

# УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ УСЛУГ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

Преподаватель: Абрамова Виктория Валерьевна

Лекции: 16x10 баллов = 160 баллов

Лабораторные работы: 4x30 баллов = 120 баллов

Модули (тесты): 4x100 баллов = 400 баллов

Форма контроля: ЭКЗАМЕН, набранное количество баллов (максимум 680) пересчитывается в 100-бальную шкалу ECTS

## Введение в качество обслуживания в IP-сетях

Тенденция к объединению сетей от разных поставщиков в единую сеть

Самая большая сеть –  
**Internet**

Активный рост  
Internet-трафика

Появление приложений с нетривиальными типами трафика (VoIP, видеоконференции и т.п.)

Необходимость в средствах, способных обеспечить поддержку как существующих, так и перспективных сетевых приложений

Протокол IP предполагает **негарантированную доставку данных (*best effort service*)** – нет гарантий касательно времени и факта прибытия пакета в пункт назначения



Отброс пакетов производится в момент возникновения перегрузки в сети

**Пакет содержит 5 полей заголовка IP:**

- адрес источника;
- адрес назначения;
- поле протокола IP;
- порт источника;
- порт назначения.

Пакеты в одном потоке имеют одинаковые значения всех 5 полей в заголовке IP-пакета.

Разный трафик (голос, видео, данные) предъявляет разные требования к пропускной способности, при этом некоторые виды трафика требуют гарантированной доставки пакетов, поэтому **трафик необходимо дифференцировать.**

Для разрешения этой проблемы вводится понятие **качества обслуживания (*Quality of Service - QoS*)** в сетях IP.

**Функции качества обслуживания в сетях IP** заключаются в обеспечении гарантированного и дифференцированного обслуживания сетевого трафика путем передачи контроля за использованием ресурсов и загруженностью сети ее оператору.

*QoS представляет собою набор требований предъявляемых к ресурсам сети* при транспортировке потока данных.

QoS обеспечивает сквозную гарантию передачи данных и основан на *системе правил контроля за средствами повышения производительности IP-сети*, такими, как:

- механизм распределения ресурсов,
- коммутация,
- маршрутизация,
- механизмы обслуживания очередей,
- механизмы отбрасывания пакетов.

# Уровни качества обслуживания

5

**Негарантированная  
доставка данных  
(best-effort service)**

Обеспечение связности  
узлов сети без гарантии  
времени и факта  
доставки пакета в точку  
назначения

Нет гарантий качества  
обслуживания и  
обеспечения доставки

Не является  
частью QoS

**Дифференцированное  
обслуживание  
(differentiated service)**

Разделение трафика на  
классы (Class of Service -  
**CoS**) на основе  
требований к качеству  
обслуживания

Гарантий нет, но трафик  
разделен на классы,  
каждый из которых имеет  
свой приоритет

Мягкий QoS  
(soft QoS)

**Гарантированное  
обслуживание  
(guaranteed service)**

Резервирование  
сетевых ресурсов по  
всей траектории  
движения трафика для  
удовлетворения  
специфических  
требований к его  
обслуживанию

Строгие требования к  
ресурсам сети

Жесткий QoS  
(hard QoS)

# Уровни обслуживания и разрешающие функции QoS 6

Уровень обслуживания	Разрешающая функция QoS сетевого уровня	Разрешающая функция QoS канального уровня
Негарантированная доставка пакетов	Связность узлов сети	Технология асинхронной передачи данных АТМ, обслуживание с неопределенной битовой скоростью UBR, механизм согласования скорости передачи информации CIR в сетях Frame Relay
Дифференцированное обслуживание	Механизмы согласования скорости доступа CAR CoS, взвешенный алгоритм равномерного обслуживания очередей WFQ, взвешенный алгоритм произвольного раннего обнаружения WRED	IEEE 802.1p
Гарантированное обслуживание	Протокол резервирования ресурсов RSVP	Диспетчер пропускной способности подсети SBM, механизм обслуживания с постоянной битовой скоростью CBR в сетях АТМ, механизмы согласования скорости передачи информации CIR в сетях Frame Relay

# История возникновения и развития QoS в сетях IP

7

Отцы-основатели Internet предвидели потребность в QoS и предусмотрели в заголовке IP-пакета байт типа обслуживания ToS – Type of Service.

До конца 80-х Internet пребывал в «зародышевом» состоянии, т.е. существовало мало сетевых приложений и объемы трафика были небольшими.

Поэтому заполнением байта ToS можно было пренебречь и приложения и маршрутизаторы его игнорировали.

Реальная необходимость в QoS дала о себе знать с увеличением популярности Интернета и приобретением им коммерческих черт.

Частые перегрузки, приводящие к потере пакетов, в особенности в местах стыков двух сетей со значительно различающимися пропускными способностями.

Первоначально функции качества обслуживания были возложены на *конечные узлы* сети Internet.

**Джон Нэйгл (John Nagle)** – алгоритм объединения множества малых пакетов в один для их совместной передачи (алгоритм Нэйгла, вшитый во все оборудование, поддерживающее IP<sup>3</sup>).

**Ван Якобсон (Van Jacobson)** – набор функций QoS для конечных систем – механизмы медленного старта и предотвращения перегрузки, которые сейчас являются стандартом де-факто для всех реализаций TCP.

В дополнение к разработкам Якобсона разработаны механизмы быстрой повторной передачи и быстрого восстановления.

Необходимость реализации QoS не только в конечных системах, но и на *уровне маршрутизаторов* для сквозного обеспечения качества обслуживания.

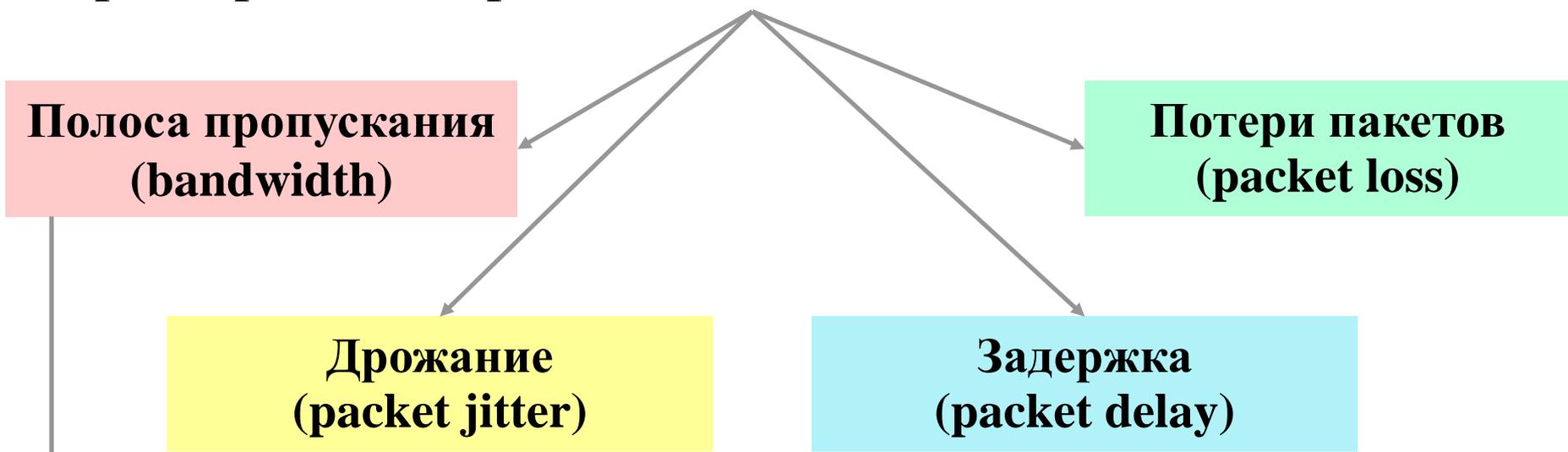
На смену использовавшемуся в маршрутизаторах ранее алгоритму FIFO (first-in, first-out) пришли алгоритмы WFQ – Weighted Fair Queuing – взвешенный алгоритм равномерного обслуживания очередей и WRED – Weighted Random Early Detection – взвешенный алгоритм произвольного раннего обнаружения.

Попытки стандартизации функций сквозного качества обслуживания.

Рабочая группа по созданию интегрированных услуг – Integrated Services (intserv) Internet Engineering Task Force (IETF) Working Group, занимающаяся вопросами обеспечения приложений средствами формулирования требований к ресурсам при сквозном обслуживании, а также разработкой соответствующих механизмов на уровне маршрутизаторов и подсетей

Появление сигнального протокола RSVP – Resource Reservation Protocol и использование байта ToS в заголовке IP-пакета.

# Характеристики производительности сетевого соединения 10



Термин используется для описания *номинальной пропускной способности* среды передачи информации, протокола или соединения. Полоса пропускания эффективно определяет «ширину канала», требующуюся приложению для работы по сети.

Так, приложения для передачи оцифрованной речи создают поток информации интенсивностью 64 кбит/с, соответственно для таких приложений ширина полосы пропускания на всех участках сети должна быть не ниже этого значения.

## Задержка сериализации (serialization delay)

Время, которое требуется устройству на передачу пакета при заданной ширине полосы пропускания

Зависит от ширины полосы пропускания и размера пакета

Имеет порядок  $10^{-9} \dots 10^{-3}$  с

## Задержка распространения (propagation delay)

Время, которое требуется переданному биту информации для достижения принимающего устройства

Зависит от расстояния и используемой среды передачи. От ширины полосы пропускания не зависит.

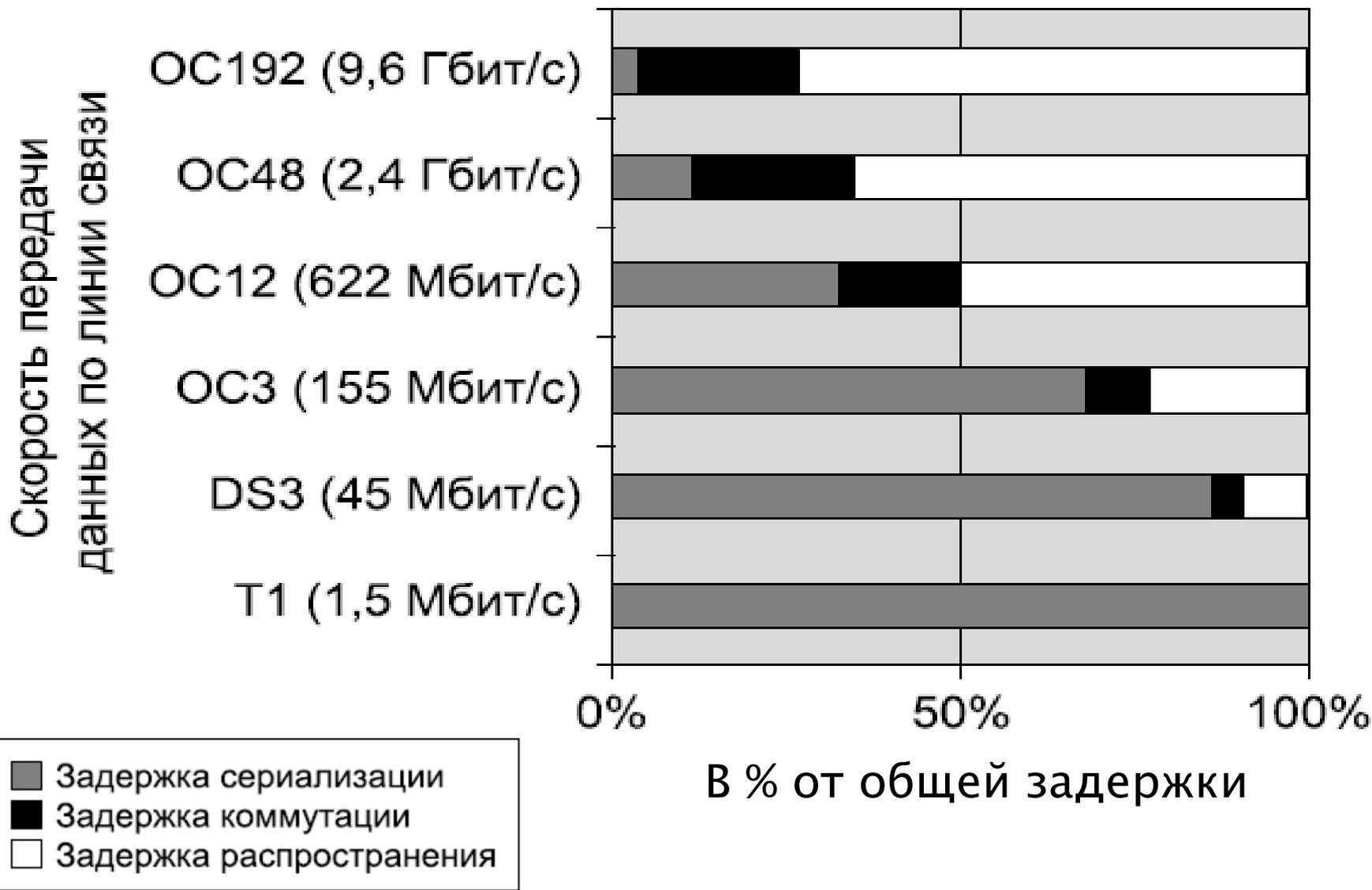
Имеет порядок миллисекунд (мс)

## Задержка коммутации (switching delay)

Время, которое требуется устройству, получившему пакет, для начала его передачи следующему устройству

Как правило, меньше 10 нс

# Структура общей задержки при передаче пакета размером 12 1500 байт по трансконтинентальному каналу США



Обычно каждый из пакетов, принадлежащий одному и тому же потоку трафика, передается с различным значением задержки, поскольку задержка меняется в зависимости от состояния промежуточных сетей.

Если сеть не испытывает перегрузки, пакеты не ставятся в очередь в маршрутизаторах, то общее время задержки при передаче пакета состоит из суммы задержки сериализации и задержки распространения на каждом промежуточном переходе.

Если сеть перегружена, задержки при организации очередей в маршрутизаторах начинают влиять на общую задержку при передаче пакетов и приводят к возникновению разницы в задержке при передаче различных пакетов одного и того же потока.

Колебание задержки при передаче пакетов получило название **дрожания** (*packet jitter*).

Дрожание определяет максимальную задержку при приеме пакетов в конечном пункте назначения. Принимающая сторона, в зависимости от типа используемого приложения, может попытаться компенсировать дрожание пакетов за счет организации приемного буфера для хранения принятых пакетов на время, меньшее или равное верхней границе дрожания.

Уровень *потери пакетов* определяет количество пакетов, отбрасываемых сетью во время передачи. Как правило, уровень потери пакетов выражается как доля отброшенных пакетов за определенный интервал времени.

Основными причинами потери пакетов являются *перегрузка сети* и *повреждение пакетов* во время передачи по линии связи. Чаще всего отбрасывание пакетов происходит в местах перегрузки, где число поступающих пакетов намного превышает верхнюю границу размера выходной очереди. Кроме того, отбрасывание пакетов может быть вызвано недостаточным размером входного буфера.

Как правило, хорошо спроектированные сети характеризуются очень низким значением потери пакетов. Потеря пакетов также несвойственна приложениям, для которых были заранее зарезервированы требуемые этими приложениями ресурсы.

Отброшенные пакеты указывают на неэффективное использование ресурсов сети, поскольку часть ресурсов тратится на доставку пакетов в точку, где они были потеряны.