



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

J.241

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

(04/2005)

СЕРИЯ J: КАБЕЛЬНЫЕ СЕТИ И ПЕРЕДАЧА
СИГНАЛОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ И ЗВУКОВЫХ
ПРОГРАММ И ДРУГИХ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ
СИГНАЛОВ

Измерение качества обслуживания

**Распределение качества обслуживания по
классам и методы измерения для услуг
цифрового видео, доставляемых по
широкополосным сетям IP**

Рекомендация МСЭ-Т J.241

Рекомендация МСЭ-Т J.241

Распределение качества обслуживания по классам и методы измерения для услуг цифрового видео, доставляемых по широкополосным сетям IP

Резюме

В настоящей Рекомендации определяются требования к показателям работы и объективные методы измерения QoS для предоставления услуг цифрового видео по широкополосным сетям IP. Устанавливаемые требования к показателям работы основаны на различных оценках QoS IP – от "отлично" до "неисправно". Они основаны на объективном сквозном измерении величин небольшого числа параметров, осуществляемом на доставляемых потоках IP с помощью оборудования в помещениях абонента, и передаваемых обратно на головной узел сети. Рекомендуемые методы объективных измерений и параметры служат для оказания влияния на качество обслуживания, предоставляемого пользователю.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т J.241 была утверждена 6 апреля 2005 года 9-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. 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 носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения необходимости выполнения требований используется синтаксис долженствования и соответствующие слова (такие, как "должен" и т. п.), а также их отрицательные эквиваленты. Использование этих слов не предполагает, что соблюдение положений данной Рекомендации является обязательным для какой-либо из сторон.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© ITU 2005

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки	1
3 Определения	1
4 Сокращения	1
5 Оценка качества обслуживания и методы измерения для услуг цифрового видео, предоставляемых по широкополосным сетям IP	2
5.1 История вопроса	2
5.2 Рекомендация	2
Приложение А – Модель измерения системы	3
Приложение В – Сквозные измерения	4
В.1 Измерения на приемнике видеосигналов	5
В.2 Анализ частоты кадров	5
Приложение С – Уровень IP	6
С.1 IP – требования к транспортному средству	6
С.2 Класс услуги IP потокового видео	7
С.3 Измерения транспортного средства IP	7
С.4 Готовность сквозных услуг IP	8
С.5 Классификация обслуживания в сети IP	9
Дополнение I – Пример классификации обслуживания в сети IP	9

Рекомендация МСЭ-Т J.241

Распределение качества обслуживания по классам и методы измерения для услуг цифрового видео, предоставляемых по широкополосным сетям IP

1 Область применения

В настоящей Рекомендации устанавливаются требования к показателям работы и объективные методы измерения QoS для предоставления услуг цифрового видео по широкополосным сетям IP. Требования к показателям работы основаны на объективном измерении величин небольшого числа параметров, осуществляемом на доставляемых потоках IP с помощью оборудования в помещениях абонента. Известно, что эти параметры оказывают влияние на качество обслуживания, предоставляемого пользователю, и позволяют определять, какие измерения необходимы для оценки ухудшения качества обслуживания, вносимого сетью IP.

Определение полной модели системы цифрового телевидения на базе сети IP, включая определение соответствующего метода ПИО, который должен быть использован, не входит в сферу применения настоящей Рекомендации. Общеизвестно, что эффективность ПИО в значительной мере сказывается на воспринимаемом качестве видеозображения. Поэтому настоящая Рекомендация не гарантирует того, что предоставляемая классификация достаточна для оценки воспринимаемого качества сигнала ТВ радиовещания, передаваемого по системе IP, поскольку сквозные показатели эффективности работы сети IP измеряются до применения ПИО.

2 Ссылки

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 изучить возможность применения последнего издания рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус рекомендации.

- Рекомендация МСЭ-Т G.1020 (2003 г.), *Определения параметров рабочих характеристик применительно к качеству речи и другим приложениям в полосе тональных частот, использующим IP-сети.*
- ITU-T Recommendation Y.1540 (2002), *Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability parameters.*
- ITU-T Recommendation Y.1541 (2002), *Network performance objectives for IP-based services.*

3 Определения

В настоящей Рекомендации определяется следующий термин:

3.1 широкополосная сеть IP: Сеть электросвязи с доступом к IP, реализуемая на основе АЦАЛ, АЦАЛ2+, VDSL, оптической сети доступа и т. д.

4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

КОБ	Коэффициент ошибок по битам
СРЕ	Оборудование в помещениях абонента
ПИО	Прямое исправление ошибок
IP	Межсетевой протокол

IPER	Коэффициент ошибок IP-пакетов
IPLR	Коэффициент потери IP-пакетов
MPEG	Группа экспертов по движущимся изображениям
PLR	Коэффициент потери пакетов
QoS	Качество обслуживания
RTCP	Протокол контроля в реальном времени
RTP	Протокол реального времени
SLA	Соглашение об уровне обслуживания
STB	Телеприставка
TCP	Протокол контроля передачи
UDP	Протокол дейтаграммы пользователя
VoD	Видео по требованию

5 Оценка качества обслуживания и методы измерения для услуг цифрового видео, предоставляемых по широкополосным сетям IP

5.1 История вопроса

Цифровые транспортные потоки, основанные на кодировании MPEG2, стали преобладающей технологией для накопления опыта в области услуг цифрового телевидения, поскольку она позволяет сочетать предоставление высококачественных услуг цифрового телевидения с возможностью для конечных пользователей взаимодействовать в реальном времени с платформами мультимедийных услуг.

Поскольку в ряде стран начинается широкое развертывание сетей широкополосной фиксированной связи, появляются очевидные перспективы для расширения этой возможности путем использования транспортных средств, основанных на протоколах IP.

Совместный доступ и возможности двухсторонней связи, присущие сети IP, в действительности, создают идеальную среду для обеспечения клиентов полной интерактивностью для конечного пользователя и поддержки перспективных услуг; что дает преимущества перед традиционными услугами потокового видео. Таким образом, широкополосные сети связи на базе протокола IP предоставляют новую высокоэффективную двунаправленную транспортную среду для прозрачного переноса видеоконтента, совместимого с MPEG2.

5.2 Рекомендация

Методы измерений качества обслуживания для услуг потокового цифрового телевидения в широкополосной сети IP должны быть адаптированы к конкретным свойствам транспортных услуг, предоставляемых сетью связи на основе IP.

В Приложении А показан принципиальный блок-модуль цепи модели измерения системы для услуг передачи телевидения на основе IP.

В этой модели измерения качество обслуживания должно измеряться сквозным образом, т. е. на всем протяжении от точки ввода программы в сети до оборудования в помещениях абонента (CPE). Это обеспечивает получение данных, дающих достаточно приближенную оценку качеству услуг, предоставляемых конечному пользователю, и учитывает влияние сети IP на поток видеосигнала.

Существует два вида измерения качества обслуживания, осуществляемого на приемнике видеосигнала. Они описаны в Приложениях В и С.

В Приложении В описываются рекомендуемые сквозные измерения, которые необходимо провести на потоке видеосигнала после удаления его пакетной структуры IP.

В Приложении С описываются измерения, которые необходимо провести на уровне IP потока видеосигнала.

Приложение А

Модель измерения системы

В простейшем виде модель распределения телевизионных услуг в сети IP состоит из трех частей:

- Головной узел сети: включает все устройства и приложения, необходимые для производства видеосигналов, направляемых в сеть.
- Транспортная сеть: транспортируем видеосигнал на CPE конечного пользователя.
- CPE: это конечный пункт IP (обычно, STB), в котором осуществляется декодирование видеосигнала и его отображение на телевизоре, который, как правило, соединен с ним.

Для транспортировки потоков видеосигналов между головным узлом сети и транспортной сетью необходимо установление детальных SLAs между поставщиком услуги и оператором сети электросвязи.

Если головной узел сети и STBs обладают необходимой совместимостью, то по транспортной сети IP могут предоставляться услуги аудио, видео, передачи данных и интерактивные услуги. Все услуги и стандарты совместимы с пакетом TCP/IP. В сети IP должен быть гарантирован уровень требуемых показателей работы и предусмотрена какая-либо точка, где он может быть измерен.

В настоящей Рекомендации предполагается, что за качество входного видеосигнала, доставляемого по сети IP, и контроль над ним отвечает головной узел сети.

Головной узел сети должен вводить видеопотоки в сеть согласно правилам транспортировки, соответствующим сети IP. Эти правила должны определять:

- максимальную скорость пакета на поток;
- максимальное число устойчивых потоков;
- максимальную ширину полосы пропускания на поток (или скорость пакета для данного размера пакета);
- транспортный протокол, который должен использоваться;
- размер кадра (транспортный уровень);
- размер пакетов;
- допустимый профиль интервала между пакетами;
- максимальный объем пакетов.

Со своей стороны сеть IP должна гарантировать согласованный уровень услуг для доставки видеопотоков конечным пользователям.

В сети IP услуги видео по требованию обычно связаны с методами доставки контента конкретному устройству, тогда как телевизионные услуги предоставляются с использованием протоколов IP многоадресной доставки.

Транспортным протоколом IP, используемым для доставки по адресу конкретного устройства, может быть UDP или TCP, многоадресная же доставка осуществляется в верхней части UDP.

Определение уровня обслуживания должно быть основано на сквозных измерениях, которые должны обеспечивать информацию о:

- качестве, предоставляемом пользователю;
- влиянии сети IP на видеосигнал.

На рисунке 1 представлена модель измерения системы, резюмирующая этот подход.

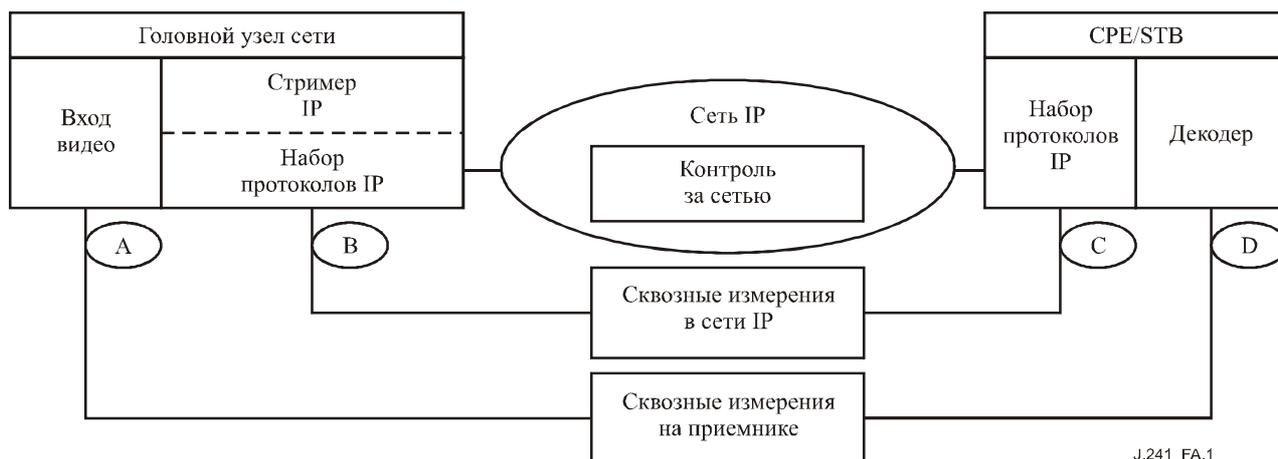


Рисунок А.1/J.241 – Модель измерения системы

В следующей таблице описываются базовые точки А, В, С и D, показанные на рисунке А.1:

Базовая точка	Описание
A	Кодер видеосигнала
B	Уровень IP на головном узле сети (необработанные данные IP)
C	Уровень IP на CPE (необработанные данные IP)
D	Декодер видеосигнала

Приложение В

Сквозные измерения

Сеть IP позволяет каждому CPE (STB) служить также конечной точкой измерения. Это предоставляет полезную возможность проводить сбор измерительных данных на каждом установленном видео CPE. Проведенные на CPE измерения и контроль наиболее близки к реальному опыту пользователя услуги.

Использование CPE в качестве измерительного зонда требует внимания, поскольку CPE не контролируется оператором сети, а измерения могут быть подвержены влиянию оборудования пользователя (нетщательная стыковка кабеля вертикальной кабельной разводки, неправильное использование домашней сети). STB должен иметь возможность давать дополнительную информацию о качестве декодируемого видеосигнала. Объем буфера приемника и скорость передачи кадра являются двумя важными показателями готовности услуги и общего результата работы. Измерения на CPE должны использоваться с тем, чтобы:

- измерить сквозные показатели работы сети IP;
- измерить показатели сети на любом иерархическом уровне или точке объединения путем статистического анализа и обработки данных с применением корреляции между данными;
- оценить качество видео, предоставляемого конечному пользователю услуги;
- осуществить специальные испытательные сеансы с использованием тестовых сигналов для оценки качества и поиска неисправностей.

Например, в настоящее время некоторые операторы сетей проводят сквозные измерения на всех STBs, имеющихся в их сети, связанной с жилыми помещениями, с целью оценки сквозного качества услуги предоставления видео. Для обеспечения постоянной информации о качестве предоставляемой услуги STBs периодически отсылают отчеты о частоте кадров и потере пакетов.

В.1 Измерения на приемнике видеосигналов

В приведенной ниже таблице приведены параметры, которые необходимо измерять на приемниках видеосигналов, для оценки качества видео в соответствии с моделью измерения системы. Эти измерения могут быть использованы для всех оценок, изложенных выше.

Параметр	Величина	Оборудование	Назначение	Метод контроля	Траектория измерения (Примечание)
Частота кадров	В соответствии с требованиями стандартов	STB	Качество изображения	В процессе эксплуатации путем специфических методов кодирования-декодирования. Выборочный контроль.	От А до D
Отрицательное переполнение буферного ЗУ	Не применяется	STB	Качество изображения, чистое воспроизведение	В процессе эксплуатации при воспроизведении видео. Выборочный контроль. Измерение случаев отрицательного переполнения и процента времени обслуживания, в течение которого STB находилось в состоянии "отрицательного переполнения".	D
Переполнение буферного ЗУ	Не применяется	STB	Качество изображения, чистое воспроизведение	В процессе эксплуатации при воспроизведении видеоизображения. Выборочный контроль. Измерение случаев отрицательного переполнения и процента времени обслуживания, в течение которого STB находилось в состоянии "отрицательного переполнения".	D
Конкретные параметры кодирования	N/A	STB	Изображение/качество обслуживания	В процессе эксплуатации при воспроизведении видео. Выборочный контроль.	N/A
ПРИМЕЧАНИЕ. – См. рисунок А.1 "Модель измерения системы" в Приложении А.					

В ходе дальнейших исследований должны быть рассмотрены важные параметры качества видеосигнала, которые могут быть возвращены декодером STB и которые могут помочь лучше оценивать процесс воспроизведения видеосигналов, происходящий в декодере.

В.2 Анализ частоты кадров

В телевизионных стандартах используется частота 30 или 25 кадров в секунду.

На выходе декодера будет точно такая частота кадров при отсутствии потери видеоинформации. Измерение частоты кадров на выходе декодера дает ориентировочную оценку непрерывности обслуживания.

На рисунке В.1 в качестве примера показана возможная информация, которая может быть получена на основе анализа частоты кадров:

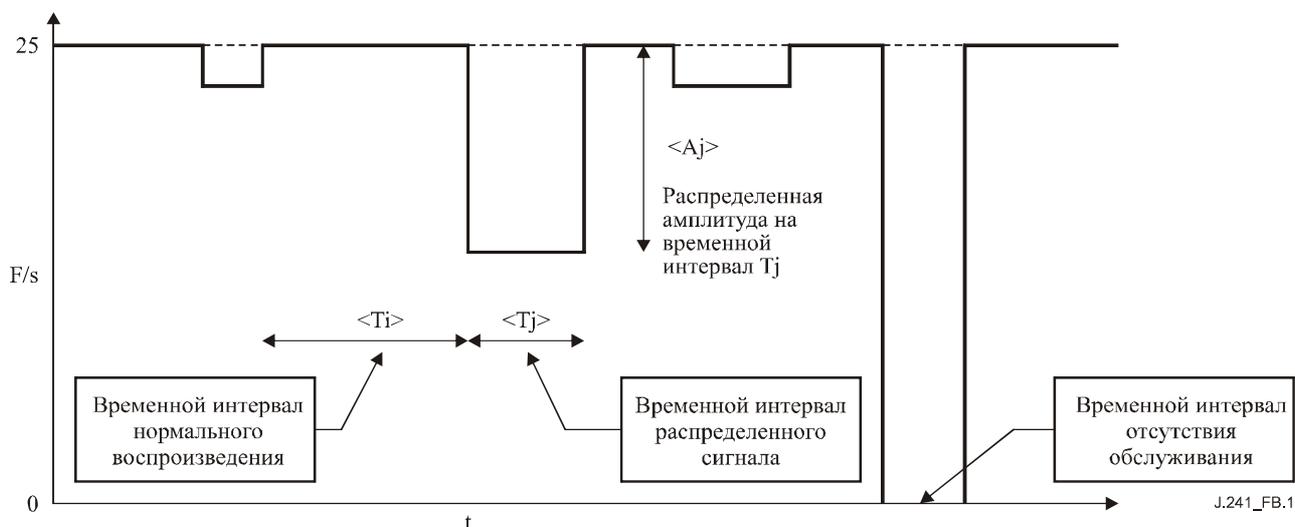


Рисунок В.1/J.241 – Возможная информация, которая может быть получена на основе анализа частоты кадров

Приложение С

Уровень IP

С.1 IP – требования к транспортному средству

Поскольку сети IP являются многоскачковыми, в сетевых трактах, как правило, могут использоваться сложные и различные технологии передачи. С точки зрения пакета протокола TCP/IP все они рассматриваются как уровни "ниже уровня 3".

Измерения и параметры качества на уровне IP позволяют определить эталонные величины для требований к сети, которые не зависят от основных технологий передачи и подходят для использования при сквозной оценке качества.

Шум, вносимый пакетной сетью IP, описывается следующими параметрами:

- Коэффициент потери пакетов: соотношение между числом пакетов, потерянных в сети, и общим числом переданных пакетов¹.
- Запаздывание: временной интервал между начальной передачей и окончательным приемом пакета.
- Дрожание: изменение запаздывания.

Качество видеопотоков будет налагать минимальные требования к пропускной способности для потока данных к абоненту; требования к сквозной пропускной способности для обратного потока зависят от требований приложения к интерактивности.

¹ Согласно схеме измерения и методике, предложенной в настоящей Рекомендации, общее число потерянных пакетов в параметре "коэффициент потери пакетов" является суммой потерянных IP-пакетов (IPLR) и пакетов с ошибками (IPER), как определено в Рек. МСЭ-Т Y.1541. Более полное определение параметра приводится в Рек. МСЭ-Т G.1020, в пункте 7.7 которой определяется "соотношение суммарных потерь" для кадров или пакетов. Будучи заголовком измерения над транспортным уровнем, этот пакет не представляется на уровень измерения (или уровень RTP), если для IP-пакета ошибочна контрольная сумма IP или UDP.

С.2 Класс услуги IP потокового видео

Такие видеослужбы, как службы VoD или ТВ, классифицируются так же, как потоковые службы. В области высококачественного телевидения к ним предъявляются следующие требования высокого уровня:

- хорошее качество аудио/видео;
- высокая готовность;
- средняя интерактивность.

Эти требования высокого уровня должны быть переведены в величины для требований, предъявляемых к транспортировке данных по сети IP.

Как определено в Приложении А, ввод в сеть видеоконтента хорошего качества осуществляется головным узлом сети в соответствии с максимальной сквозной полосой пропускания и скоростью передачи пакетов, доступной для видеослужб.

Для сохранения хорошего качества изображения требуется низкая величина потери пакетов.

С.3 Измерения транспортного средства IP

К сетевому уровню IP не должно иметь отношение то, что видеосигнал или любой верхний уровень использует ПИО или любой другой метод исправления ошибок. Он должен гарантировать только необходимые показатели работы до применения любой схемы исправления ошибок на любом из упомянутых выше уровней.

С.3.1 Параметры

В приведенной ниже таблице перечисляются параметры измерения сети IP. Все измерения должны быть осуществлены между точками В и С в модели измерения системы, описанной в Приложении А:

Параметр	Оборудование	Обоснование	Метод контроля
Коэффициент потери пакетов (PLR)	CPE (STB)	Качество изображения, оценка потери видеoinформации	В процессе эксплуатации или с помощью тестовых потоков с RTP/RTCP или последовательностью номеров, доступных в заголовке пакета. Периодическое заключение о PLR. Отчеты с разрешением в одну минуту. Измерение PLR требует анализа по крайней мере в 10 раз большего числа пакетов, чем числа, относящегося к заданному значению PLR. Это определяет скорость, на которой дается отчет о PLR.
Задержка сети	Измерительная установка, расположенная у пользователя в составе CPE (STB) или как можно ближе к каналу доступа пользователя.	Чистое воспроизведение	Тестовый поток.
Дрожание	CPE (STB)	Чистое воспроизведение	В процессе эксплуатации или с помощью тестовых потоков с RTP/RTCP или временными метками, имеющимися в заголовке пакета.
Пропускная способность для потока данных к абоненту	CPE (STB)	Оценка качества услуги, контроль	Тестовый сигнал, представляющий худший случай варианта кодирования, проверка пропускной способности.
Пропускная способность обратного потока	CPE (STB)	Оценка качества услуги, контроль	Проверка пропускной способности.

С.3.2 Величины

Перед тем, как привести эталонные величины для технических требований к передаче, необходимо отметить, что в архитектуре доставки видеослужбу буфер приемника на конце СРЕ (STB) используется для подавления (до некоторой степени) дрожания, вносимого сетью, и для получения постоянного воспроизведения телевизионного кадра.

Величины, которые должны быть обеспечены в сети, приведены и обоснованы в следующих подпунктах.

С.3.2.1 Величина PLR

Величину PLR предпочтительно определять как "независящую от кодека" и заданную для наихудшего варианта.

Величина PLR, необходимая для гарантии эффективной доставки видеослужбу по сети IP, составляет 10^{-5} .

Требование $PLR < 10^{-5}$ является гораздо более строгим, чем требования к IPLR, определяемые в настоящее время в Рек. МСЭ-Т Y.1541. Однако планируется обеспечивать передачу цифрового видеосигнала с некоторыми новыми классами качества обслуживания и величиной $IPLR < 10^{-5}$.

Значение PLR, равное 10^{-5} , может показаться строгим требованием для PLR. По ориентировочной оценке, потенциально пользователь уведомит о любой потере видеoinформации.

Фактическое последствие потери пакетов непредсказуемо, поскольку зависит от типа поврежденного кадра или части кадра, не хватающей в декодере (передней, задней, пространственной, временной). Степень восстановления сигнала в присутствии некоторых потерь зависит от мощности самого кодека. В конечном итоге, вид воспроизводимой сцены (стационарная, движущаяся) в значительной мере влияет на возможность восприятия пользователем ухудшения видеосигнала.

Для дальнейшего снижения КОБ, поступающего на видеodeкодер, к видеопотокам могут быть применены типичные схемы коррекции ошибок.

С.3.2.2 Запаздывание и дрожание

Величины запаздывания и дрожания могут изменяться в соответствии с конкретными характеристиками мультимедийной услуги, например интерактивности, и в соответствии с размером буфера минимизации дрожания и задержки воспроизведения, применяемых на стороне СРЕ (STB).

Например, для высококачественных услуг потокового видео могут быть допустимыми запаздывание величиной в сотни миллисекунд и дрожание порядка десятков миллисекунд.

Признается, что определение объективных величин запаздывания и дрожания требует дальнейшего исследования даже с учетом развития различных интерактивных приложений, например видеоконференций, которые повлияют на традиционно, главным образом, однонаправленное телевизионное обслуживание.

С.4 Готовность сквозных услуг IP

Готовность услуг по предоставлению видео зависит от готовности всех элементов, которые контролируются оператором и которые важны для доставки этих услуг от ближайшего к источнику видеoinформации сетевого устройства до ближайшего к пользователю устройства доступа.

С классификацией готовности обслуживания на основе IP можно ознакомиться в Рек. МСЭ-Т Y.1540, а определить функцию готовности услуг потокового видео можно с использованием того же подхода: если $PLR > PLR_{out}$, то услуга может считаться недоступной.

Для PLR_{out} предлагается величина 0,01.

Эта величина относится к системе, в которой не применяется ПИО; дальнейшее исследование может в будущем привести к определению другой величины PLR_{out} . Это развитие будет отражено в настоящей Рекомендации.

С.5 Классификация обслуживания в сети IP

Что касается услуг по предоставлению видео, то показатели работы сети IP могут быть классифицированы на основе PLR, имеющего место у конечного пользователя. PLR должен измеряться между пунктами В и С модели измерения системы, описанной в Приложении А.

Что касается доставки услуг по предоставлению видео, то дальнейшего исследования требует учет эффекта запаздывания и дрожания при классификации сетей IP, а также оценка влияния определения системы ПИО.

Дополнение I

Пример классификации обслуживания в сети IP

В этом приложении для сведения приводится описание классификации обслуживания в сети IP, используемой в настоящее время основными поставщиками услуг в их работе.

Классификация, используемая для услуг цифрового телевидения, приведена ниже:

$PLR \leq 10^{-5}$	превосходное качество обслуживания (ESQ)
$PLR < 2 \times 10^{-4} - 10^{-5} >$	среднее качество обслуживания (ISQ)
$PLR < PLR_{out} - 2 \times 10^{-4} >$	плохое качество обслуживания (PSQ)
$PLR < PLR_{out} - 1 >$	отсутствие готовности сквозного обслуживания на основе IP.

В приведенной ниже таблице показаны классы обслуживания уровня IP, имеющие отношение к QoS, воспринимаемому конечным пользователем. Качество изображения зависит также от условий кодирования (скорость в битах, размер изображения, метод внутреннего восстановления и т. п.) и параметров передачи (размер пакетов, ПИО и т. д.).

Период оценки готовности сквозного обслуживания на основе IP составляет от 1 до 5 минут.

Классификация обслуживания в сети отнована на периоде оценки, равном 30 минутам.

Показатели сквозной работы сети IP могут быть рассчитаны путем подсчета временных интервалов, в течение которых измеряемый PLR находился в пределах указанных выше пороговых величин за регистрируемый интервал времени:

Класс	% времени ESQ	% времени ISQ	% времени PSQ	Примечание
А	$\geq 99,8$	между 0 и 0,2	между 0 и 0,1	Подлежит расчету в службе
В	$\geq 99,8$	между 0 и 0,1	между 0,1 и 0,2	Подлежит расчету в службе
С	$< 99,8$	/	/	Подлежит расчету в службе

Время неготовности сквозных услуг не включено в приведенный выше пример.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
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	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
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 межсетевого и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи