

Характеристики QoS

в пакетных сетях

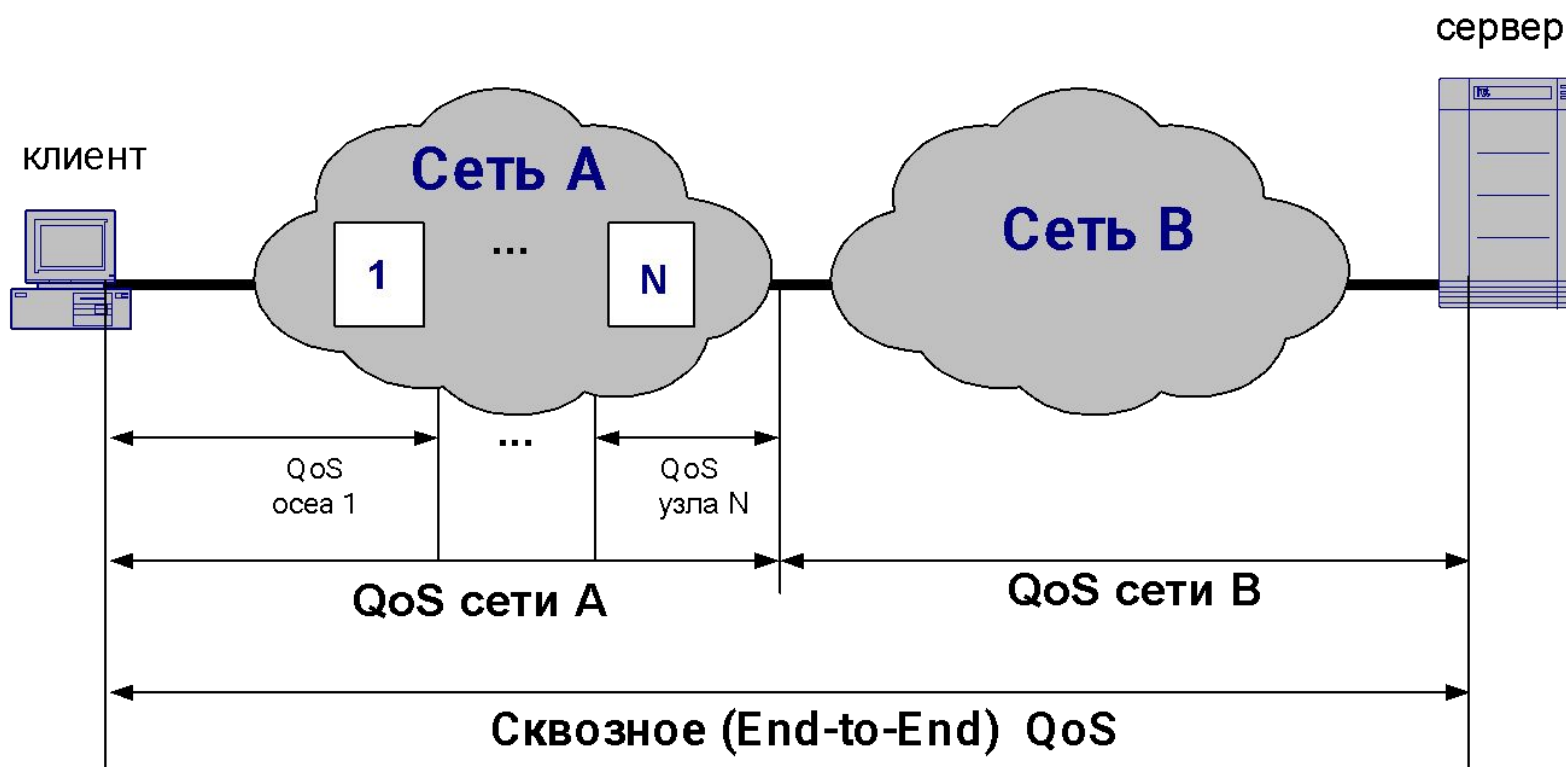
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ

QoS (Quality of Servers) рассматривается как «суммарный эффект *рабочих характеристик обслуживания*, который определяет степень удовлетворенности пользователя этой службой» (E.800)

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.

Эталонная модель сквозного QoS



Организации, стандартизирующие модели обеспечения качества обслуживания

- **ITU-T:** International Telecommunication Union – Международный Союз Электросвязи
- **ETSI:** European Telecommunications Standardizations Institute - Европейский институт по стандартизации телекоммуникаций
- **IETF:** Internet Engineering Task Force – Инженерная группа по решению задач Internet
- **MMCF:** Multimedia Communications Forum - Форум по мультимедийным коммуникациям
- **EURESCOM:** European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications - Европейский институт по исследованиям и стратегическому планированию в телекоммуникациях

Анализ стандартизированных моделей QoS

Разработчи к модели QoS	QoS из конца в конец	Классы QoS	Биллинг	Мониторинг и управление	Особенности предоставляе- мых услуг
ITU-T	Да	Да	Нет	Да	Да
ETSI	Да	Да	Нет	Да	Да
IETF	Да	Нет	Нет	Да	Нет
MMCF	Да	Да	Нет	Да	Да
EURESCOM	Да	Нет	Нет	Да	Нет

Характеристики QoS (Y.1540)

- Задержки и джиттер* задержки
- Величина потерь
- Производительность сети
- Надежность сетевых элементов

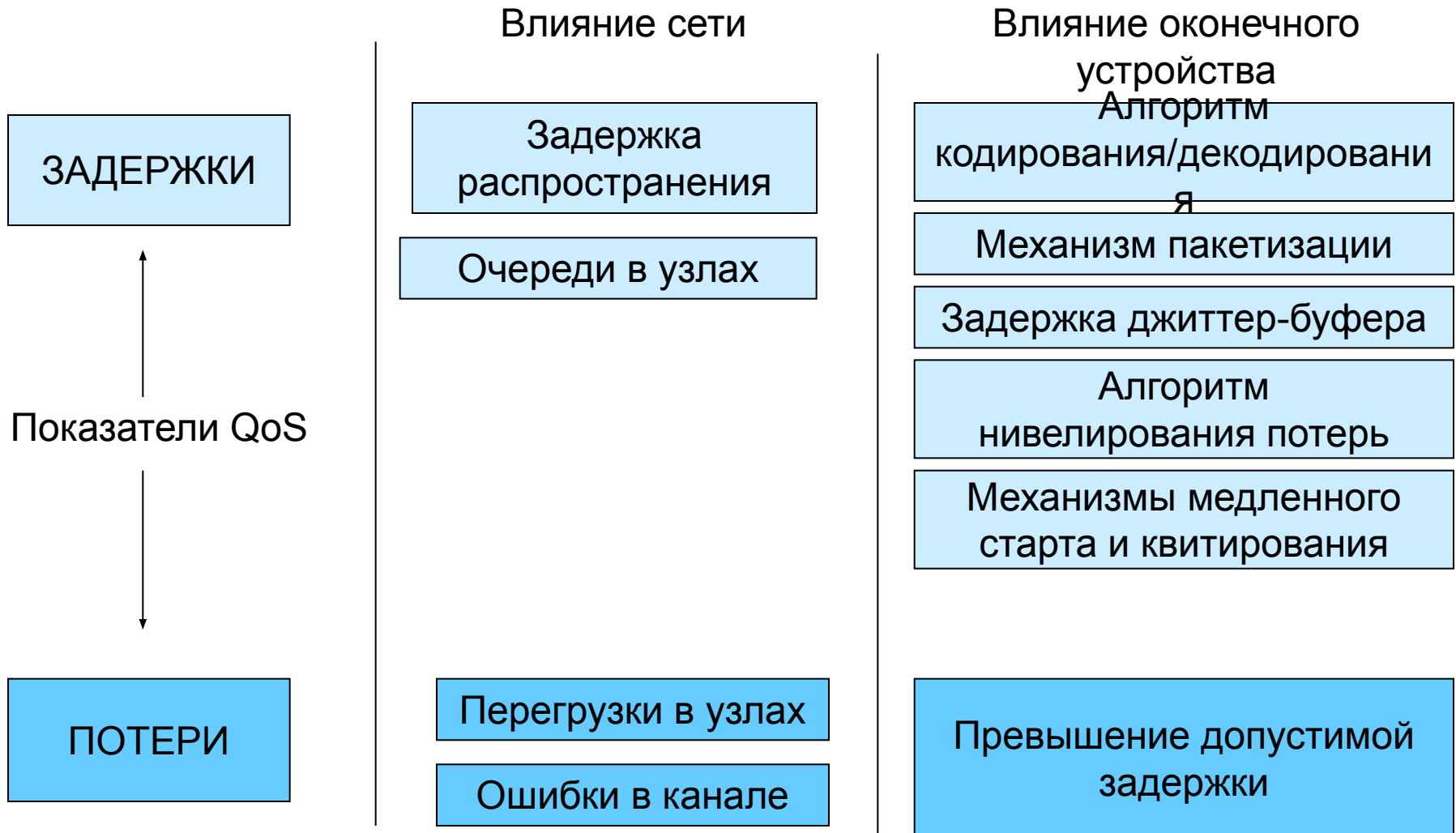
G.1000 – определяет структуру связей между рабочими характеристиками QoS.

* джиттер задержки – отклонение значений задержки от заданной величины

Классификация трафика мультисервисной IP-сети по приложениям

Тип трафика	Приложения	Требования	Протоколы транспортного уровня
Реального времени	IP-телефония и видеоконференцсвязь	<ul style="list-style-type: none"> -Чувствительность к задержке -Чувствительность к джиттеру задержки -Малая чувствительность к потерям 	RSVP, RTP, RTCP, UDP
	Процессы управления, игры on-line	<ul style="list-style-type: none"> -Чувствительность к задержке -Чувствительность к джиттеру задержки -Чувствительность к потерям 	UDP, TCP
Потоковый	Аудио по требованию Видео по требованию Интернет-вещание	<ul style="list-style-type: none"> -Малая чувствительность к задержке -Чувствительность к джиттеру задержки -Чувствительность к потерям 	RSVP, SCTP, UDP, TCP
Эластичный	Конференция документов	<ul style="list-style-type: none"> -Малая чувствительность к задержке -Малая чувствительность к джиттеру задержки -Высокая чувствительность к потерям 	TCP
	Анимация	<ul style="list-style-type: none"> -Очень малая чувствительность к задержке 	

Показатели качества обслуживания, учитываемые при передаче мультимедийного трафика, и механизмы их формирования



Классы QoS и соответствующие им приложения (Y.1541)

- **Класс 0:** Приложения реального времени, чувствительные к джиттеру, характеризующиеся высоким уровнем интерактивности (VoIP, видеоконференции)
- **Класс 1:** Приложения реального времени, чувствительные к джиттеру, интерактивные (VoIP, видеоконференции)
- **Класс 2:** Транзакции данных, характеризующиеся высоким уровнем интерактивности (например, сигнализация)
- **Класс 3:** Транзакции данных, интерактивные приложения
- **Класс 4:** Приложения, допускающие низкий уровень потерь (короткие транзакции, массивы данных, потоковое видео)
- **Класс 5:** Традиционные применения сетей IP

Нормы на параметры доставки пакетов IP с разделением по классам обслуживания, модель ITU-T

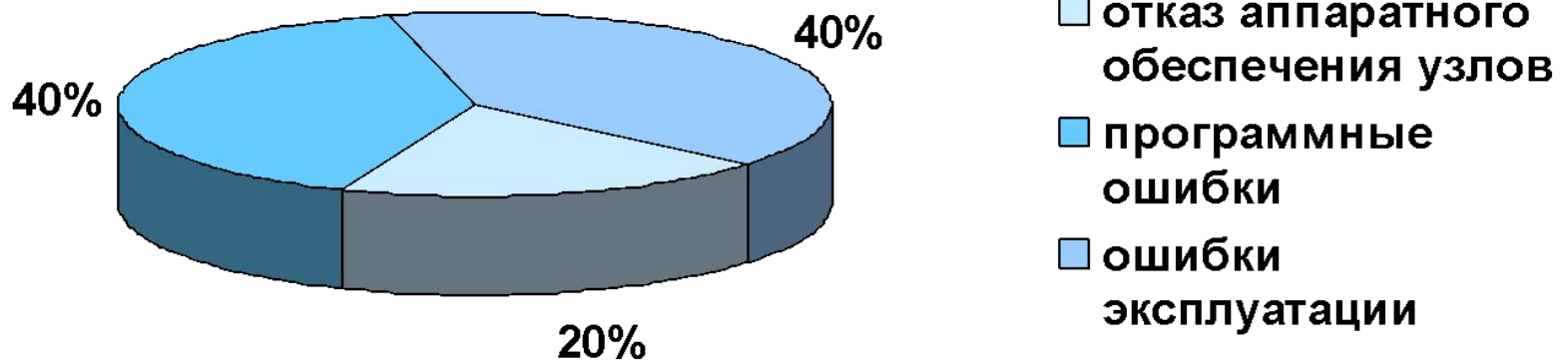
Сетевые характеристики	Классы QoS					
	0	1	2	3	4	5
Задержка доставки пакета IP, IPTD	100 мс	400 мс	100 мс	400 мс	1 с	Н
Вариация задержки пакета IP, IPDV	50 мс	50 мс	Н	Н	Н	Н
Коэффициент потери пакетов IP, IPLR	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	Н
Коэффициент ошибок пакетов IP, IPER	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	Н

Примечание. Н - не нормировано. Значения параметров представляют собой верхние границы для средних задержек, джиттера, потерь и ошибок пакетов.

Коэффициенты готовности и значения времени простоя оборудования

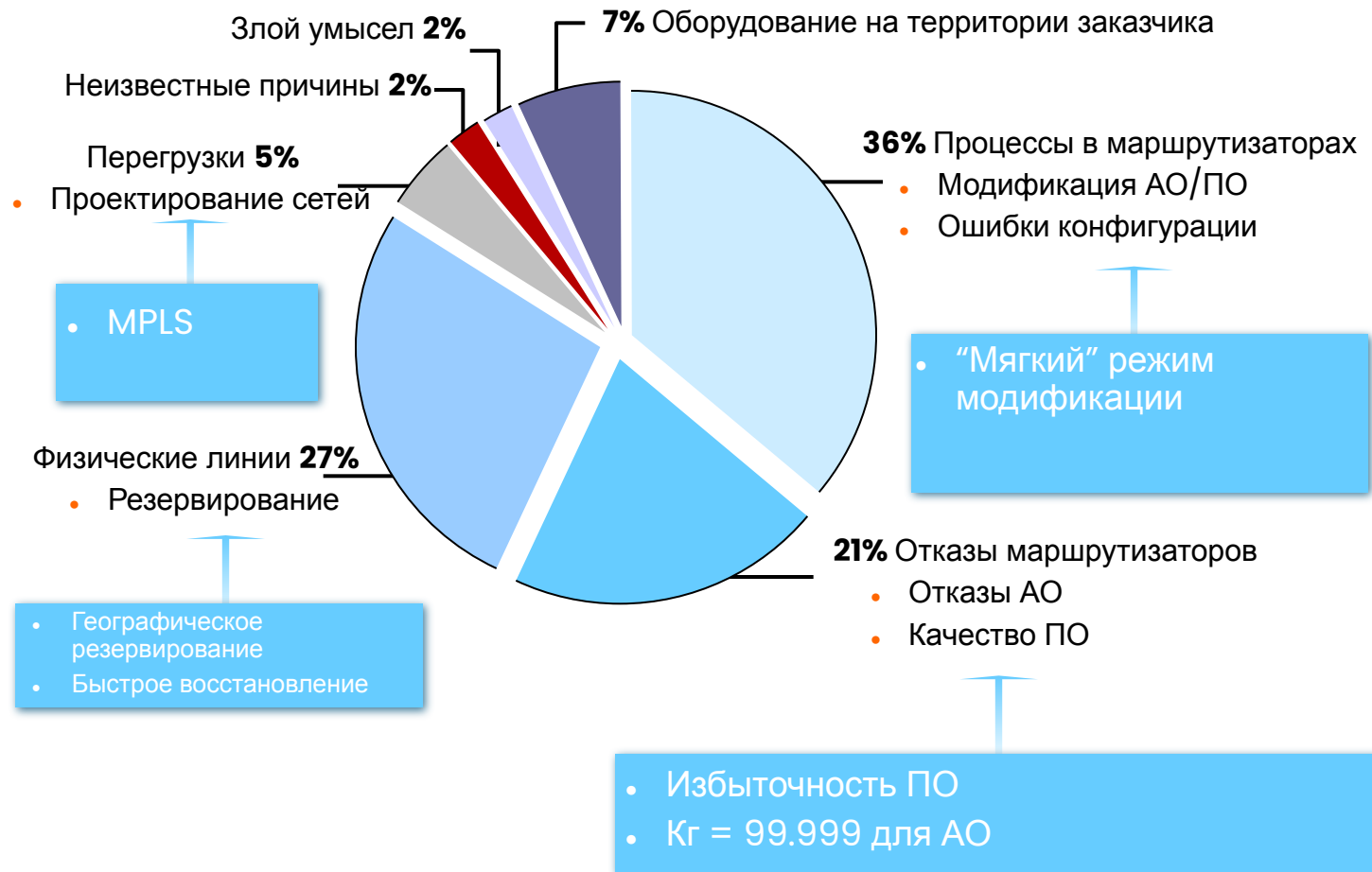
Коэффициент готовности		Время простоя
0,99	“две девятки”	3,7 дней в год
0,999	“три девятки”	9 часов в год
0,9999	“четыре девятки”	53 минуты в год
0,99999	“пять девяток”	5,5 минут в год
0,999999	“шесть девяток”	30 секунд в год

Причины системной ненадежности



Источник: Gartner Group

Причины отказов в IP-сетях



Источник: University of Michigan

Службы QoS

- **Best effort** – обработка информации как можно быстрее, но без дополнительных усилий (FIFO, drop tail)
- **Мягкий QoS** – сервис с предпочтениями. Приоритетное обслуживание, значения параметров QoS зависят от характеристик трафика.
- **Жесткий QoS** – гарантированный сервис. Основан на предварительном резервировании ресурсов для каждого потока.

Логические плоскости механизмов QoS

Контрольная плоскость

- Управление допустимостью соединения
- QoS-маршрутизация
- Резервирование ресурсов

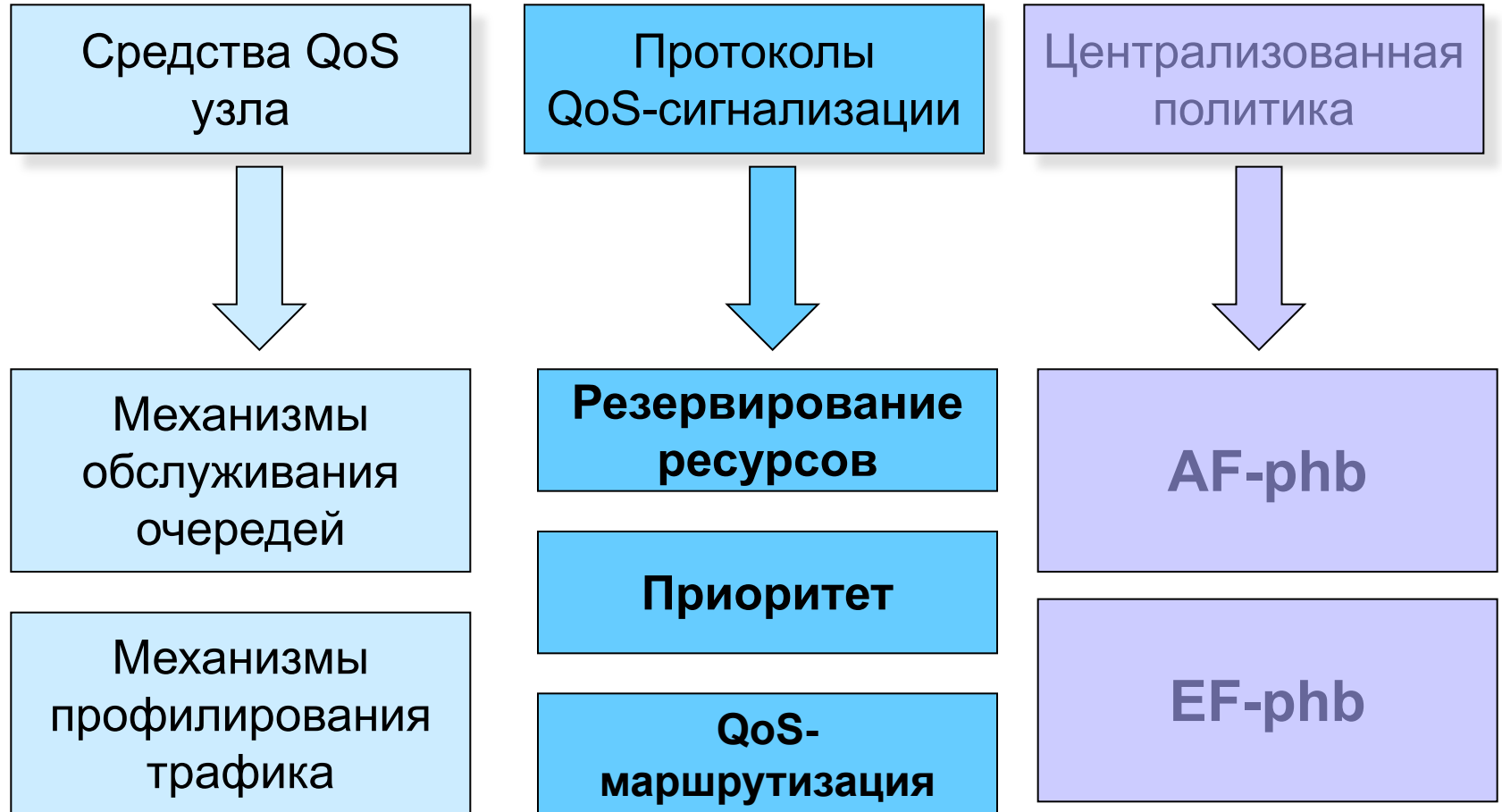
Плоскость данных

- Предотвращение перегрузок
- Управление буфером
- Классификация трафика
- Маркировка пакетов
- Управление характеристиками трафика
- Организация и планирование очередей

Плоскость менеджмента

- Измерения
- Восстановление трафика
- Соглашение об уровне обслуживания

Базовая архитектура службы QoS



Механизмы обслуживания очередей

- **FIFO** (First In First Out) – без использования дополнительных возможностей, используется в best effort
- **PQ** (Priority Queuing) – приоритетные очереди, вводится приоритет трафика (1-8)
- **CQ** (Custom Queuing) – настраиваемые очереди, используется при резервировании ресурсов
- **WFQ** (Weighting Fair Queuing) – взвешенное справедливое обслуживание, позволяет динамически управлять ресурсами

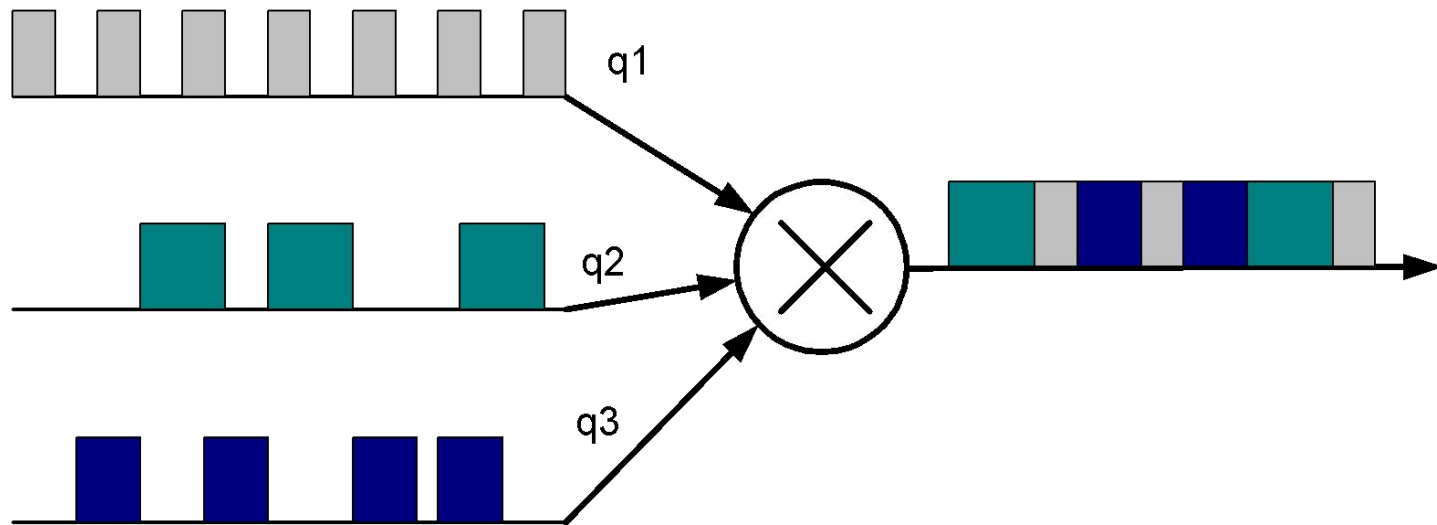
Организация очередей WFQ

Приоритет:

7-8 сигнализация, транзакции

5-6 трафик реального времени

1-4 эластичный трафик



Механизмы профилирования трафика

- **Drop tail** – отбрасывание хвоста: отбрасываются все пакеты, заставшие буфер полным. Используется в best effort.
- **RED** – случайное раннее обнаружение: при угрозе перегрузки пакеты из буфера отбрасываются с ненулевой вероятностью.
- **Дырявое ведро** – отбрасываются пакеты, не обслужившиеся за установленный период.
- **Корзина маркеров** (токенов) – дозирование трафика с целью уменьшения неравномерности продвижения пакетов

Управление потоками

- **Прерывание передачи:** при перегрузке передача пакетов источниками трафика прерывается на случайный интервал времени, затем возобновляется с той же интенсивностью.
- **Использование динамического окна:** размер окна (количество пакетов, посылаемых источником за период) изменяется в зависимости от загрузки буфера.
- **Медленный старт:** в случае перегрузки источники трафика прекращают передачу, затем посылают пакеты, постепенно увеличивая размер окна.

Модели обеспечения качества обслуживания в сетях IP

- **Модель предоставления интегрированных услуг (IntServ)**
RFC-2205, 1994-1997 г.
- **Модель предоставления дифференцированных услуг (DiffServ)**
RFC 2475, 1998 г.
- **MPLS (Multi-Protocol Label Switching)**

Интегрированные услуги IntServ

Разработана IETF, 1994-1997 г.

RFC 2205, RFC 2210, RFC 2211, RFC 2212

Цель: предоставление приложениям возможности запрашивать сквозные требования по ресурсам.

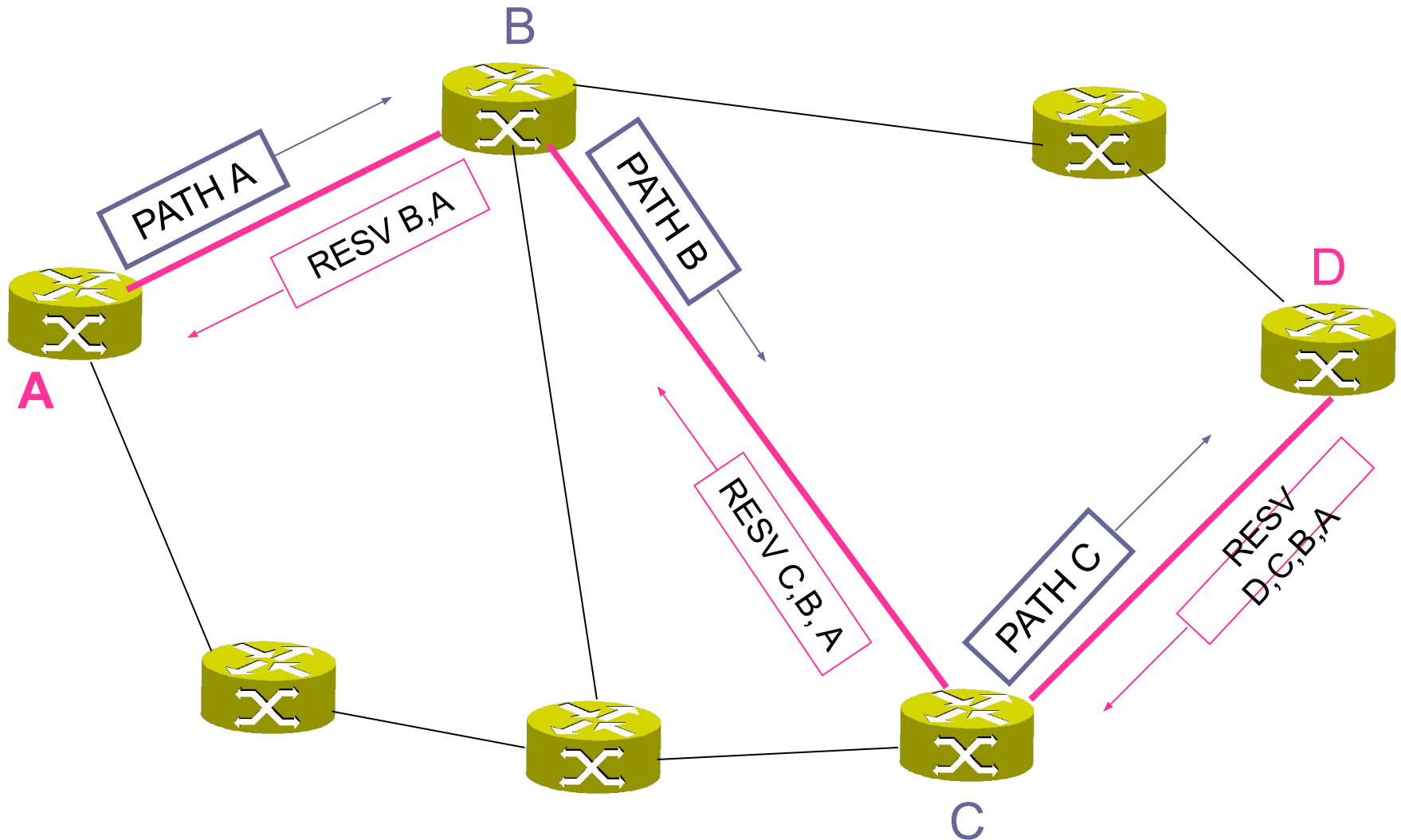
Недостатки: проблемы масштабирования.

Основной механизм: протокол резервирования ресурсов **RSVP**, в узлах используется WFQ.

RSVP – Resource Reservation Protocol

- Протокол резервирования ресурсов. Позволяет посылать в сеть информацию о требованиях QoS для каждого потока. Работает совместно с IP.
- Резервирование проводится по адресу получателя. В случае отказа маршрута резервирование происходит заново.
- Работает с двумя видами сообщений:
 - PATH: запрос на резервирование. Содержит:
 - скорость передачи данных;
 - максимально допустимый размер пульсации трафика.
 - RESV: запрос резервирования. Содержит:
 - скорость передачи данных;
 - максимально допустимый размер пульсации трафика.
 - QoS

Организация RSVP-пути



Процесс резервирования пути

- Узел-отправитель посылает запрос PATH как обычный пакет.
- Каждый маршрутизатор прописывает в своей памяти адрес предыдущего и посылает свой адрес в PATH-запросе.
- Получатель в ответ на PATH генерирует RESV и отправляет по прописанному в PATH пути. Т.о. резервирование происходит в обратном порядке, от получателя к отправителю.
- Маршрутизаторы обрабатывают RESV-запросы, пытаясь предоставить требуемые ресурсы. В случае невозможности предоставления ресурсов резервирование начинается сначала.
- Путь считается установленным, когда отправитель получает RESV. После этого начинается сеанс.

Дифференцированные услуги DiffServ

Разработана IETF, 1998 г.

RFC 1349, RFC 2475, RFC 2597, RFC 2598

Цель: поддержка легко масштабируемых дифференцируемых услуг в Internet

Недостатки: отсутствие гарантированного QoS

Основной механизм: маркировка трафика с использованием бита ToS (Type of Service).
Поддерживает политики поведения сетевого узла: AF-phb и EF-phb (Per-Hop Behavior)

Политики поведения сетевого узла - phb

- **AF-phb** (Assured Forwarding): политика гарантированной доставки – средство, позволяющее обеспечить несколько различных уровней надежности доставки IP-пакетов.

Механизмы: эффективное управление полосой пропускания за счет организации собственной очереди для каждого типа трафика; 3 уровня приоритетов пакетов; RED.

- **EF-phb** (Expedited Forwarding): политика немедленной доставки – обеспечение сквозного QoS для приложений реального времени.

Механизмы: приоритезация трафика; WFQ; распределение ресурсов; RED.

MPLS

(Multi-Protocol Label Switching)

Разрабатывается IETF

RFC 2702, RFC 2283, RFC 2547

Цель: отделение процесса маршрутизации пакета от необходимости анализа IP-адресов в его заголовке, что существенно уменьшает время пребывания пакетов в маршрутизаторе и обеспечивает требуемые показатели QoS для трафика реального времени.

Недостатки: ориентирован на топологию

Основной механизм: коммутация по меткам, туннелирование