

**Тема 9. Качество обслуживания в инфокоммуникационных сетях**

9.1 Понятие качества обслуживания трафика Quality of Service (QoS).

9.2 Принципы передачи мультимедийной информации в инфокоммуникационных сетях. Механизмы реализации QoS.

9.3 Обеспечение приоретизации трафика на физическом, канальном, сетевом и прикладном уровнях в сетевых устройствах

***9.1 Понятие качества обслуживания трафика Quality of Service (QoS).***

В настоящее время вместе с планомерным увеличением скоростей передачи данных в инфокоммуникациях увеличивается доля интерактивного трафика, крайне чувствительного к параметрам среды транспортировки. Поэтому задача обеспечения качества обслуживания (*Quality of Service - QoS*) становится все более актуальной.

*Качество* – совокупность характеристик объекта, которые имеют отношение к его возможности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности.

**Примечание**. Характеристики должны поддаваться экспериментальной оценке и/или измерению. Когда характеристики определены, они становятся параметрами и выражаются метриками.

*Обслуживание* – это набор функций, предоставляемых пользователю организацией.

*Качество обслуживания* ***(Quality of Service*** *-* ***QoS***) – способность сети обеспечить необходимый сервис заданному трафику в определенных технологических рамках (пределах).

Сквозное QoS определяется вкладами компонентов, показанных на рисунке.

**Рисунок – Сквозная оценка качества обслуживания QoS по схеме**

**«пользователь - пользователь»**

**Примечание 1**. Конфигурация, показанная выше, относится к обычному обслуживанию при наличии пользователей на каждом конце соединения. Однако принцип этой конфигурации может применяться в случае предоставления услуг, когда поставщик услуг находится на одном конце, а пользователь(и) – на другом конце.

**Примечание 2**. – Оконечное оборудование: различное качество оконечного оборудования может оказывать влияние на сквозное QoS.

**Примечание 3**. – Сеть доступа: влияние сети доступа на сквозное QoS зависит от сочетания среды доступа и технологии (например, беспроводной, кабельной, АЦАЛ и др.), используемой для предоставления конкретной услуги.

**Примечание 4**. – Базовая сеть: базовая сеть может принадлежать одному оператору или быть соединением сетей различных операторов. Влияние QoS базовой сети на сквозное качество будет определяться влиянием отдельных сетевых компонентов (принадлежащих одному или нескольким операторам); используемой технологии (цифровое мультиплексирование, IP и пр.); среды передачи (эфир, оптический или медный кабель) и другими факторами.

* **Задача:** обеспечить заданное качество обслуживания в сквозном соединении (end-to-end) для различных видов трафика.
* **Условие:** заданное качество обслуживания должны поддерживать все сетевые устройства на всем сквозном соединении

Для определения конечного QoS необходимо указать заданные *условия работы*, при которых обеспечивается предоставление услуги после установления связи (без установления соединения или ориентированного на соединение). При заданном наборе определенных условий работы качество обслуживания QoS может также изменяться под влиянием условий среды, таких как трафик и маршрутизация.

Качество обслуживания QoS включает показатели работы сети (ПРС) и показатели, не относящиеся к работе сети. Примерами ПРС являются *коэффициент ошибок по битам*, *запаздывание* и др., а примерами показателей, не относящихся к работе сети, – время предоставления, длительность ремонта, диапазон тарифов и время разрешения жалоб. Список критериев QoS для конкретной услуги будет зависеть от услуги, и их значение может изменяться в зависимости от сегментов совокупности абонентов.

Меры по обеспечению QoS

* Увеличение полосы пропускания
* Задание приоритетов данных
* Организация очередей
* Предотвращение перегрузок
* Формирование трафика

Архитектура QoS

* Средства QoS узла сети , выполняющие обработку поступающего в узел трафика в соответствии с требованиями качества обслуживания
* Протоколы QoS- сигнализации для координации работы сетевых элементов по поддержке качества обслуживания «из-конца-в-конец»
* Централизованные функции политики управления и учета QoS, позволяющие администраторам сети централизованно воздействовать на сетевые элементы для разделения ресурсов сети между различными видами трафика с требуемым уровнем QoS

***9.2 Принципы передачи мультимедийной информации в инфокоммуникационных сетях. Механизмы реализации QoS.***

Для поддержки передачи *по* одной сети трафика потоковых мультимедийных приложений (*Voice* over *IP* (*VoIP*), *IPTV*, *видеоконференции*, *онлайн*-*игры* и др.) и трафика данных с различными требованиями к пропускной способности необходимы ***механизмы***, обеспечивающие возможность дифференцирования и обработки различных типов сетевого трафика в зависимости от предъявляемых ими требований. Негарантированная доставка данных (*best effort service*), традиционно используемая в сетях, построенных на основе коммутаторов, не предполагала проведения какой-либо классификации трафика и не обеспечивала надежную доставку трафика приложений, гарантированную пропускную способность канала и определенный уровень потери пакетов.

Функции качества обслуживания QoS в современных сетях заключаются в обеспечении гарантированного и дифференцированного уровня обслуживания сетевого трафика, запрашиваемого теми или иными приложениями на основе различных механизмов распределения ресурсов, ограничения интенсивности трафика, обработки очередей и приоритизации.

Можно выделить ***три модели реализации QoS*** в сети:

1. **Негарантированная доставка данных (Best Effort Service)** –обработка информации как можно быстрее, но без дополнительных усилий (FIFO, drop tail)
2. **Интегрированные услуги (Integrated Services, IntServ)** –гарантированный сервис. Основан на предварительном резервировании ресурсов для каждого потока. Например, в IP-телефонии для обеспечения приемлемого качества передачи голоса требуется канал 64 Кбит/с (для кодека G.711).

Эту модель также часто называют “*жестким QoS” (hard QoS)* в связи с предъявлением строгих требований к ресурсам сети.

1. **Дифференцированное обслуживание (Differentiated Service, DiffServ)** – сервис с предпочтениями. Приоритетное обслуживание, значения параметров QoS зависят от характеристик трафика.. Модель дифференцированного обслуживания занимает промежуточное положение между негарантированной доставкой данных и моделью *IntServ* и сама по себе не предполагает обеспечение гарантий предоставляемых услуг, поэтому дифференцированное обслуживание часто называют “*мягким QoS” (soft QoS)*.

***9.3 Обеспечение приоретизации трафика на физическом, канальном, сетевом и прикладном уровнях в сетевых устройствах***

Назначение приоритетов

Способы:

* + **Явные** (соответствующее приложение запрашивает определенный уровень службы, а коммутатор или маршрутизатор пытается удовлетворить запрос)
  + **Неявные** (маршрутизатор или коммутатор автоматически присваивает передаваемым пакетам соответствующие уровни, исходя из заданных администратором критериев
* Протокол **IP precedence** ( протокол старшинства) – второе название IP TOS (IP Type Of Service)
* Резервирует ранее не используемое поле TOS в стандартном заголовке пакета IP, где могут быть указаны признаки QoS, определяющие время задержки, скорость передачи и уровень надежности передачи пакета
* Три первых бита этого поля (0-2) позволяют устанавливать восемь уровней приоритета :
* 111 – управление сетью
* 110 – межсетевое управление
* 101 – CRITIC/ECP
* 100 – сверхсрочный
* 011 – срочный
* 001 – приоритетный
* 000 - обычный

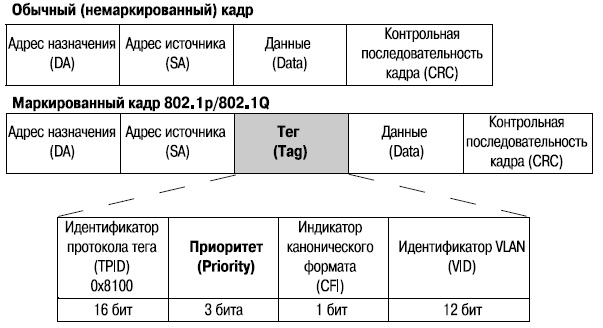
Отличие между уровнем приоритета и классом обслуживания:

* ***Уровень приоритета*** предназначен для указания приоритета конкретной дейтаграммы и учитывается при обслуживании очередей
* ***Класс обслуживания*** позволяет определять, какое соотношение между пропускной способностью , задержкой, надежностью и стоимостью оптимально для данного типа трафика, и соответствующим образом выбирать маршрут его передачи

Для обеспечения QoS на канальном уровне модели *OSI* коммутаторы поддерживают стандарт *IEEE* 802.1р. Стандарт *IEEE* 802.1р позволяет задать до 8 уровней приоритетов (от 0 до 7, где 7 — наивысший), определяющих способ обработки кадра, используя 3 бита поля приоритета тега *IEEE 802.1Q*.

Для обеспечения QoS на сетевом уровне модели *OSI* в заголовке протокола IPv4 предусмотрено 8-битное *поле* *ToS* (Type of *Service*). Этот *байт* может быть заполнен либо значением приоритета *IP* *Precedence*, либо значением DSCP (*Differentiated* Services *Code Point*) в зависимости от решаемой задачи.

*Поле* *IP* *Precedence* имеет *размерность* 3 бита и может принимать значения от 0 до 7. Оно используется для указания относительного приоритета обработки пакета на сетевом уровне.



**Рисунок – Формат кадра 802.1Q с битами приоритета 802.1р**

*Поле* DSCP было стандартизировано *IETF* с появлением модели *DiffServ*. Оно занимает 6 старших *бит* байта *ToS* и позволяют задать до 64 уровней приоритетов (от 0 до 63). *По* сути код DSCP является расширением 3-*битового поля* *IP* *Precedence* и обладает обратной совместимостью с *IP*-приоритетом.



**Рисунок – Байт ToS заголовка IPv4**

***ПРИЛОЖЕНИЕ – Дополнительные материалы к лекции***

**Технические нормы на услуги передачи данных в точках присоединения, действующие в Республике Беларусь**

*При предоставлении услуг Операторы связи РБ обязуются руководствоваться нижеизложенными техническими нормами.*

**1. Перечень используемых терминов**

1.1. **Скорость подключения**(access bit rate) *-* физическая скорость передачи информации (кбит/с) между портами оборудования сетей передачи данных Сторон.

1.2. **Услуга передачи данны**х (услуга) – услуги электросвязи по приему, передаче, обработке и хранению данных.

1.3. **Готовность соединения** – свойство услуги передачи данных, характеризующее способность сети передачи данных поддерживать установленное соединение.

1.4. **Время неготовности** (unavailable time, UT) – время отказов оборудования сети передачи данных Оператора, повлекших за собой прекращение или оказание услуг передачи данных с техническими нормам не соответствующими оговоренным в данном приложении и/или приведших к обращению Провайдера к Оператору с заявкой об устранении неисправности. Сюда не включается периоды планово-профилактических работ Оператора на сети передачи данных, а также периоды недоступности сайтов сети передачи данных Провайдера в точках присоединения.

1.5. **Период измерения услуги** – означает промежуток времени с даты начала предоставления услуги в текущем отчетном периоде (календарный месяц) до даты окончания предоставления услуги в текущем отчетном периоде.

1.6. **Коэффициент доступности услуги** (КДУ)– коэффициент, выраженный в процентной доле; определяется как отношение разницы между общим временем предоставления услуги () и суммарным временем неготовности соединения (UT) к общему времени предоставления услуги.

Доступность услуги рассчитывается по следующей формуле:



|  |
| --- |
| где:  общая продолжительность предоставления услуги ПД за период измерения услуги;  *UT* – общая продолжительность неисправностей, произошедших за период измерения услуги. |
|

1.7. Коэффициент потери пакетов (КПП) – коэффициент, выраженный в процентной доле; определяется как отношение количества тестовых IP-пакетов, отброшенных (по любым причинам) на участке измерения в течение отчетного периода, к количеству тестовых пакетов, переданных в участок измерения за отчетный период.

Коэффициент потери пакетов рассчитывается по следующей формуле:



где: *L* – общее число тестовых IP пакетов, утраченных при передаче по сети в течение данного расчетного периода;

*N* – общее число тестовых IP пакетов, переданных по сети в течение данного отчетного периода.

1.8. Задержка передачи пакетов (ЗПП)–определяется путем усреднения за отчетный период значений задержки распространения тестовых IP пакетов, передаваемых по сети.

Задержка передачи пакетов выражается в миллисекундах (мсек) и рассчитывается по следующей формуле:

,

где: *Di* – задержка i-го тестового IP пакета;

*N* – общее число тестовых IP пакетов, переданных по сети в течение данного отчетного периода.

1.9. **Качество обслуживания** (quality of service, QoS) - суммарный эффект показателей сервиса, определяющий степень удовлетворенности пользователя (согласно МСЭ-Т E.800) и для сети передачи данных определяется коэффициентом доступности услуги (КДУ).

1. **Характеристика предоставляемых услуг**

Предоставление доступа в сеть Интернет операторам (провайдерам) и поставщикам услуг передачи данных.

Рабочие характеристики:

* Скорость предоставляемого канала связи - от 10 Мбит/с до 10 Гбит/с.
* Загрузка прямых каналов с другими операторами связи не более 70%.
* Поддержка протоколов сетевого уровня IPv4 и IPv6.
* Время неготовности UT< 4,38 ч. в год на один канал (в одной точке присоединения).
* Коэффициент доступности услуги при возникновении простоя: КДУ не менее 99,95%.
* Максимально допустимые значения по параметрам КПП и ЗПП в зависимости от международных направлений передачи данных приведены в таблице П.1.

Таблица П.1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направление | Нормируемый параметр качества Услуги | |
| Максимально допустимая задержка передачи пакетов, мсек  (ЗПП max) | Максимально допустимый коэффициент потери пакетов, %  (КПП max) |
| Москва | 14 | 1 |
| С. Петербург | 40 | 1 |
| Ростов на Дону | 55 | 1 |
| Екатеринбург | 60 | 1 |
| Новосибирск | 90 | 1 |
| Владивосток | 170 | 1 |
| Европа | 40 | 1 |
| Северная Америка - Европа | 80 | 3 |
| Азия – Северная Америка | 200 | 3 |
| Азия - Европа | 350 | 3 |

1. **Качество обслуживания**

Качество обслуживания услуг, предоставляемых Сторонами определяется показателем:

- доступности предоставления услуги передачи данных, КДУ > 99,95% (UT< 4,38 ч в год) при обеспечении показателя потери пакетов КПП в соответствии с таблицей П.1.