Лекция 3-4

МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ QoS

Модели обеспечения качества обслуживания в сетях IP

- Модель предоставления интегрированных услуг (IntServ) RFC-2205, 1994-1997 г.
- Модель предоставления дифференцированных услуг (DiffServ) RFC 2475, 1999 г.
- MPLS (Multi-Protocol Label Switching)

Интегрированные услуги IntServ

Integrated Services Working Group - 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.

Модель IntServ, классы

1. Контролируемая загрузка сети
2. Гарантированное обслуживание

Классу гарантированного обслуживания предоставляется определенная полоса пропускания, а также гарантируются задержка в определенных пределах и отсутствие потерь при переполнении очередей.

Класс контролируемой загрузки сети идентичен традиционному подходу «best effort», но уровень QoS для уже обслуживаемого потока данных остается неизменным при увеличении нагрузки в сети.

Модель IntServ, компоненты

1. Система управления политикой;
2. Система управления доступом;
3. Классификатор пакетов;
4. Планировщик пакетов.

Параметры потока:

1. Flow Specification нужна для определения необходимого уровня качества обслуживания потока.
2. Filter Specification, определяющая тип трафика, для обслу-живания которого запрашивается ресурс.

Протокол резервирования ресурсов – RSVP (1)

- RSVP выполняет резервирование для уникастных и мультикастных приложений, динамически адаптируясь к изменениям членства в группе вдоль маршрута.
- RSVP является симплексным протоколом, т.е., он выполняет резервирование для однонаправленного потока данных.
- RSVP ориентирован на получателя, т.е., получатель данных инициирует и поддерживает резервирование ресурсов для потока.
- RSVP поддерживает динамическое членство в группе и автоматически адаптируется к изменениям маршрутов.

Протокол резервирования ресурсов – RSVP (2)

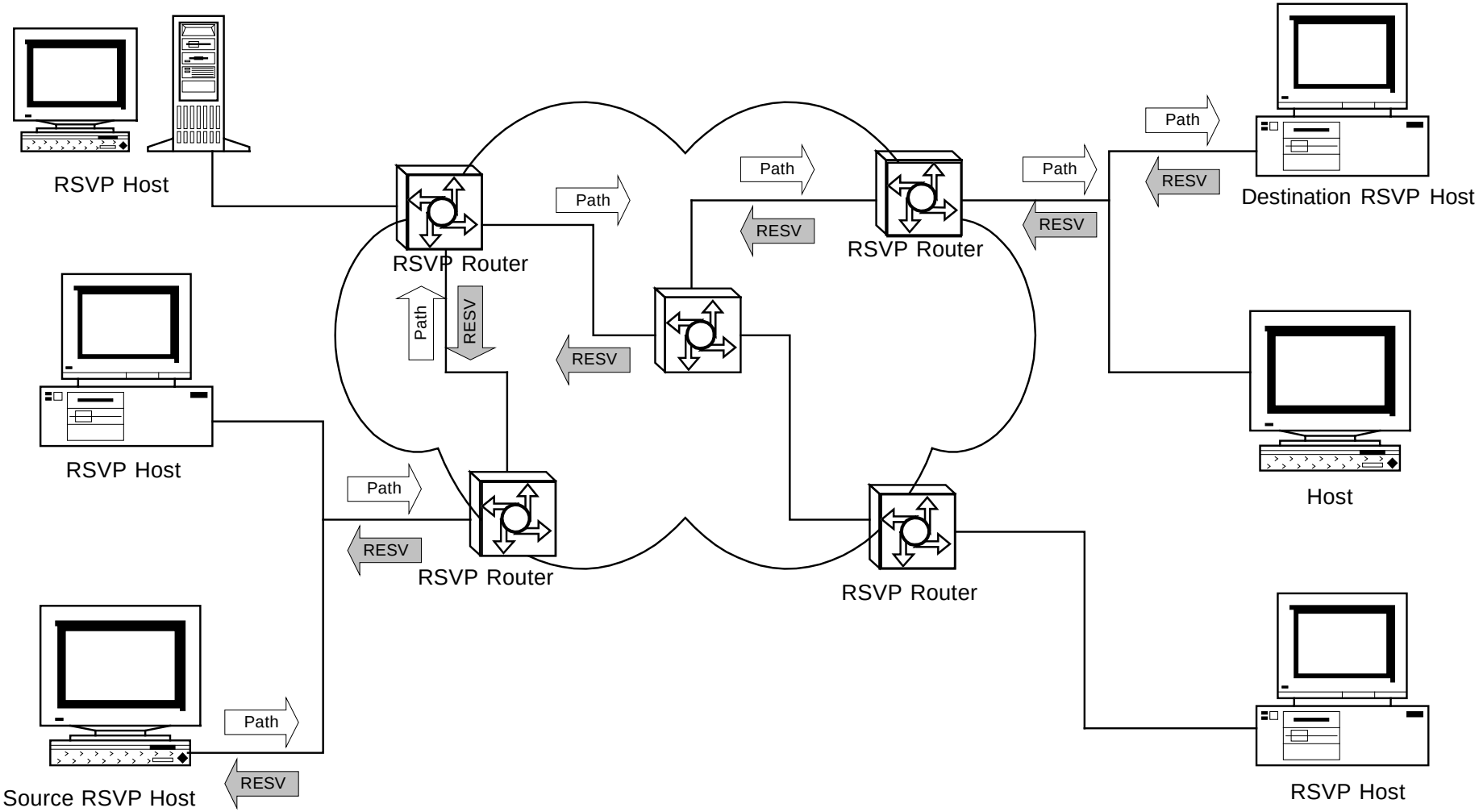
- RSVP не является маршрутным протоколом, но зависит от существующих и будущих маршрутных протоколов.
- RSVP транспортирует и поддерживает параметры управления трафиком и политикой, которые остаются непрозрачными для RSVP.
- RSVP обеспечивает несколько моделей резервирования или стилей, для того чтобы удовлетворить требованиям различных приложений.
- RSVP обеспечивает прозрачность операций для маршрутизаторов, которые его не поддерживают.
- RSVP может работать с IPv4 и IPv6.

Сообщения RSVP

- Path
  - Адреса (IP)
  - Порты
  - Sender Template
  - Tspec
- Resv
  - Tspec + Rspec = Flowspec
  - Filterspec

} Дескриптор потока

Процесс резервирования



Стили резервирования

- Стиль FF (Fixed-Filter)

  Стиль FF использует опции: "четкое" (distinct) резервирование и "явный" (explicit) выбор отправителя.

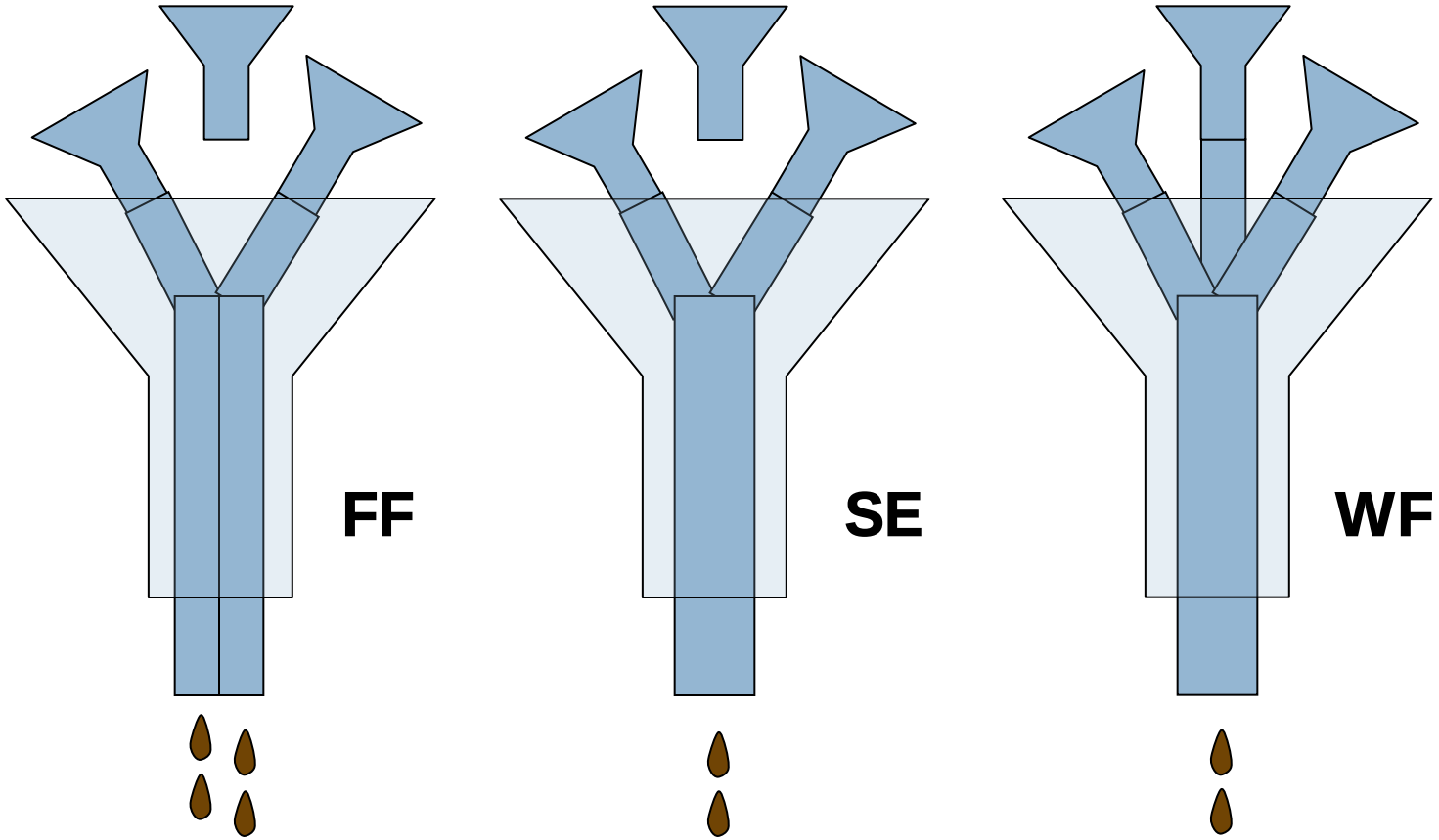
- Стиль SE (Shared Explicit)

  Стиль SE использует опции: "разделенное” (shared) резервирование и "явный" (explicit) выбор отправителя.

- Стиль WF (Wildcard-Filter)

  Стиль WF использует опции: "разделенного" резервирования и произвольного выбора отправителя ("wildcard").

Стили резервирования



Дифференцированные услуги DiffServ

Differentiated Services Working Group - DiffServ

Разработана IETF, 1999 г.

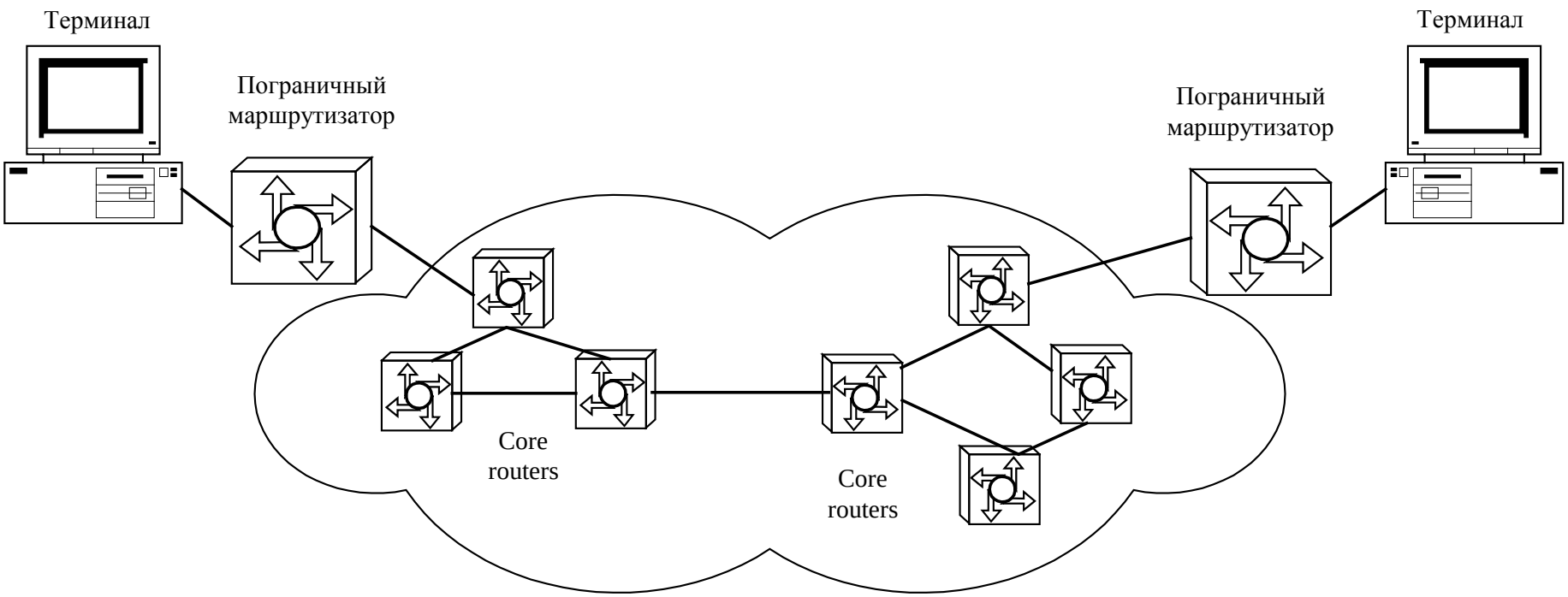
RFC 1349, RFC 2475, RFC 2597, RFC 2598

Цель: дифференцируемое предоставление услуг для набора классов трафика, различающихся требованиями к показателям QoS

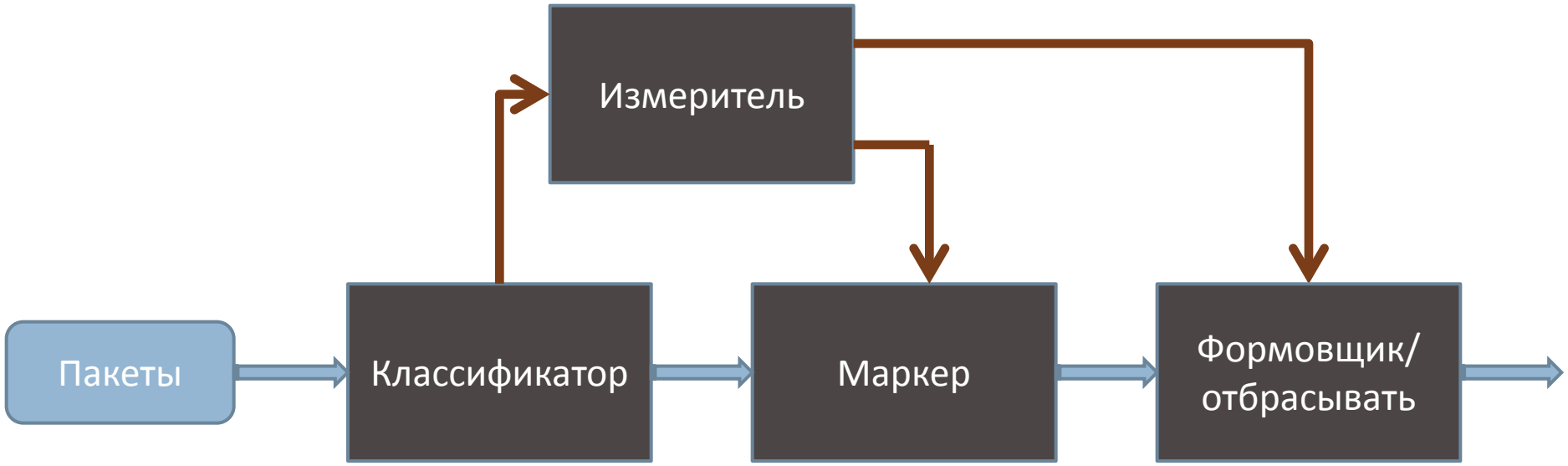
Недостатки: отсутствие гарантированного QoS

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

Сеть DiffServ



Логическое представление классификатора пакетов и кондиционера трафика



Conditioning

- **Измерители** трафика сравнивают временные параметры потока пакетов, выбранных классификатором, с профилем трафика. Измеритель передает информацию о состоянии другим функциям кондиционирования для включения соответствующих операций по отношению к пакетам, которые соответствуют и не соответствуют профилю.
- **Маркировщики** пакетов устанавливают значения поля DS в заголовках пакетов, добавляя маркированные пакеты к соответствующему aggregate behavior DS. Маркировщик можно настроить на маркирование всех пакетов одним значением кода или маркировку каждого пакета с использованием одного из множества кодов, служащих для выбора PHB в группе PHB в зависимости от результата измерения.
- **Формовщики** задерживают некоторые или все пакеты в потоке трафика для приведения этого потока в соответствие с профилем трафика. Формовщик обычно использует буфер конечного размера и пакеты могут отбрасываться после исчерпания буферной емкости.
- **Отбрасыватели** сбрасывают все или часть пакетов в потоке трафика для приведения потока в соответствие с профилем трафика. Этот процесс называют применением политики к потоку.

Байт DS

Биты	0	1	2	3	4	5	6	7

RFC 1349

Байт ToS	IP-приоритет	Тип обслуживания	CU

RFC 2474

Байт DS	Код дифференцируемо услуги (DSCP)	CU	CU

Коды DSCP

- **Стандартный код DSCP.** Определен как 000 000.
- **Селектор класса.** Эти коды DSCP обладают обратной совместимостью с кодами IP-приоритета.

Селектор класса	DSCP
Приоритет 1	001 000
Приоритет 2	010 000
Приоритет 3	011 000
Приоритет 4	100 000
Приоритет 5	101 000
Приоритет 6	110 000
Приоритет 7	111 000

Политики поведения сетевого узла - phb

- **AF-phb** (Assured Forwarding): политика гарантированной доставки – средство, позволяющее обеспечить несколько различных уровней надежности доставки IP-пакетов. RFC 2597. Механизмы: эффективное управление полосой пропускания за счет организации собственной очереди для каждого типа трафика (4); 3 уровня приоритетов пакетов; RED.
- **EF-phb** (Expedited Forwarding): политика немедленной доставки – обеспечение сквозного QoS для приложений реального времени. RFC 2598. Рекомендуемое значение – 101 110.

  Механизмы: приоритезация трафика; WFQ; взвешенный алгоритм кругового обслуживания для распределения ресурсов; RED.

PHB-политика гарантированной передачи

Приоритет отбрасывания пакета	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Низкий	001 010	010 010	011 010	100 010
Средний	001 100	010 100	011 100	100 100
Высокий	001 110	010 110	011 110	100 110

Факторы, влияющие на PHB-политику

- Интенсивность входного потока или нагрузки для заданного класса трафика.
- Распределение ресурсов для заданного класса трафика.
- Уровень потери трафика.

MPLS

Multi-Protocol Label Switching – MPLS

Разработана IETF, 1999

RFC 2702, RFC 2283, RFC 2547

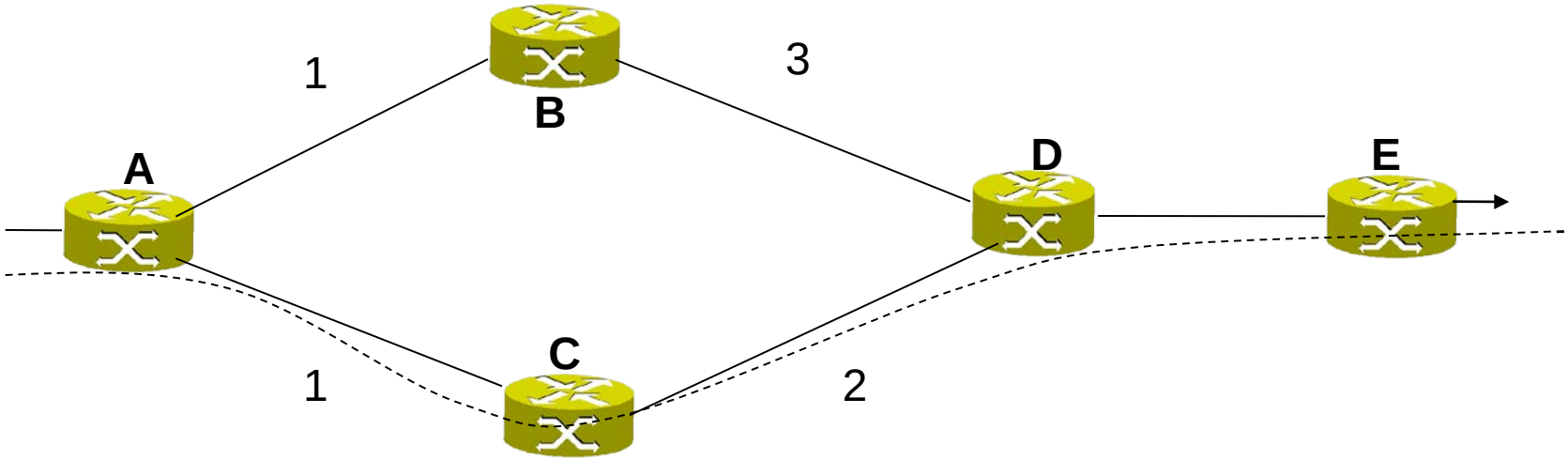
Цель: отделение процесса маршрутизации пакета от необходимости анализа IP-адресов в его заголовке, что существенно уменьшает время пребывания пакетов в маршрутизаторе и обеспечивает требуемые показатели QoS для трафика реального времени.

Недостатки: ориентирован на топологию

Основной механизм: коммутация по меткам, туннелирование

Появление MPLS обусловлено:

- недостатками IP-маршрутизации: отсутствие балансировки нагрузки (кроме специальных настроек OSPF);
- необходимостью увеличения производительности маршрутизаторов;
- необходимостью совместимости IP и ATM сетей.



Пример: Используется путь A-C-D-E, путь A-B-D оказывается не загружен

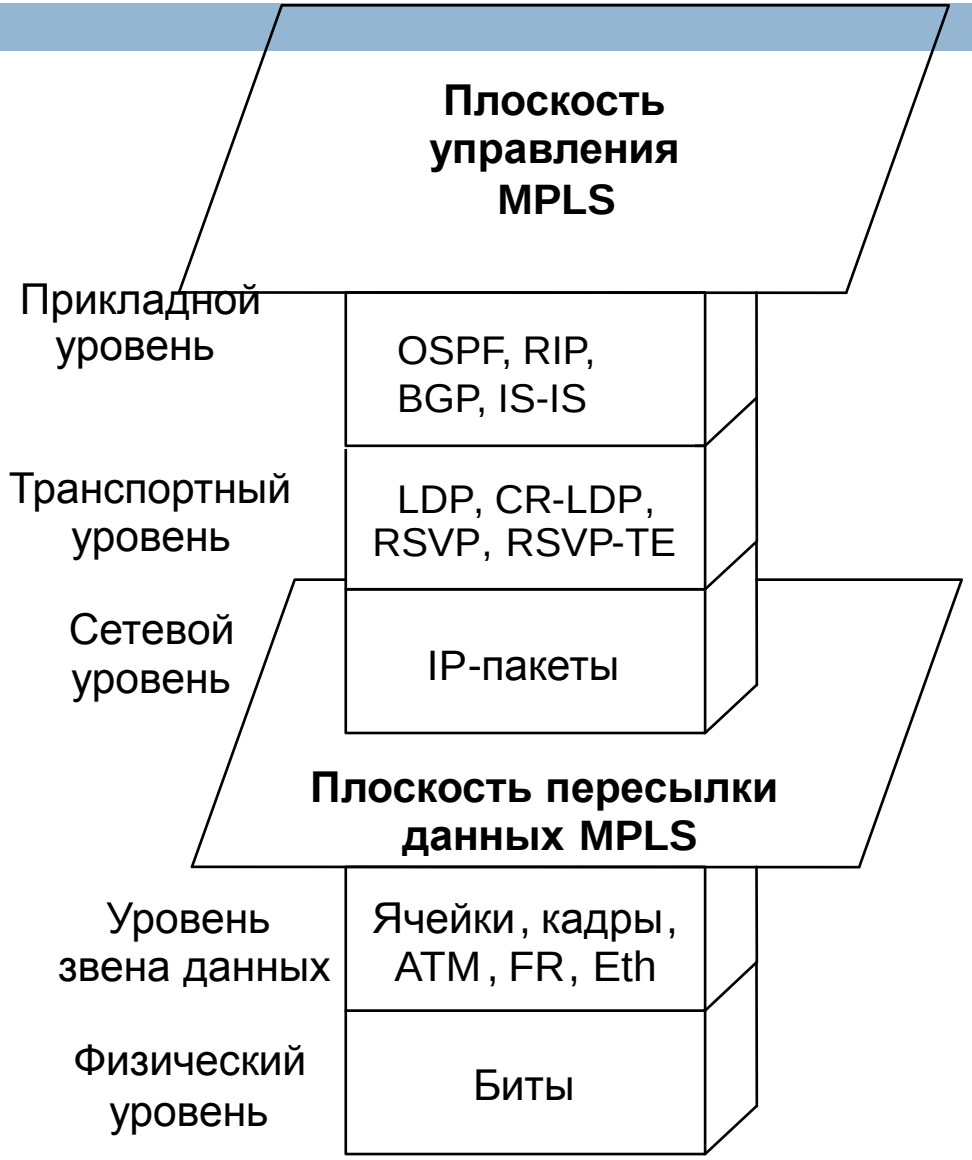
Недостатки IP-маршрутизации

- Поддержка миллиардов хостов;
- Уменьшение размера таблиц маршрутизации;
- Упрощение протокола для ускорения работы маршрутизаторов;
- Более надежное обеспечение безопасности;
- Необходимость использования поля «Тип сервиса»;
- Упрощение работы многоадресных рассылок с помощью указания областей рассылок;
- Возможность дальнейшего развития протокола в будущем.

История создания

- Toshiba – маршрутизатор коммутации ячеек (Cell Switching Router) 1994 г.
- Ipsilon – технология IP Switching 1996 г.
- Cisco - коммутация по тегам (Tag Switching) – 1996 г. – стандартизация через IETF
- IBM – ARIS (Aggregate Route-based IP Switching)
- Cascade-Ascend-Lucent Technologies - IP Navigator
- Апрель 1997 г. Мемфис, Теннесси – первое заседание рабочей группы MPLS WG

Плоскости MPLS



Основные понятия

Комитет IETF определил три основные элемента технологии MPLS:

- Метка
- FEC – класс эквивалентной пересылки (Forwarding Equivalence Class)
- LSP – коммутируемый по меткам тракт (Label Switching Path)

Сравнение моделей

Параметр	IntServ	DiffServ	MPLS
Метод обеспечения QoS	Резервирование	Приоритизация	Перемаршрутизация
Число обслуживаемых классов QoS	3	3	0
Перечень задаваемых показателей качества	Полоса пропускания	Скорость передачи трафика	-
	Максимальная сетевая задержка	Сетевая задержка	
	Джиттер	Коэффициент потери пакетов	
Необходимость использования дополнительных протоколов	RSVP	Нет	LDP, CR-LDP, RSVP
Требования к производительности маршрутизаторов	Высокие	Низкие	Средние
Эффективность масштабирования сети	Невысокая	Высокая	Высокая
Совместимость оборудования разных производителей	Средняя	Высокая	Средняя
Гарантированность обеспечения качества	Высокая	Средняя	Высокая с использованием RSVP