часто обеспечивают синхронизацию речи между аудио- и видеокomпонентами, для чего обмениваются друг с другом сигналами синхронизации.
- При обработке вызовов в сети ViLTE устройства имеют возможность отключать видеокomпонент в любое время во время сеанса связи, продолжая только передачу голоса.
- Услуги диалоговой видеосвязи могут предоставляться в симплексном или дуплексном режиме.
- Видеопотоки могут переводиться из одного режима в другой путем передачи запроса re-INVITE с предложением в соответствии с протоколом описания сеанса (SDP) с использованием соответствующих описателей медиаданных (sendrecv, sendonly, recvonly и т. п.).

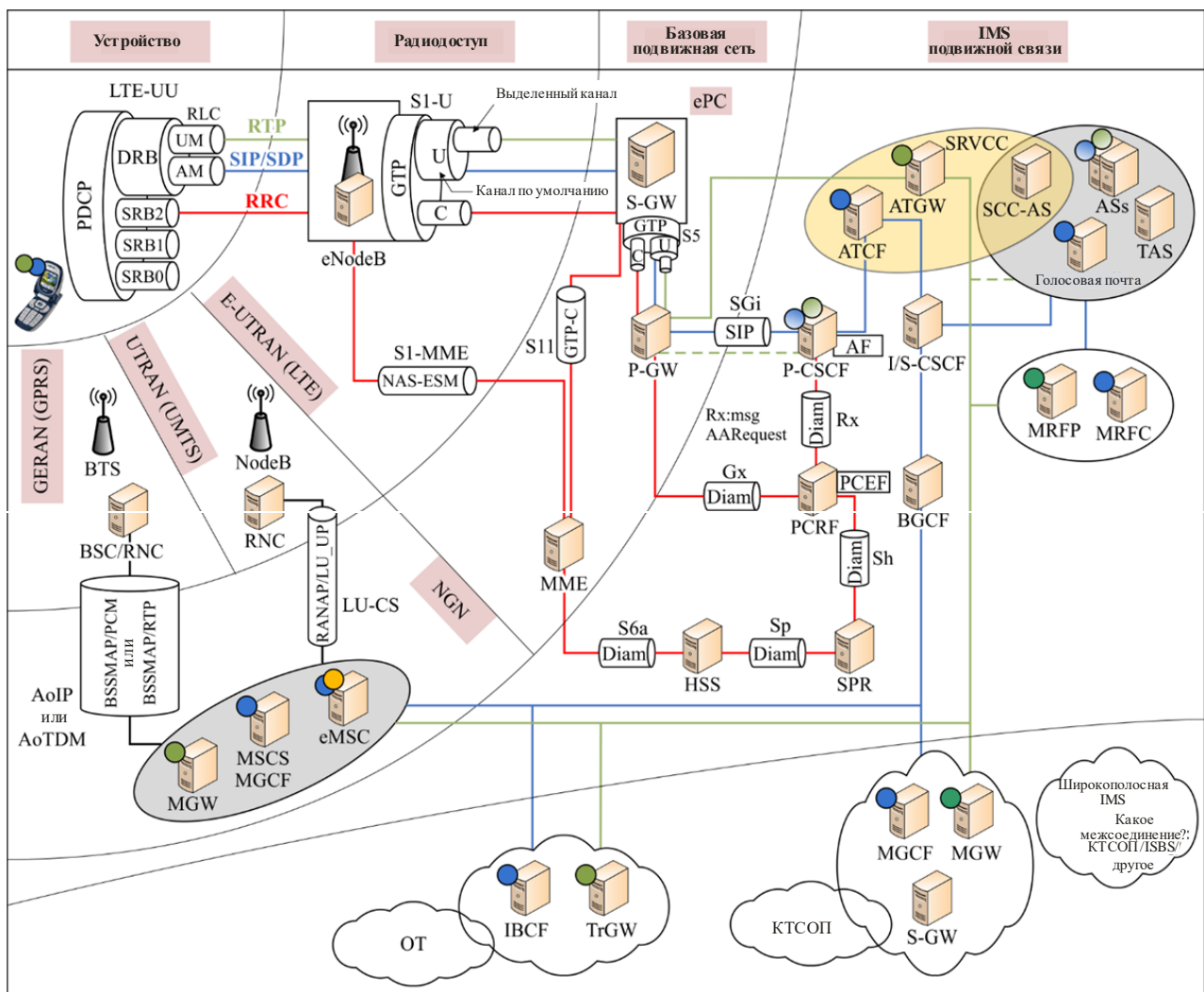
Таблица 1 – Стандартизированные характеристики QCI для использования в сети ViLTE [ETSI TS 123 203]

QCI	Тип ресурса	Уровень приоритета	Бюджет задержки пакетов	Коэффициент ошибок на пакет	Тип услуг
1	Гарантированная скорость передачи данных (GBR)	2	100 мс	1/100	Голосовая связь
2		4	150 мс	1/1000	Диалоговая видеосвязь (потоковая передача в режиме реального времени)
5	Не-GBR	1	100 мс	1/1000000	Сигнализация IMS

7 Архитектура сети ViLTE

Архитектура сети ViLTE аналогична архитектуре сети VoLTE (см. [ITU-T G.1028]).

На рисунке 1 (взятом из [ITU-T G.1028]) показана общая архитектура сети для предоставления услуг ViLTE.



Рек. G.1028.1_01

Рисунок 1 – Общая архитектура сети для услуг ViLTE

8 Требования к QoS, предъявляемые к сетям ViLTE – сегментированный подход

8.1 Обзор проблем QoS, с которыми сталкиваются конечные пользователи

ViLTE – относительно новый вид услуг, и данных для оценки общего восприятия QoS потребителями и количественного вклада в QoS различных его параметров пока недостаточно. Однако можно провести аналогию с существующими услугами, по которым имеются консолидированные данные.

Основные семейства параметров QoS диалоговых услуг известны по телефонии. К ним относятся доступность услуг, качество звука/изображения (часть целостности обслуживания, включающей качество звука, качество изображения и соотношения между одновременными аудио/видеосигналами, такие как синхронизация речи), а также непрерывность обслуживания. Подробный список наиболее значимых параметров, относящихся к каждому семейству QoS, представлен в пункте 9.1.

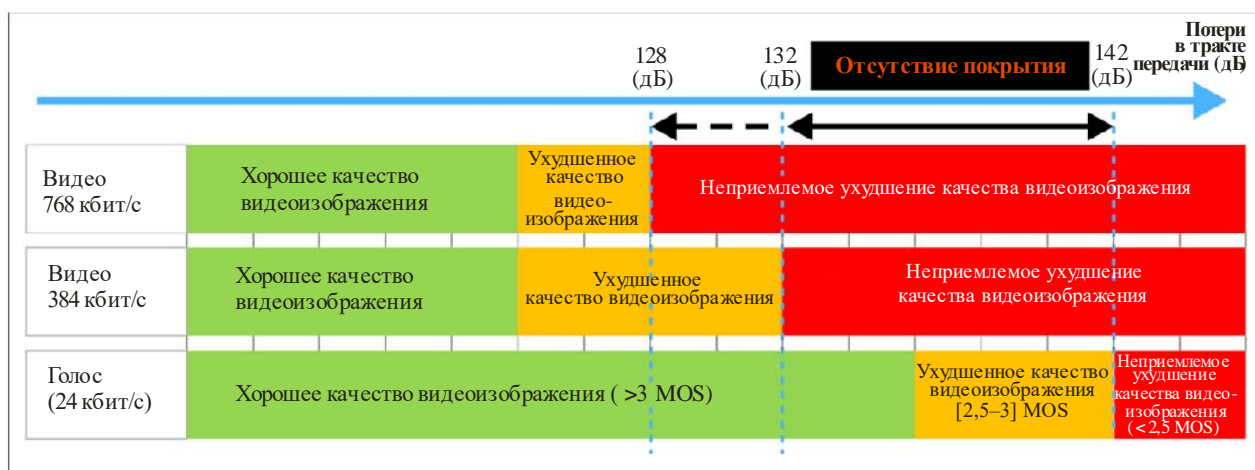
Кроме того, услуги ViLTE имеют несколько общих характеристик с другими услугами, доступными по той же технологии доступа, такими как VoLTE [ITU-T G.1028] и потоковое видео по сетям LTE (для аспектов видеосвязи). Что касается этого последнего пункта, то к числу общих характеристик относятся:

- качество рендеринга видеоизображения, тесно связанное с технологией видеокодирования и скоростью передачи данных, размером видеоизображения, разрешением (и соответствием между этими параметрами и размером экрана) и частотой кадров видеоизображения;

- перегрузка сети (базовой или доступа), приводящая к нескольким видимым артефактам (в зависимости от стратегий декодирования и буферизации на приемной стороне), таким как застывание изображения (аналогично событиям повторной буферизации при потоковой передаче видеоизображения), пикселизация, блоки, появление посторонних изображений и т. д.;
- комбинация двух последних элементов, ограничение полосы пропускания или буфер фазового дрожания, который может компенсироваться адаптацией скорости видеокодирования, приводящей к потенциальному ухудшению видимого качества.

Однако услуги ViLTE также характеризуются различиями в управлении средой передачи голоса и видео, поскольку профиль услуг ViLTE, определенный в [b-GSMA IR.94], основан на QCI (см. таблицу 1).

Так, в случае перегрузки сети или в том случае, когда терминал ViLTE находится на границе зоны радиопокрытия, голос имеет приоритет перед видеоизображением. Этот приоритет усиливается таким механизмом, как группирование интервалов времени передачи (ТП), который позволяет повторять передачу голосовых пакетов во избежание их потери и тем самым ограничивает полосу пропускания для других пакетов. Механизм группирования ТП фактически определяет окончательный порог покрытия ViLTE, за которым может передаваться только видео неприемлемого качества со скоростью 64 кбит/с с использованием "базового профиля" согласно МСЭ-Т Н.264. Благодаря уменьшению скорости передачи видеоданных покрытие улучшается, но всего на 4 дБ при половинной скорости передачи, как показано на рисунке 2. В наиболее серьезных ситуациях в зависимости от стратегии, определенной поставщиком услуг, конечные пользователи столкнутся либо с тем, что связь будет представлена только голосовой составляющей, либо со сбросом вызова.



Рек. G.1028.1_02

Рисунок 2 – Зависимость покрытия от скорости передачи видеоданных

Другой требующий рассмотрения вопрос: в какой степени может различаться общее воспринимаемое пользователями качество услуг ViLTE, когда проблемы связаны только со звуком или только с видеоизображением. Из опросов пользователей известно, что во время диалогов с использованием звука и видеоизображения они более чувствительны к нарушениям передачи голоса, чем к нарушениям видеоизображения. В результате общая оценка бывает лучше, когда искажения влияют на видеосигнал, и хуже, когда искажается голосовой сигнал.

8.2 Абонентское оборудование (архитектура и исполнение кодеков)

Как указано в пункте 5.2.2 [ETSI TS 126 114], UE обязательно должно поддерживать ограниченный уровень 1.2 высокого профиля в соответствии с МСЭ-Т Н.264. Однако для обратной совместимости требуется, чтобы UE также поддерживало ограниченный уровень 3.1 базового профиля в соответствии с тем же выпуском стандарта. Также рекомендуется поддержка уровня 3.1 главного яруса главного профиля в соответствии с МСЭ-Т Н.265.

Кроме того, в рамках процедур, приведенных в пункте 2.2.2 [b-GSMA IR.94], UE и сеть должны обеспечивать возможность видеовызов непосредственно во время установления сеанса связи или

добавления видеосвязи в голосовой сеанс путем передачи запроса SIP (re-) INVITE с предложением SDP, содержащим дескрипторы голосового и видеокomпонентов среды передачи. Чтобы обеспечить оптимальное QoS, необходимо настроить максимальную скорость передачи (MBR) видеосигнала до уровней значительно ниже значений параметров конфигурации уровня 3.1 [ITU-T H.264] и точно отрегулировать возможности передачи сети.

Рекомендуется согласовать исполнения кодеков для ViLTE, чтобы их можно было использовать в примерах для разработки соответствующих параметрических моделей, предложенных в [ITU-T G.1070] и [ITU-T P.1202.1]. Достаточно указать, что разрешение, частота кадров и битовая скорость кодирования кодеков МСЭ-Т H.264/МСЭ-Т H.265 представляют собой ключевые зависимости, определяющие максимальное воспринимаемое пользователем качество услуг ViLTE. Производители оконечных устройств (мобильных телефонов и персональных цифровых помощников (PDA)), поддерживающих видеотелефонию по сетям LTE, могут найти ценные рекомендации в предположениях, приведенных в таблице 2, а в требованиях к архитектуре кодеков следует учитывать функции вывода коэффициентов, приведенные в Приложении I к [ITU -T G.1070].

Таблица 2 – Предположения о характеристиках монитора

Технические характеристики монитора	Номинальные значения
Размер по диагонали (Примечание)	2–10 дюймов
Шаг расположения точек	< 0,30
Цветовая температура	6500 К
Битовая глубина	8 бит/цвет
Частота обновления	≥ 60 Гц
Яркость	100–300 кд/м ²
ПРИМЕЧАНИЕ. – Размер по диагонали относится к размеру изображения монитора.	

Сквозная задержка видеопакетов ViLTE может варьировать от пакета к пакету. Эти колебания сквозной задержки называются фазовым дрожанием задержки. Фазовое дрожание задержки – серьезная проблема ViLTE, поскольку приемный терминал (UE) должен принимать/декодировать/отображать кадры в режиме реального времени и с постоянной скоростью, и кадры, запаздывающие из-за фазового дрожания задержки, могут создавать раздражающие артефакты в воспроизводимом видеоизображении, например дергание.

Эта проблема обычно решается путем включения в приемник буфера проигрывания. Хотя буфер проигрывания может компенсировать фазовое дрожание задержки, потенциально он может вносить дополнительную задержку. Для управления буфером фазового дрожания видеоизображения с гарантированным QoS в видеоканалах необходимо ограничивать задержку буфера фазового дрожания (порог задержки), определять состояние буфера фазового дрожания и устранять из буфера фазового дрожания избыточные видеопакеты. В случае переполнения передается сообщение о превышении величины задержки с целью уведомить приложение о возможном влиянии задержки в буфере фазового дрожания на синхронизацию среды, что устраняется путем очистки буфера фазового дрожания.

8.3 E-UTRAN (управление радиоресурсами)

В сегменте сети расширенного наземного радиодоступа UMTS (E-UTRAN) архитектурной модели ViLTE усовершенствованный узел В (e-NodeB) отвечает за создание необходимых условий QoS для выделенного (видео-) канала по радиointерфейсу с учетом таких определяющих факторов, как QCI и уровни приоритета.

Одним из ключевых требований гарантии QoS на уровне радиointерфейса является стратегия планирования, которая выбирается в e-NodeB в рамках функций управления радиоресурсами для системы подвижной связи на основе многопользовательского многостанционного доступа с ортогональным частотным разделением (OFDMA). Для демонстрации желаемых уровней качества в соответствии с допустимыми пределами, указанными в [ETSI TS 123 203] для трафика видеотелефонии, необходим хороший и эффективный алгоритм планирования. Для определения конфигурации режима управления линией радиосвязи (RLC) и того, как планировщик в системе

управления доступом к среде (MAC) обрабатывает пакеты, передаваемые в канале, требуются приоритетный выбор и бюджет задержки пакетов, а также в некоторой степени приемлемый коэффициент потери пакетов из метки QCI.

Таким образом, поставщикам оборудования и операторам систем RAN рекомендуется стратегия планирования, преодолевающая некоторые ограничения традиционных алгоритмов планирования (таких как "усреднение потерь пакетов" (PLF), "начиная с наибольшей взвешенной задержки – модифицированный" (M-LWDF) или "пропорциональное усреднение" (PF)) в отношении пропускной способности, потери пакетов, усреднения и др. Чтобы гарантировать выполнение основного правила регулирования качества приема в зависимости от QCI пользовательского оборудования, сети LTE, осуществляющей радиопокрытие соты, требуется уровень мощности принятого опорного сигнала (RSRP) менее –105 дБм.

В E-UTRAN для запроса сеанса видеовызова IMS (исходящего или входящего) требуется создание выделенного ресурса канала передачи голоса и выделенного ресурса канала передачи видеоизображения, как указано в [b-GSM IR.94], путем разрешения потоков, использующих динамическое управление политикой и начислением платы (PCC). Сеть должна инициировать создание выделенных ресурсов каналов передачи голоса и видеоизображения. Выделенным каналом передачи потока разговорной видеосвязи может служить канал GBR или не-GBR. Если используется канал GBR, он должен применять стандартизированное значение QCI, равное двум (2), и иметь соответствующие характеристики, указанные в [ETSI TS 123 203]. В случае завершения сеанса IMS, в котором используется диалоговая среда, выделенные ресурсы канала должны удаляться путем отмены разрешения для потоков. Сеть должна инициировать удаление ресурсов канала.

8.4 Улучшенная базовая сеть пакетной передачи данных (процедуры выделения QCI и управления мобильностью)

Улучшенная базовая сеть пакетной передачи данных (EPC) обеспечивает поддержку классификации QoS (между функцией обеспечения политики и начисления платы (PCEF) и клиентом ViLTE), как определено в разделе 5 [ETSI TS 122 105] и в пункте 6.1.7 [ETSI TS 123 203]. Объект управления мобильностью (MME) передает обновления зоны слежения в мобильные абонентские устройства.

Когда UE подключается к сети, выполняется взаимная аутентификация UE и сети между UE и MME/сервером собственных абонентов (HSS). Эта функция аутентификации также устанавливает ключи безопасности, которые используются для шифрования каналов. Ввиду чрезмерно частых обновлений зоны слежения (TA) служебные данные сигнализации должны управляться таким образом, чтобы гарантировать уменьшенную задержку во время установления сеанса видеовызова.

S-GW поддерживает QoS транспортного уровня посредством маркирования IP-пакетов соответствующими кодовыми точками DiffServ на основе параметров, связанных с соответствующим каналом. P-GW представляет собой точку подключения к внешним IP-сетям через интерфейс SGi. Он также играет ключевую роль в поддержке QoS IP-услуг для конечного пользователя.

Хорошая иерархическая структура требуется для обеспечения плавной координации сигнализации в плоскости управления во время движения с двумя (2) основными предварительными условиями QoS, а именно: минимизацией прерываний QoS во время передачи обслуживания и улучшенной поддержкой взаимодействия между протоколами подвижной связи (IP/IPv6).

8.5 IMS и базовая транзитная IP-сеть (управление вызовами и сигнализация)

Базовая сеть IMS поддерживает регистрацию и аутентификацию клиентов ViLTE. Для установления и прекращения сеанса видеосвязи поверх IP (VoIP), обеспечиваемого IMS, требуется сигнализация SIP, работающая с назначенным QCI-5, а также передача в режиме реального времени потоков голосовых и видеоданных RTP в соответствии с QCI-1 и QCI-2 (см. таблицу 1).

Для выполнения этих требований и в контексте сети с ограниченной пропускной способностью может использоваться подход DiffServ (кодовая точка дифференцированных услуг (DSCP)) для обеспечения эффективного распределения полосы пропускания и планирования трафика нескольких приложений, включая видеотелефонию.

Оператор сети LTE, предлагающий пакет с тремя услугами (голос, видео, данные), может адаптироваться к меняющимся требованиям трафика в своей сети, создав группу классов трафика для услуг каждого типа.

9 Оценка бюджета и параметризация QoS

9.1 Соответствующие показатели

При оценке качества услуг ViLTE необходимо учитывать две категории показателей:

- 1) установление и непрерывность сеанса;
- 2) целостность контента.

Показатели первой категории предназначены для того, чтобы оценить уровень качества, доступный пользователю в течение всего сеанса связи ViLTE. Рекомендуемые показатели приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры QoS, относящиеся к установлению и непрерывности сеанса

Наименование	Определение
Доступность услуг видеотелефонии (VT)	Сквозная доступность услуг в смысле возможности устанавливать вызов, а также его аудио- и видеоконтакты, осуществляемый абонентом ViLTE и принимаемый им. Попытка вызова ViLTE, приводящая к установлению только сеанса голосовой связи, считается неудавшейся.
Доступность видеоконтакта	Доступность видеоконтакта, если запрашивается его добавление к существующему вызову VoLTE.
Время установления VT (задержка после набора номера (PDD))	Временной интервал (в секундах) между окончанием набора номера вызывающим абонентом и приемом им соответствующего тонального сигнала вызова в случае успешного вызова ViLTE.
Время установления компонентов	Интервал времени (в секундах) между приемом тонального сигнала вызова и началом соответствующих аудио- и видеосеансов в случае успешного вызова ViLTE или время, необходимое для добавления видеоконтакта после вызова VoLTE. Узкополосный (NB): этот показатель не учитывает назначения соответствующего QCI для каждого потока (QCI-1 для голоса, QCI-2 для видео).
Время прерывания услуг VT	Временной интервал (в секундах), в течение которого сеанс приостанавливается (отсутствует по крайней мере один компонент, аудио или видео) до последующего возобновления.
Коэффициент разъединений VT	Возможность использования услуги и/или ее аудио- и видеоконтактов до тех пор, пока пользователь не запросит прекращения вызова. Вызов ViLTE с нежелательным разъединением видеоконтакта, пока аудиоконтакт продолжает работать, считается сброшенным.

Показатели второй категории относятся к качеству видеоизображения (качество звука рассматривается в [ITU-T G.1028]), рассматриваемого с двух взаимодополняющих точек зрения: общее качество (в форме средней экспертной оценки (MOS)) и обнаружение и распознавание артефактов. Рекомендуемые показатели приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры измерения QoS видеокон компонента

Наименование	Определение
Качество видеоизображения (MOS)	Обеспечивает объективное представление о качестве видеосигнала с точки зрения абонента VT
Обнаружение застываний	<ul style="list-style-type: none"> • количество и частота обнаружений • совокупная продолжительность всех обнаруженных событий
Обнаружение размытости	<ul style="list-style-type: none"> • количество и частота обнаружений • совокупная продолжительность всех обнаруженных событий
Обнаружение пикселизации	<ul style="list-style-type: none"> • количество и частота обнаружений • совокупная продолжительность всех обнаруженных событий

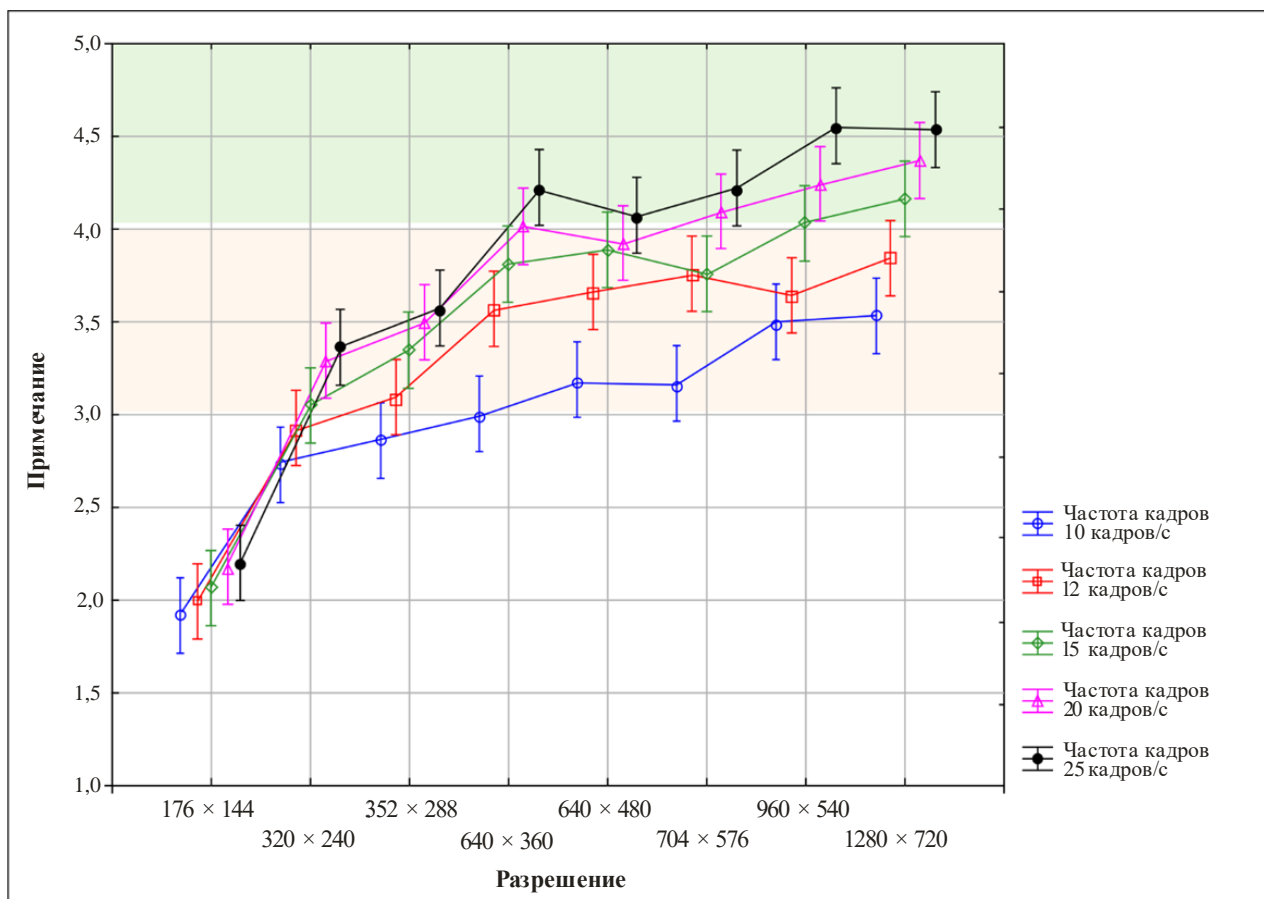
В разделе 10.3 приведены руководящие указания по методам измерения качества видеоизображения.

- **Застывание:** при надежной передаче застывание – это единственное нарушение, вызванное проблемами передачи, в ViLTE же это всего лишь одно из многих таких нарушений (и незначительное). В принципе, оно происходит только в случае опустошения (короткого) буфера. Основываясь на текущей информации, проигрыватель декодирует и воспроизводит только то, что получает, независимо от степени искажения пакетов. Но при наличии запаса времени проигрыватели могут применять другие стратегии, такие как маскирование ошибок или застывание до следующего I-кадра для полной синхронизации.
- **Размытость:** вызывается низким разрешением и сжатием. В зависимости от рынков собственное разрешение изображения обычно ограничено величиной 240p или 360p (довольно размытое на дисплее телефона высокой четкости (HD)). Даже если стандарты допускают более высокое разрешение, а также адаптивную скорость передачи данных. В случае I-кадра 240p размытостью считается появление "блоков".
- **Пикселизация:** в случае ошибок передачи можно наблюдать полный набор искажений изображения, вызванных неправильными обновлениями (ошибочными интракадрами). Это появляющиеся и перемещающиеся макроблоки ложного цвета, макроблоки, в целомдвигающиеся неправильно, застывание части изображения, информация о яркости, не соответствующая цветности, и многое другое. Также необходимо учитывать эффект "распространения ошибок": один ошибочный интракадр искажает изображение, так что даже если все последующие интракадры получены без ошибок, информация об обновлении применяется к искаженному изображению.

9.2 Оценка влияния на параметры QoS соответствующих условий работы

Ниже приведены результаты лабораторных или полевых испытаний, касающиеся влияния условий эксплуатации на различные параметры QoS ViLTE. Этот раздел будет дополняться в последующих редакциях.

- Зависимость качества видеоизображения от разрешения кодека

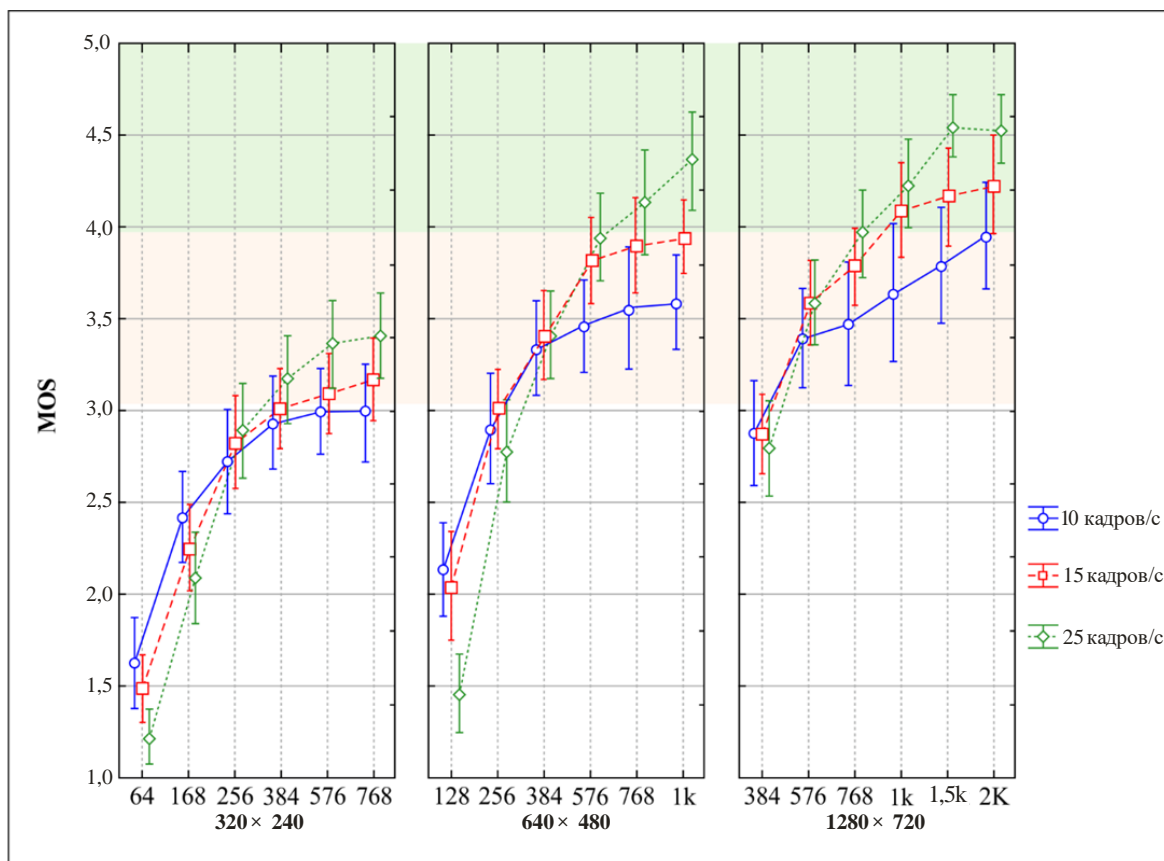


Рек. G.1028.1_03

Рисунок 3 – Зависимость качества видеоизображения от разрешения кодека

Результаты субъективных испытаний показывают, что изображение формата "видеографическая матрица" (VGA) с разрешением (320 × 240) при частоте кадров 15 кадров в секунду может обеспечить лишь среднее качество, воспринимаемое пользователем (MOS ≈ 3,0). Для хорошего качества (MOS ≈ 4) требуется минимальное разрешение (640 × 360) при частоте 15 кадров в секунду. Однако широко поддерживаемым форматом для достижения этого уровня качества является VGA с разрешением (640 × 480).

– Зависимость качества видеоизображения от скорости кодирования



Рек. G.1028.1_04

Рисунок 4 – Зависимость качества видеоизображения от скорости кодирования

Исходя из результатов субъективных испытаний, можно сделать вывод, что оптимальным рабочим диапазоном для достижения хорошей MOS видеоизображения с использованием базового уровня 3.1 согласно МСЭ-Т H.264 является разрешение VGA при частоте кадров от 15 до 30 кадров в секунду и скоростью кодирования от 384 до 768 кбит/с. Таким образом, 384 кбит/с – это минимальная скорость кодирования для получения достаточно хорошего качества изображения (MOS около 3,5), тогда как для очень хорошего качества видеоизображения (MOS $\geq 4,0$) требуется скорость передачи данных до 768 кбит/с. Однако улучшенный кодек не решит всех проблем пропускной способности/покрытия – необходима адаптация частоты. Устройства должны быть способны обнаруживать условия передачи (на стороне приема и на стороне передачи) и соответствующим образом адаптировать частоту передачи битов/кадров и разрешение.

– Частота передачи видеоданных в сопоставлении с пропускной способностью

Выделенный канал для ViLTE (с QCI-2) обеспечивает GBR. Планировщик радиопередачи предоставляет этому каналу больше радиоресурсов для обеспечения GBR на границе соты. При GBR 768 кбит/с один вызов ViLTE потребляет 20% радиоресурсов линии вверх (UL) (полоса пропускания 10 МГц); таким образом, он влияет на общую пропускную способность соты.

Таблица 5 – Частота передачи видеоданных в сопоставлении с пропускной способностью

Процент радиоресурсов на терминал ViLTE		Центр соты	Средняя часть соты	Граница соты ViLTE
10 МГц	384 кбит/с	2,0%	8,0%	12%
	768 кбит/с	3,2%	2,0%	20,6%
20 МГц	384 кбит/с	1,0%	4,0%	6,0%
	768 кбит/с	1,6%	5,5%	10,3%

Для того чтобы качество восприятия (QoE) ViLTE не влияло на пропускную способность для других пользователей, необходимо принять меры по оптимизации. Использование GBR = MBR не подходит для работы с адаптацией скорости передачи. Возможные варианты для достижения максимального качества видеосвязи:

- использование QCI-2 при GBR < MBR; или
- использование QCI без GBR (6 или 7) с приоритетом планирования + минимальная скорость передачи по сотовой сети + ViWifi, когда это возможно.

Итак, для того чтобы обеспечить оптимальное качество ViLTE, необходимы эффективные кодеки для снижения скорости передачи видеоданных, адаптация скорости передачи видеоданных к условиям передачи с адаптацией скорости и, возможно, рассмотрение других вариантов QCI, кроме 2.

- Зависимость качества видеосвязи от размера буфера фазового дрожания.
- Зависимость времени установления связи (PDD) от потери пакетов RTP.
- Зависимость времени установления связи от зоны слежения.
- Зависимость доступности услуг и коэффициента разъединений от покрытия/помех.
- Зависимость времени прерывания услуг от передачи обслуживания.

9.3 Целевые уровни качества

Этот раздел подлежит дальнейшему изучению. Приведенная ниже таблица 6 будет заполняться по мере получения сведений о фактических характеристиках развернутых сетей.

Таблица 6 – Распределение бюджета качества

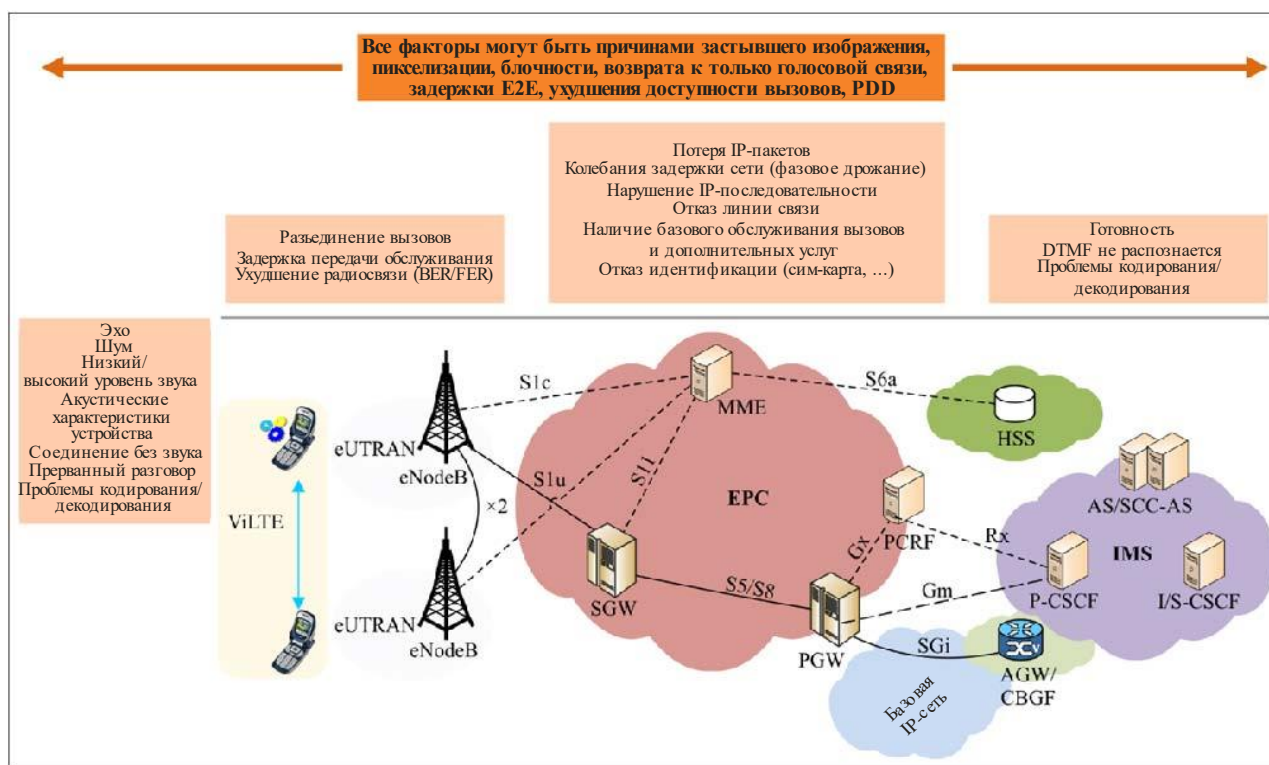
Сегмент сети	LTE – LTE (внутренние)		LTE – LTE (со взаимодействием)		LTE – LTE (с роумингом)	
	Показатель А	Показатель В	Показатель А	Показатель В	Показатель А	Показатель В
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
Общий бюджет						
	Показатель С	Показатель D	Показатель С	Показатель D	Показатель С	Показатель D
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
Общий бюджет						
	Показатель Е	Показатель F	Показатель Е	Показатель F	Показатель Е	Показатель F
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
Общий бюджет						

Таблица 6 (окончание)

Сегмент сети	LTE – LTE (внутренние)		LTE – LTE (со взаимодействием)		LTE – LTE (с роумингом)	
	Показатель G	Показатель Н	Показатель G	Показатель Н	Показатель G	Показатель Н
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
Общий бюджет						

10 Стратегия диагностики при ухудшении QoS

В этом разделе рассматриваются различные причины ухудшения качества видеоизображения, которые могут встречаться в сети подвижной связи LTE. Показаны основные элементы сети подвижной связи для иллюстрации элементов сигнализации и среды передачи, а также соединений с коммутируемой телефонной сетью общего пользования (КТСОП) или платформами подвижной связи.



Рек. G.1028.1_05

Рисунок 5 – Источники потенциальных нарушений звука и изображения в сети ViLTE

Для того чтобы получить точку для сравнения обеспечиваемого QoS, делается контрольный вызов со следующими идеальными характеристиками:

- вызов четвертого поколения (4G)-4G со сквозными кодеками (адаптивный многоскоростной широкополосный (AMR-WB) для голоса, MCЭ-Т H.264/MCЭ-Т H.265 для видео) и соответствующими корректно согласованными характеристиками видеокomпонента (частота кадров, MCЭ-Т H.264/профиль MCЭ-Т H.265, ориентация видеоизображения);
- отсутствие ухудшения EPC (отсутствие потерь IP, отсутствие нагрузки и т. д.);

- отсутствие ухудшения E-UTRAN (отсутствие ухудшения радиосвязи, отсутствие перегрузки и т. д.);
- широкополосные совместимые аудиоустройства, оба 4G, с превосходными акустическими алгоритмами улучшения качества речи (подавление шума (NR), акустическое эхоподавление (АЕС) и автоматическая регулировка усиления (AGC)), электронные;
- спокойная окружающая среда с обеих сторон;
- доступны все услуги (перевод вызова, двухтоновая многочастотная сигнализация (DTMF)).

Ниже приведены основные возможные технические причины, приводящие к ухудшению качества. Разделение производится в соответствии с оценкой влияния с точки зрения абонента.

10.1 Проблемы QoS, связанные с доступностью услуг

Таблица 7 – Ухудшение качества, связанное с доступностью услуг, и его возможные причины

Вид ухудшения	Возможные причины	Местоположение
Ошибка идентификации UE	<ul style="list-style-type: none"> • Проблема MME, HSS или функции регулирования политики и начисления платы (PCRF) 	EPC
Недоступность базовой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Ошибка диспетчеризации • Ошибка установления соединения при управлении радиоресурсами (получение отказа в RRC-соединении или срабатывание таймера T300, отсутствие сигнала завершения установления RRC-соединения после приема сигнала установления RRC-соединения) 	E-UTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> • Сеть недоступна из-за нагрузки (S-GW или P-GW) • Ошибка согласования (выделения QCI, кодека) • Прием нескольких кодов ошибок SIP (например, 401 – попытка несанкционированного доступа, 405 – недопустимый метод и т. д.) • Получение сигнала SIP CANCEL от IMS • Сработал внутренний таймер, вызвав состояние SessionSetupFailureTimeout 	EPC
Недоступность видеокomпонента	<ul style="list-style-type: none"> • Ошибка согласования (например, выделения QCI, кодека, разрешения) 	EPC/терминал
PDD	<ul style="list-style-type: none"> • Нагрузка • Взаимодействие между системами • Переключение на коммутацию каналов (CS) при установлении соединения 	Все
Отказ канала связи	<ul style="list-style-type: none"> • Ошибка согласования между двумя сетевыми устройствами во время установления соединения (плохое управление кодеками) 	E-UTRAN/EPC
Соединение без звука	<ul style="list-style-type: none"> • Терминал не может кодировать или декодировать речь, хотя сигнализация связи в порядке 	Терминал

10.2 Проблемы QoS, связанные с работой сети

В этом подразделе приведены примеры ухудшения качества обслуживания, связанные с работой сети. В частности, такое ухудшение, связанное с работой сети, обычно приводит к ухудшению качества видеоизображения, воспринимаемого абонентом.

Таблица 8 – Ухудшение качества, связанное с работой сети, и его возможные причины

Вид ухудшения	Возможные причины	Местоположение
Застывшее изображение	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствует прием видеокадров • Перегрузка сети (несколько причин: нагрузка трафика, расстояние от центра соты, вызывающее включение группирования ТТІ, и т. п.) • Буферы фазового дрожания не адаптированы к фактической величине дрожания 	Все
Размытость	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствует прием инфра-видеокадров • Стратегия восстановления декодера в терминале 	Все
Блочность/пикселизация	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствует прием инфра-видеокадров • Стратегия восстановления декодера в терминале 	Все
Проблемы кодирования/ декодирования		Терминал/ e-UTRAN
Задержка E2E	<ul style="list-style-type: none"> • Нагрузка в сети • Управление средой передачи (составление пакетов, управление буфером дрожания) • Обработка речи в терминалах • Канал произвольного доступа (RACH) после приема команды передачи обслуживания • Процедура разрешения конфликтов/ RACH • Дополнительные попытки RACH • Динамическая диспетчеризация, адаптация канала • Отказ/восстановление радиоканала во время передачи обслуживания (возможно, в другой ячейке) 	Все
Плохая синхронизация (речи) между голосом и видеоизображением	<ul style="list-style-type: none"> • Перегрузка сети, связанная с дифференцированным QoS (QCI) • Другие размер и поведение буфера фазового дрожания • Время декодирования 	Все
Потеря пакетов RTSP/IP	<ul style="list-style-type: none"> • Перегрузка сети (несколько причин: например, загрузка трафика, расстояние от центра ячейки, вызывающее группирование ТТІ) • Буферы дрожания не адаптированы к фактической величине дрожания или размеру пакетов (может зависеть от использования RoHC) 	EPC/терминал
Нарушение упорядоченности RTP/IP	<ul style="list-style-type: none"> • Новый маршрут вследствие таких проблем, как перегрузка 	EPC
Колебания задержки и сети (дрожание)	<ul style="list-style-type: none"> • Перегрузка сети • Неадаптированные буферы дрожания 	EPC/терминал
Ухудшение радиосвязи	<ul style="list-style-type: none"> • Предел покрытия ячейки • Помехи • Недостаточное покрытие области (препятствия и т. д.) • Плохая оптимизация радиосигнала • Профиль потерь радиосигнала • Плохая диспетчеризация радиосигнала • Отсутствие или неэффективное использование механизмов гибридного автоматического запроса на повторную передачу (HARQ) • Другое 	E-UTRAN

Таблица 8 (окончание)

Вид ухудшения	Возможные причины	Местоположение
Задержка передачи обслуживания	<ul style="list-style-type: none"> • Задержка из-за выбора нового маршрута после передачи обслуживания или непрерывность отдельного телефонного вызова (SRVCC) 	Сеть EPC/CS
Разъединение вызовов	<ul style="list-style-type: none"> • Ошибка терминала, плохое покрытие, ошибки передачи обслуживания/ SRVCC из-за проблем в соседних ячейках и т. д. • Прерывание RRC-соединения (отказ в восстановлении RRC-соединения, или срабатывание таймера T301, или если до попытки установления нового RRC-соединения получен сигнал разъединения RRC) 	Терминал/ E-UTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ канала связи: отказ системы, безуспешная попытка восстановления связи между двумя сетевыми устройствами во время соединения • Получение кода состояния SIP 500 (внутренняя ошибка сервера) • Отсутствие пакетов RTP в течение периода, превышающего интервал внутреннего таймера SessionDropTimeout • Отсутствие сигнала SIP 200 OK в ответ на сигнал BYE в течение интервала внутреннего таймера SessionHangupTimeout 	EPC
Возврат к только голосовой связи	<ul style="list-style-type: none"> • Перегрузка сети (несколько причин: нагрузка трафика, расстояние от центра соты, вызывающее включение группирования TTI, и т. п.) • Стратегия поставщика услуг и/или производителя устройства 	

10.3 Инструменты и модели для измерения и прогнозирования качества видеоизображения

Этот раздел дополняет пункт 10.3.2 [ITU-T G.1028], в котором представлен обзор инструментов и моделей качества голосовой связи, информацией, относящейся к видеосвязи.

Таблица 10.3 [ITU-T G.1011] дает общее представление обо всех стандартных методах оценки качества и указывает конкретную область применения каждой модели с учетом поддерживаемых значений разрешения и кодеков.

Следуя представленной там классификации, можно указать следующие потенциальные методы:

- Модели уровня среды передачи: все модели для оценки качества потоковой передачи видеоизображения:
 - полный эталон: [ITU-T J.144] (стандартное определение (SD)), [ITU-T J.247] (четвертной общий промежуточный формат (QCIF), общий промежуточный формат (CIF), VGA), [ITU-T J.341] (HD);
 - сокращенный эталон: [ITU-T J.249] (SD), [ITU-T J.246] (QCIF, CIF, VGA), [ITU-T J.342] (HD);
 - эталон отсутствует: отсутствуют.
- Модели уровня пакетов:
 - модели для целей планирования: [ITU-T G.1070] (специальный инструмент для видеотелефонии, в том числе модуль качества звука), [ITU-T G.1071] (для потоковой передачи видеоизображения, SD, HD);
 - модели для целей мониторинга (эталон отсутствует) на основе UDP для оценки качества потоковой передачи видеоизображения: [ITU-T P.1201.1] (QCIF, четвертная видеографическая матрица (QVGA), половинная видеографическая матрица (HVGA)), [ITU-T P.1201.2] (SD, HD), [ITU-T P.1201] Amd. 2, App. III (HVGA, HD (1080i50, 1080p24, 1080i60, 1080p30)).
- Модели уровня битового потока (эталон отсутствует) на основе UDP для оценки качества потоковой передачи звука и изображения:

- [ITU-T P.1202.1] (QCIF, QVGA, HVGA), [ITU-T P.1202.2] (SD, HD).
- Гибридные модели: все модели для оценки качества потоковой передачи видеоизображения:
 - метод полного эталона: [ITU-T J.343.5] (HD, шифрованный битовый поток), [ITU-T J.343.6] (HD, нешифрованный битовый поток);
 - сокращенный эталон: [ITU-T J.343.3] (HD, шифрованный битовый поток), [ITU-T J.343.4] (HD, нешифрованный битовый поток);
 - эталон отсутствует: [ITU-T J.343.1] (HD, шифрованный битовый поток), [ITU-T J.343.2] (HD, нешифрованный битовый поток).

За исключением [ITU-T G.1070], все эти методы разработаны не для видеотелефонии, а для применения в службах потоковой передачи видеоизображения или видеоизображения и звука. Ввиду относительно близкого сходства между контентом услуг обоих типов можно рассмотреть возможность их применения для оценки качества услуг видеотелефонии, хотя следует понимать, что для этого потребуется тщательная работа по проверке.

Действительно, реализация этих методов ставит некоторые важные вопросы:

- Оценить ухудшение качества видеоизображения на основе (шифрованных) битовых потоков довольно сложно. Метод битовых потоков позволяет осуществить некоторые измерения в форме общего статистического представления в предположении тех или иных средств воспроизведения и стратегий кодирования, но точность и релевантность результатов таких измерений следует рассматривать с максимальной осторожностью.
- Методы полного эталона требуют возможности вводить вместо контента, получаемого от камеры, эталонное видеоизображение или аудиовизуальный контент на функциональном уровне внутри UE. Эта функция в настоящее время не поддерживается практически ни в одной из моделей мобильных устройств.
- Стратегия использования видеоплеера в мобильных устройствах для устранения ошибок и минимизации их видимости зависит от устройства. Прежде чем модели можно будет применять к устройствам того или иного типа, их необходимо соответствующим образом откалибровать.

Библиография

[b-GSMA IR.94] GSMA IR.94 v 11.0 (2016), *IMS Profile for Conversational Video Service*.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Принципы тарификации и учета и экономические и стратегические вопросы международной электросвязи/ИКТ
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи