

ОП

АКАДЕМИЯ

СОВРЕМЕННЫХ

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ

ТЕХНОЛОГИЙ

ОП Основы построения современных
Инфокоммуникационных Систем

ОП.13 Показатели качества предоставления
услуг в современных сетях связи

(количество частей – 1, число страниц - 12)

ОП.13

Предоставление услуги телефонии исторически является основным направлением производственной деятельности и основным источником дохода традиционных операторов фиксированной связи. Суть услуги телефонии можно охарактеризовать как «обеспечение передачи речевой информации между двумя и более абонентами (конечными пользователями) в реальном режиме времени и с заданными показателями качества обслуживания». Услуга телефонии должна рассматриваться независимо от технологии или группы технологий, используемых для построения сети связи. Исторически для предоставления услуг телефонии использовались сети, базирующиеся на технологии коммутации каналов и включающие в свой состав линии связи и коммутационное оборудование (системы коммутации). Техническая возможность предоставления услуги обеспечивалась путем передачи абонентам во временное пользование разговорного тракта с определенными характеристиками.

Эволюционная модель развития сетей связи, которая признается наиболее перспективной на сегодняшний день, предусматривает продолжительное совместное функционирование классических телефонных сетей общего пользования и сетей коммутации пакетов, ресурсы которых могут быть интегрированы. Вопросами обеспечения заданного качества услуг QoS (Quality of Service) в IP-сетях (Internet Protocol сети) занимается ряд международных организаций в области стандартизации телекоммуникаций.

При оценке качества телефонной связи используются:

шкала усредненного мнения экспертов Mean Opinion Score (MOS), позволяющая дать совокупную оценку качества речи на приемной стороне;

показатели теории массового обслуживания, позволяющие дать характеристику работы сети связи по обслуживанию вызовов.

В таблице 1 представлены данные по величине MOS. Не рекомендуются соединения с $MOS < 2,5$. Наиболее важным диапазоном является диапазон значений $2,5 < MOS < 4,4$. Для соединений хорошего качества желательно обеспечить $MOS > 3,5$.

В соответствии с рекомендациями МСЭ-Т G. 107 и G. 109 критерий MOS заменяется критерием рейтинга R (Quality Rating), позволяющий сравнивать качество передачи речи разными технологиями (в том числе, технологиями коммутации пакетов). Фактор R позволяет предсказать субъективную оценку пользователя на основании таких параметров передачи, как задержка передачи,

потери пакетов, тип кодека. Высшему качеству $R=100$ соответствует $MOS=4,5$. На практике для быстрого пересчета удобна линейная аппроксимация: $MOS=R/20$. Ее погрешность в диапазоне $2,5 < MOS < 4,4$ составляет менее 5%.

Таблица 1. Оценка качества речи по рекомендации МСЭ-Т G. 109

Категория качества речи	Значения оценки MOS	Диапазон R
наилучшая (best)	4,34 – 4,5	$90 < R < 100$
высокая (high)	4,03 – 4,34	$80 < R < 90$
средняя (medium)	3,60 – 4,03	$70 < R < 80$
низкая (low)	3,10 – 3,60	$60 < R < 70$
плохая (poor)	2,58 – 3,10	$50 < R < 60$

Оценить качество передачи речи по IP-сети можно по формуле:

$$R = 94,3 - I_d - I_e, \quad (1)$$

где I_d – фактор задержки; I_e – фактор оборудования.

При потерях 1-2% пакетов и задержках более 150 мс качество речи в IP-канале с низкоскоростными кодеками опускается ниже порога $R=70$.

Одним из основных требований, предъявляемых к операторам связи Российской Федерации, является обеспечение надлежащего качества услуг связи, предоставляемых пользователям. В соответствии с Законом "О связи", и "Положением о государственном надзоре за связью и информатизацией", утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.04.2000 № 380, надзор за выполнением операторами связи условий лицензий на предоставление пользователям услуги связи осуществляют органы Госсвязьнадзора. На местных телефонных сетях связи общего пользования в качестве комплексного параметра качества предоставляемых услуг обычно проверяется «процент отказов в соединении» (ПОС). Значение ПОС вычисляется с помощью контрольных наборов или анализа распечаток результатов работы системы коммутации по формуле:

$$\text{ПОС} = [H/O] \times 100, \% \quad (2)$$

где H - количество вызовов, не завершившихся разговором;

C - количество контрольных вызовов.

При вводе в эксплуатацию сооружений цифровых систем коммутации результаты измерения ПОС сравниваются с нормативными данными из рабочего документа "Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети" (РД 45.120-2000). Значения ПОС не должны превышать величину 20⁰/₀₀ при исходящей связи на городской телефонной сети 20⁰/₀₀, величину 20⁰/₀₀ при исходящей междугородной связи, величину 1⁰/₀₀ при исходящей связи к узлу спецслужб. Для сравнения - по рекомендациям МСЭ-Т потери на одну абонентскую линию в национальной сети не должны превышать 1% в направлении последнего выбора.

Параметры качества предоставление услуг IP-телефонии должны проверяться на соответствие нормам РД "Телематические службы" (РД 45.129-2000), которые представлены в таблице 2. Оператор связи вправе выбрать класс качества обслуживания, но измеренные характеристики качества IP-телефонии должны быть не хуже заданных характеристик.

Таблица 2. Классы качества обслуживания при передаче речевой информации (РД 45 129-2000)

Показатели	Значение показателей			
	Высший	Высокий	Средний	Приемлемый
Задержка при установлении соединения, с	0-1	1-3	3-5	5-20
Задержка передачи пакета, мс	0-100	0-100	100-150	150-400
Вариация времени переноса пакета в мс, не более	10	20	150	Не нормируется
Коэффициент потери пакетов, %, не более	0,5	1	1	Не нормируется

Помимо общей характеристики качества, в качестве которой используется показатель ПОС, операторы телефонной связи используют совокупность показателей качества обслуживания, позволяющих давать более точную оценку функционирования оборудования связи. Например, полезная работа или

коэффициент занятия с ответом (КЗО) показывает на уровень эффективности:

- низкий (менее 30% вызовов с ответом в направлении),
- средний (30% - 60% вызовов с ответом в направлении),
- высокий (более 60% вызовов с ответом в направлении).

Для каждой группы соединительных линий из полученных при измерении значений за час наибольшей нагрузки или какой-либо период времени можно оценить:

- обслуженный трафик (ТС),
- обслуженные вызовы СС (число попыток вызова, принятых на обслуживание в станционном процессоре),
- среднее время удержания (МНТ),
- время блокировки, вызванное блокировкой соединительных линий,
- среднее число или процент заблокированных линий.

В Рекомендации E.800 МСЭ-Т дается определение: «Качество обслуживания (Quality of Service, QoS) — это общий эффект рабочих характеристик службы, который определяет степень удовлетворенности пользователя этой службой».

Программное обеспечение QoS предоставляет следующие возможности: управление ресурсами и контроль использования ресурсов (полосы пропускания, оборудования, глобальных каналов); эффективное использование сетевых ресурсов и обслуживание в первую очередь трафика, наиболее важного с коммерческой точки зрения; вводить обслуживание по заказу, что позволяет провайдерам Internet и IP-сетей предложить своим клиентам гибкую шкалу услуг; гарантировать мультимедийным приложениям и приложениям для обработки звука нужную полосу пропускания и минимальные задержки, а также соответствующее качество обслуживания других приложений, использующих этот канал, не мешая прохождению важного трафика. Методы поддержки QoS в пакетных сетях вообще и IP-сетях в частности уже существуют, причем они сохраняют невысокую часть стоимости инфраструктуры сетевых магистралей.

Поскольку абонента интересуют лишь те аспекты качества услуги, которые он может реально оценить, то выделены три ключевых параметра: задержка, вариация задержки и вероятность потери информации. Модель требований по QoS с точки зрения пользователя, учитывающая приложения, которые различаются по критериям задержки сообщения и потерям информации представлена на рис. 1.

Ранее в рекомендациях МСЭ-Т присутствовал принцип равенства всех

абонентов в отношении QoS. В настоящее время предложены четыре класса QoS (табл.3), которые различаются по: коэффициенту потери обязательных кадров (FLRc); времени переноса кадра (FTD); дрожанию времени переноса кадра (FDJ).

Механизмы QoS должны обеспечивать реализацию таких функций: управление ресурсами сети, то есть управление полосой пропускания и сетевыми устройствами, а также возможность работы в глобальной сети; эффективное использование сетевых ресурсов при помощи инструментов менеджмента и тарификации для регулирования трафика; управление и контроль параметров QoS, позволяющие обеспечивать клиентам различные уровни обслуживания; эффективное использование ресурсов сети для различных приложений, критичных к используемым ресурсам.

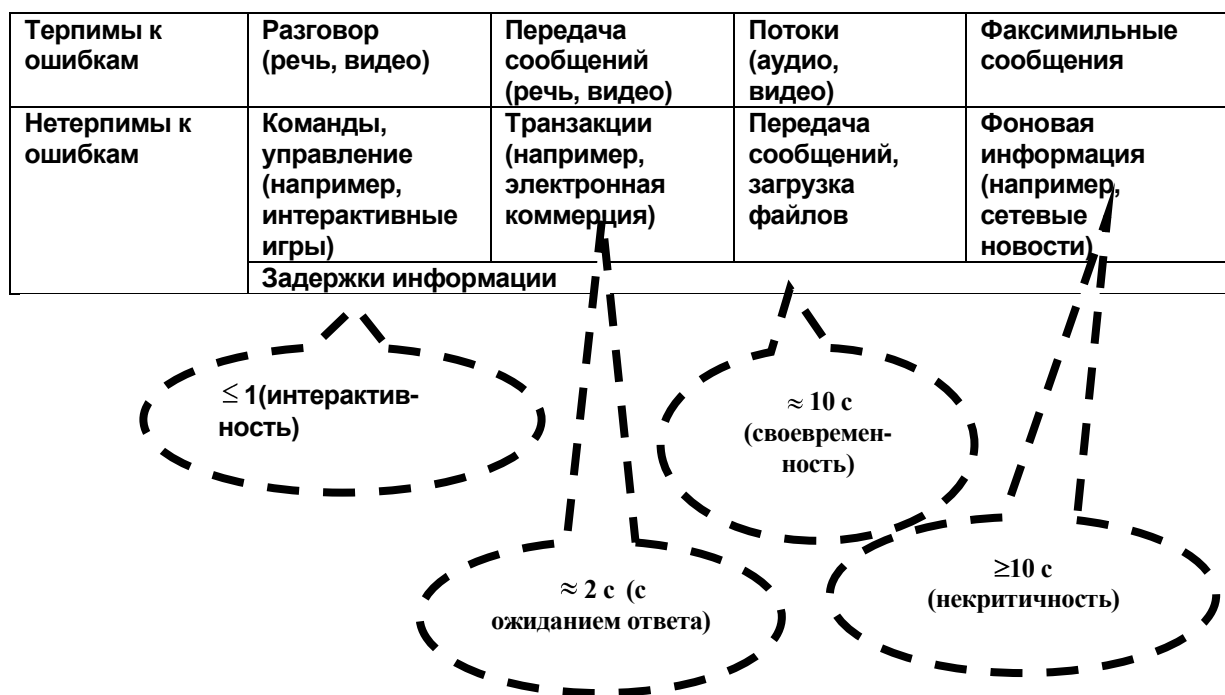


Рис. 1. Модель требований по QoS с точки зрения пользователя

Для предоставления услуг IP-телефонии необходимо обеспечивать контроль и управление качеством обслуживания на границе местной сети, на границе магистральной сети и в магистралях сетей. Причем на каждом из этих участков могут быть задействованы различные механизмы QoS. Основная задача магистральной сети - максимально быстрая передача данных (в соответствии с их классом) и предотвращение перегрузок. На пограничные устройства возлагаются задачи классификации трафика и четкого выполнения правил его обработки (policing).

Организация службы QoS предполагает создание единого сетевого механизма управления правилами назначения приоритетов и распределения сетевых ресурсов.

Способность сети обеспечивать различные уровни обслуживания, запрашиваемые разными сетевыми приложениями, наряду с контролем характеристик производительности (полосой пропускания, задержкой/дрожанием и потерей пакетов) обычно классифицируется по трем категориям: негарантированная доставка данных (best-effort service); дифференцированное обслуживание (differentiated service); гарантированное обслуживание (guaranteed service). Негарантированная доставка данных не является частью QoS из-за отсутствия гарантии качества обслуживания и гарантии обеспечения доставки пакетов. Она предусматривает отбрасывание пакета только в случае переполнения буфера входной или выходной очереди маршрутизатора. Только негарантированная доставка данных поддерживается в сети Internet.

Табл. 3. Определение классов обслуживания

Класс обслуживания	Обеспечение в сети	Коэффициент потери обязательных кадров, FLRc	Время переноса кадра, FTD	Дрожание времени переноса кадра, FDJ
0	Обязательно; Безусловный (по умолчанию) класс	Верхний предел не устанавливается	Верхний предел не устанавливается	Не применяется
1	Обязательно	Среднее значение – не более $1 \cdot 10^{-3}$; для 95% 15-ти минутных интервалов - не более $3 \cdot 10^{-3}$	Не более 400 мс (для 95% кадров)	Не более 52 мс (для 95% кадров)
2	Факультативно	Среднее значение – не более $3 \cdot 10^{-5}$; для 95% 15-ти минутных интервалов - не более $1 \cdot 10^{-4}$	Не более 400 мс (для 95% кадров)	Не более 52 мс (для 95% кадров)
3	Факультативно		Не более 150 мс (для 95% кадров)	

Исходя из перечня услуг, предоставляемых на сети СПД ОП ОАО "МГТС", можно предложить использование четырех классов пользовательских приложений:

интерактивные приложения, связанные с передачей речи, видео или мультимедийной информации (интерактивный класс);

поточные приложения, связанные с передачей аудио, видео или

мультимедийной информации (поточковый класс);

приложения передачи данных со свойствами интерактивности (класс передачи интерактивных данных);

класс негарантированного обслуживания (класс best effort).

Кроме того, может быть выделен дополнительный класс сетевого управления, не связанный с работой пользовательских приложений, который будет включать в себя административный трафик управления сетью передачи данных и трафик, связанный с обеспечением маршрутизации в сети передачи данных общего пользования (СПД ОП).

Соответствие пользовательских приложений классам обслуживания представлено в табл. 4.

Табл. 4. Классы пользовательских приложений на СПД ОП

Класс приложений	Примеры приложений СПД ОП ОАО «МГТС»
Интерактивный	IP- телефония Видеоконференция
Потоковый	Телевизионное вещание «Видео по запросу»
Передача интерактивных данных	Критичные приложения VPN типа «клиент/сервер» Сигнализация
Best Effort	Высокоскоростной доступ в Интернет Некритичные приложения VPN Любые недифференцированные приложения

Интерактивный класс характеризуется приложениями, требующими минимальной величины задержки. Они чувствительны ко всем трем основным показателям качества обслуживания, поскольку характеризуются тем, что используются для переноса данных между двумя "живыми" пользователями. Аналогично ведут себя также и приложения видеоконференций.

Потоковый класс характеризуется приложениями, требующими

однаправленной передачи трафика от источников с переменной скоростью в режиме, близком к режиму реального времени. На сети СПД ОП данный класс может использоваться для организации таких услуг, как платное телевидение, передача информации от систем безопасности (например, видеонаблюдение). В дальнейшем к данному классу можно относить приложения, эмулирующие работу традиционного канала поверх сети IP (circuit emulation), приложения интерактивных on-line игр, а также некоторые критичные приложения IP VPN. Кроме того, данный класс часто используется для переноса данных сигнализации VoIP, вместо назначения их в класс передачи интерактивных данных.

Приложения, принадлежащие к потоковому классу, чувствительны к таким показателям как джиттер и потери пакетов, однако не чувствительны к величине задержки. Это связано с природой данных приложений, характеризующейся однонаправленностью передачи потоков трафика (обычно от сервера к "живому" пользователю). То есть, в работе данных приложений отсутствует интерактивность - основная характеристика приложений, чувствительных к задержке. Они чувствительны лишь к величине задержки. Однако величина задержки в данном случае имеет не столь жесткое значение, как при работе интерактивных приложений, связанных с передачей речи, видео или мультимедийной информации. Потери пакетов (как и битовые ошибки) не является критичным показателем, поскольку приложения, принадлежащие к классу передачи интерактивных данных, в качестве транспортного протокола используют протокол TCP, подразумевающий повторную передачу потерянных/поврежденных данных.

Класс передачи интерактивных данных характеризуется приложениями передачи данных, использующих схему клиент/сервер или приложениями интерактивных сообщений. Критичным показателем для данных приложений является время отклика на запрос (гарантированная величина задержки). В дальнейшем этот класс может использоваться для организации услуг, связанных с электронной коммерцией (E-commerce) или транзакциями по кредитным картам.

Класс best effort характеризуется отсутствием каких-либо гарантий в отношении обеспечения показателей качества обслуживания. К данному классу относятся все приложения, не определенные в остальных классах обслуживания.

В табл. 5 указываются приемлемые показатели качества функционирования для различных приложений передачи

речи/видео/мультимедиа, а также приложений передачи данных, которые определены в Рекомендациях МСЭ-Т.

Табл.5. Определение норм на показатели качества обслуживания для различных приложений (рекомендация МСЭ-Т G. 1010)

Среда	Приложение	Степень симметричности при передаче данных	Показатели качества обслуживания		
			Задержка	Вариация задержки	Потеря информации ⁽²⁾
Аудио	Речь (разговор)	Двухсторонняя передача	< 150 мс ⁽¹⁾ (рекомендуется) < 400 мс ⁽¹⁾ (предельное значение)	< 1 мс	< 3% (потери IP-пакетов)
Аудио	Голосовая почта	В основном односторонняя передача	< 1 сек (для воспроизведения) < 2 сек (для записи)	< 1 мс	< 3% (потери IP-пакетов)
Аудио	Качественное потоковое аудио	В основном односторонняя передача	< 10 сек	<< 1 мс	< 1% (потери IP-пакетов)
Видео	Видеотелефония	Двухсторонняя передача	< 150 мс ⁽³⁾ (рекомендуется) < 400 мс (предельное значение)	-	< 1% (потери IP-пакетов)
Видео	Потоковое видео	Односторонняя передача	< 10 сек	-	< 1% (потери IP-пакетов)
Данные	WWW (просмотр HTML)	В основном односторонняя передача	< 2 сек/страница (рекомендуется) < 4 сек/страница (допустимо)	Не оговаривается	0
Данные	"Объемные данные", требующие высокой пропускной способности	В основном односторонняя передача	< 15 сек (рекомендуется) < 60 сек (допустимо)	Не оговаривается	0

Таблица 5 (продолжение)

Среда	Приложение	Степень симметричности при передаче данных	Показатели качества обслуживания		
			Задержка	Вариация задержки	Потеря информации ⁽²⁾
Данные	Транзакции с высоким приоритетом	Двухсторонняя передача	< 2 сек (рекомендуется) < 4 сек (допустимо)	Не оговаривается	0
Данные	Управление	Двухсторонняя передача	< 250 мс	Не оговаривается	0
Данные	Неподвижное изображение	Односторонняя передача	< 15 сек (рекомендуется) < 60 сек (допустимо)	Не оговаривается	0
Данные	Интерактивные игры	Двухсторонняя передача	< 200 мс	Не оговаривается	0
Данные	Telnet	Двухсторонняя передача (ассиметричная)	< 200 мс	Не оговаривается	0
Данные	Электронная почта (доступ к серверу)	В основном односторонняя передача	< 2 сек (рекомендуется) < 4 сек (допустимо)	Не оговаривается	0
Данные	Электронная почта (межсерверная передача)	В основном односторонняя передача	До нескольких минут	Не оговаривается	0
Данные	Передача факса в режиме реального времени	В основном односторонняя передача	< 30 сек на 1 страницу	Не оговаривается	< 10 ⁻⁶ (коэффициент битовых ошибок)
Данные	Передача факса в режиме "хранение и трансляция"	В основном односторонняя передача	До нескольких минут	Не оговаривается	< 10 ⁻⁶ (коэффициент битовых ошибок)
Данные	Транзакции с низким приоритетом	В основном односторонняя передача	< 30 сек	Не оговаривается	0
Данные	Usenet	В основном односторонняя передача	До нескольких минут	Не оговаривается	0
Примечания:		<ol style="list-style-type: none"> 1. Предполагается адекватная эхокомпенсация 2. Конкретное значение зависит от типа используемого кодека, однако предполагается использование алгоритма, компенсирующего потери IP-пакетов 3. Данное значение рассматривается в долгосрочной перспективе, поскольку не всегда может обеспечиваться с использованием существующих технологий 			

При взаимодействии поставщиков услуг связи используется «принцип единой ответственности» в соответствии с соглашением об уровне обслуживания Service Level Agreement (SLA), которое определяет правовой статус участников и содержит данные об интерфейсе и уровне конфиденциальности, сведения о трафике, параметры и нормы качества обслуживания, схемы измерения, перечень мер, применяемых при нарушении соглашения. Следует иметь в виду, что данные, полученные в результате анализа международных стандартов и рекомендаций, могут оказаться завышенными.

В условиях обострения конкуренции на рынке телекоммуникационных услуг заключение контрактов SLA является мощным средством для привлечения и удержания клиентов, поскольку, как показывают опросы пользователей, возможность заключения такого соглашения является одним из важнейших факторов при выборе поставщика услуг. Основные варианты политики поставщика услуг в отношении предоставления SLA своим клиентам перечислены ниже.

1. Не применять вовсе.
2. Заключать индивидуально по требованию клиента. В этом случае SLA заключаются, как правило, только с наиболее крупными и выгодными клиентами, проявившими настойчивость. Условия таких соглашений обычно конфиденциальны.
3. Заключать по требованию клиента типовое соглашение. Условия такого соглашения являются общедоступными.
4. Заключать типовое соглашение со всеми клиентами. В этом случае SLA является неотъемлемой частью типового договора на оказание услуг. Недостаток этого подхода состоит в том, что все клиенты, даже те, которые не предъявляют высоких требований к QoS, вынуждены платить за услуги более высокую цену, включающую в себя затраты на обеспечение QoS и поддержку SLA.
5. Предлагать варианты типовых соглашений, различающиеся уровнями QoS и тарифами. Например, могут предлагаться два уровня (стандартный и улучшенный), или три уровня (золотой, серебряный, бронзовый).

Авторы: к.т.н., доцент Степанова И.В.