

**Ускоренная
маршрутизация.
Интеграция
маршрутизации и
коммутации**

Маршрутизация и коммутация

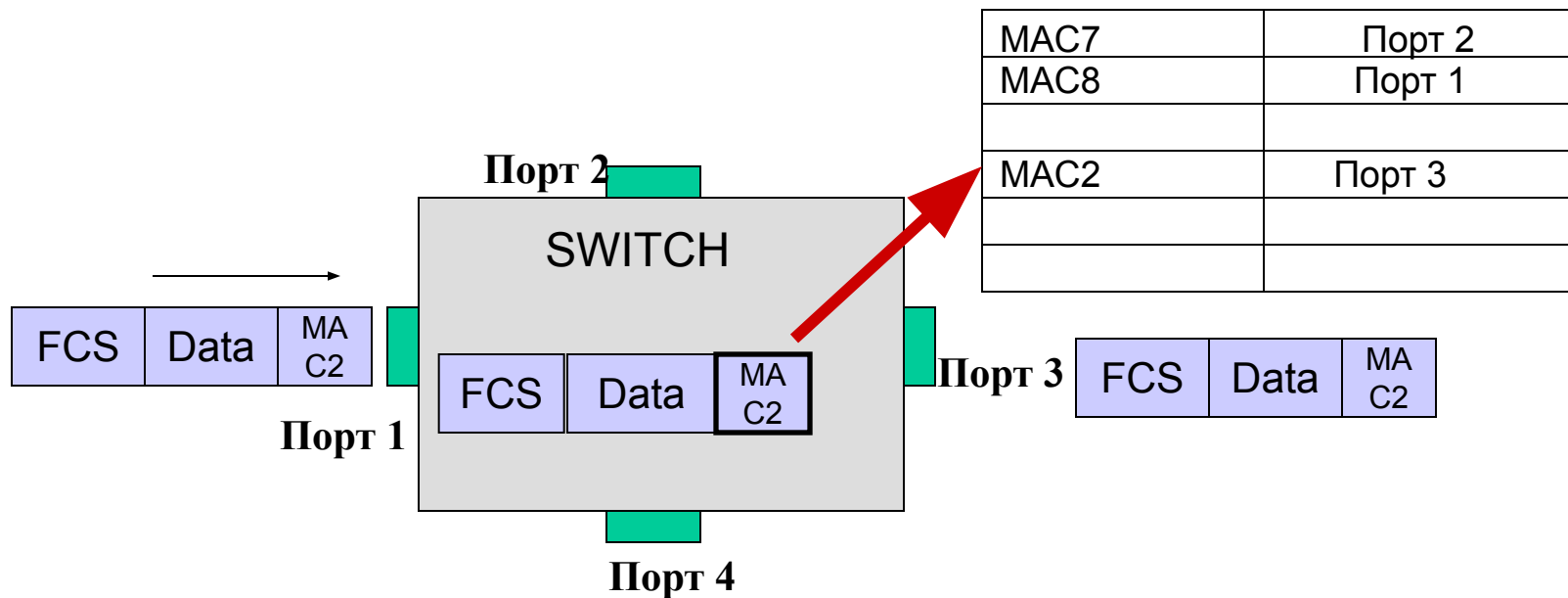
- Коммутация в локальных сетях - VLAN
- Коммутация в глобальных сетях (ATM, frame relay).
- Логические подсети VLAN/ELAN
- Комбинирование маршрутизации и коммутации – общая схема
- Протокол NHRP – ускорение за счет уменьшения транзитных хопов в сетях NBMA
- Технология IP Switching компании Ipsilon
- MPLS - технология коммутации меток

Маршрутизация и коммутация

Коммутация - экономичное продвижение пакетов на основании локального адреса (MAC-адрес, номер виртуального канала)

1. Обеспечивается продвижение пакета между «соседями»:
 - одной локальной сети (не разделенной маршрутизаторами)
 - по каналу «точка-точка» глобальной сети
2. Таблицы коммутации небольшого размера – учитываются только адреса активно взаимодействующих «соседей»
3. Пакет при продвижении не модифицируется – экономия действий, стоимость скорости

Коммутация в локальных сетях

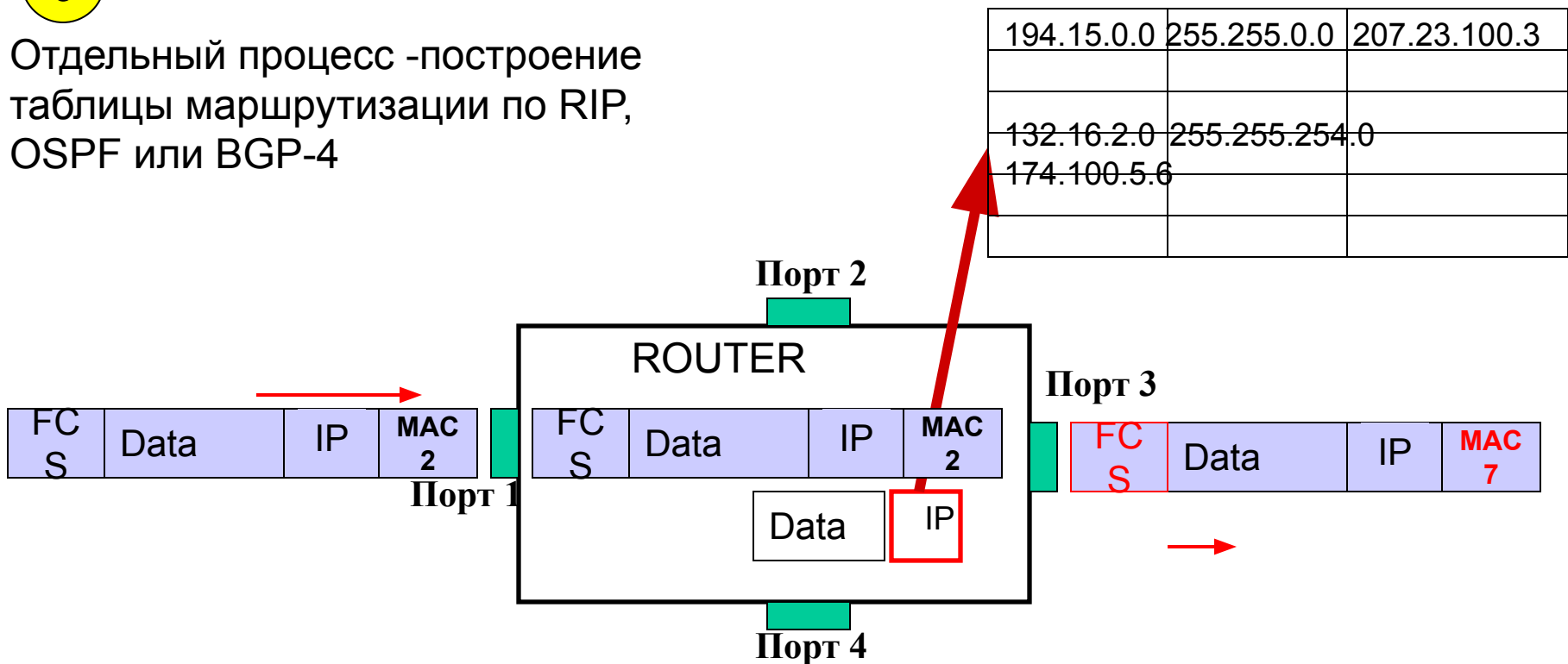


- 1 Прием в буфер, проверка контрольной суммы
- 2 Поиск MAC-адреса в таблице продвижения
- 3 Передача в выходной порт

Маршрутизация

6

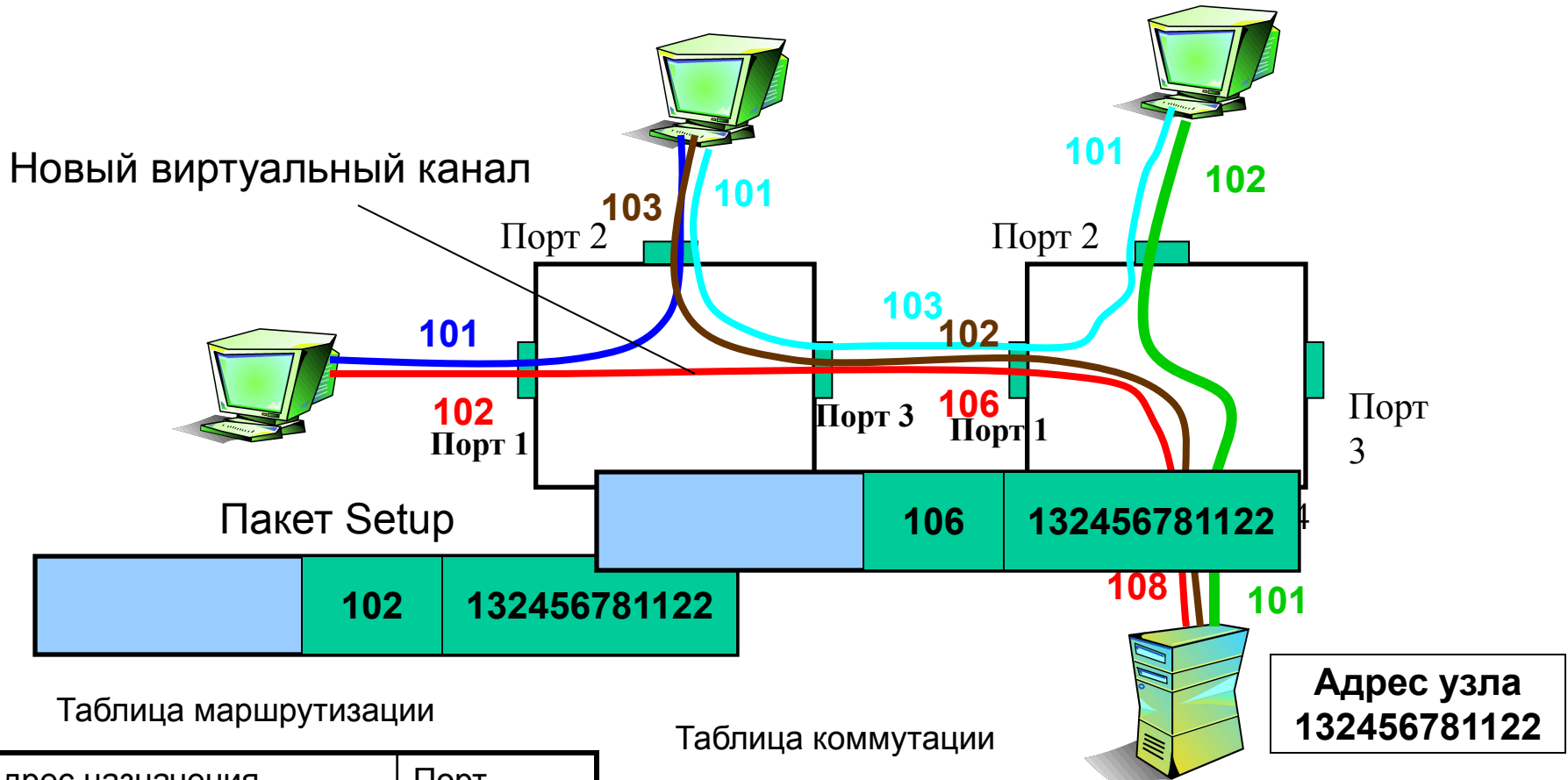
Отдельный процесс - построение таблицы маршрутизации по RIP, OSPF или BGP-4



- 1 Прием в буфер, проверка контрольной суммы канального уровня
- 2 Извлечение IP-пакета из кадра
- 3 Проверка контрольной суммы заголовка IP-пакета

- 4 Поиск в таблице маршрутизации
- 5 Подсчет КС кадра, формирование кадра и передача на выходной порт

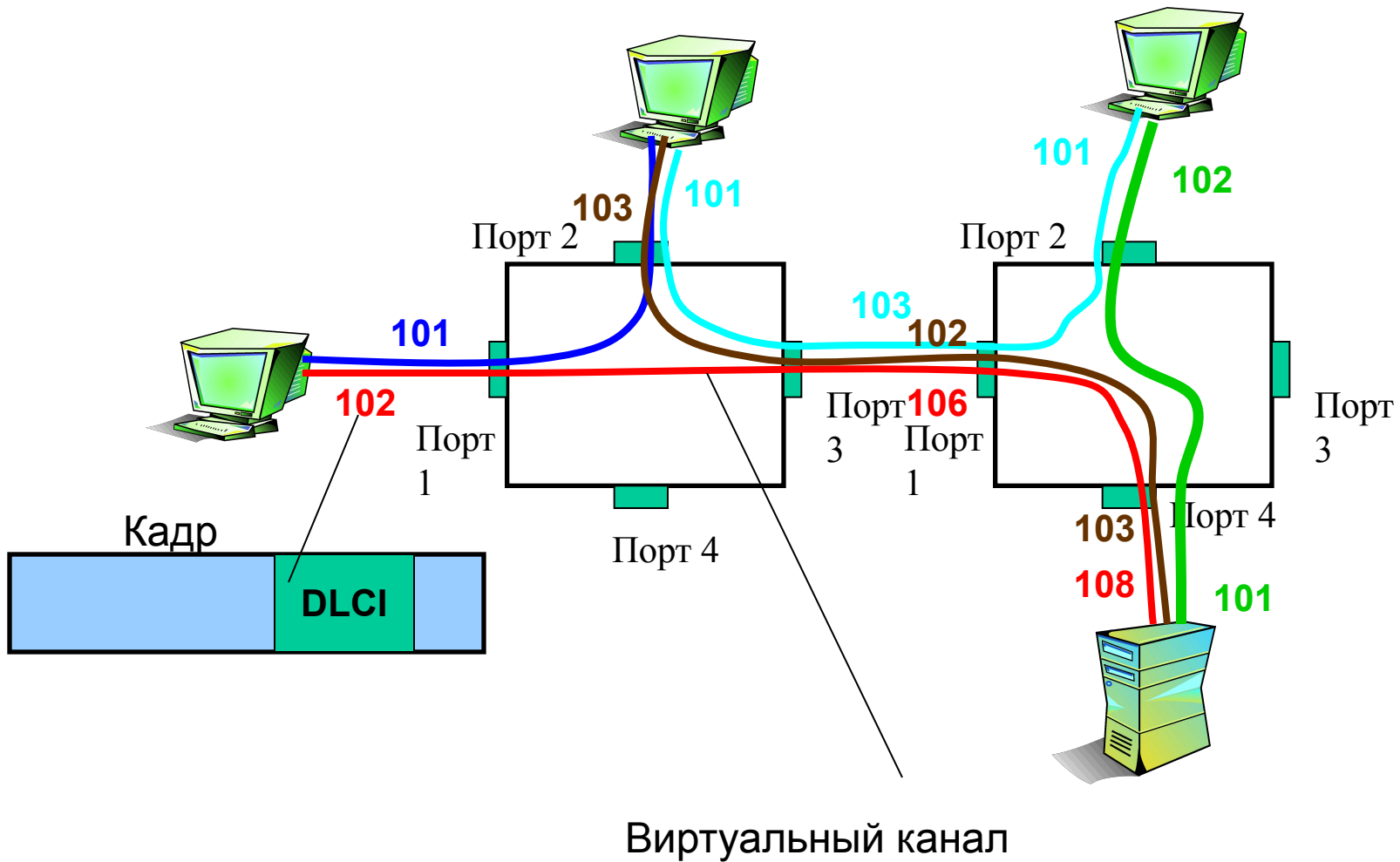
Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов



Адрес назначения	Порт
1324567	3
23453	2

Входная метка	Входной порт	Выходная метка	Выходной порт
102	1	106	3
106	3	102	1

Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов



Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов

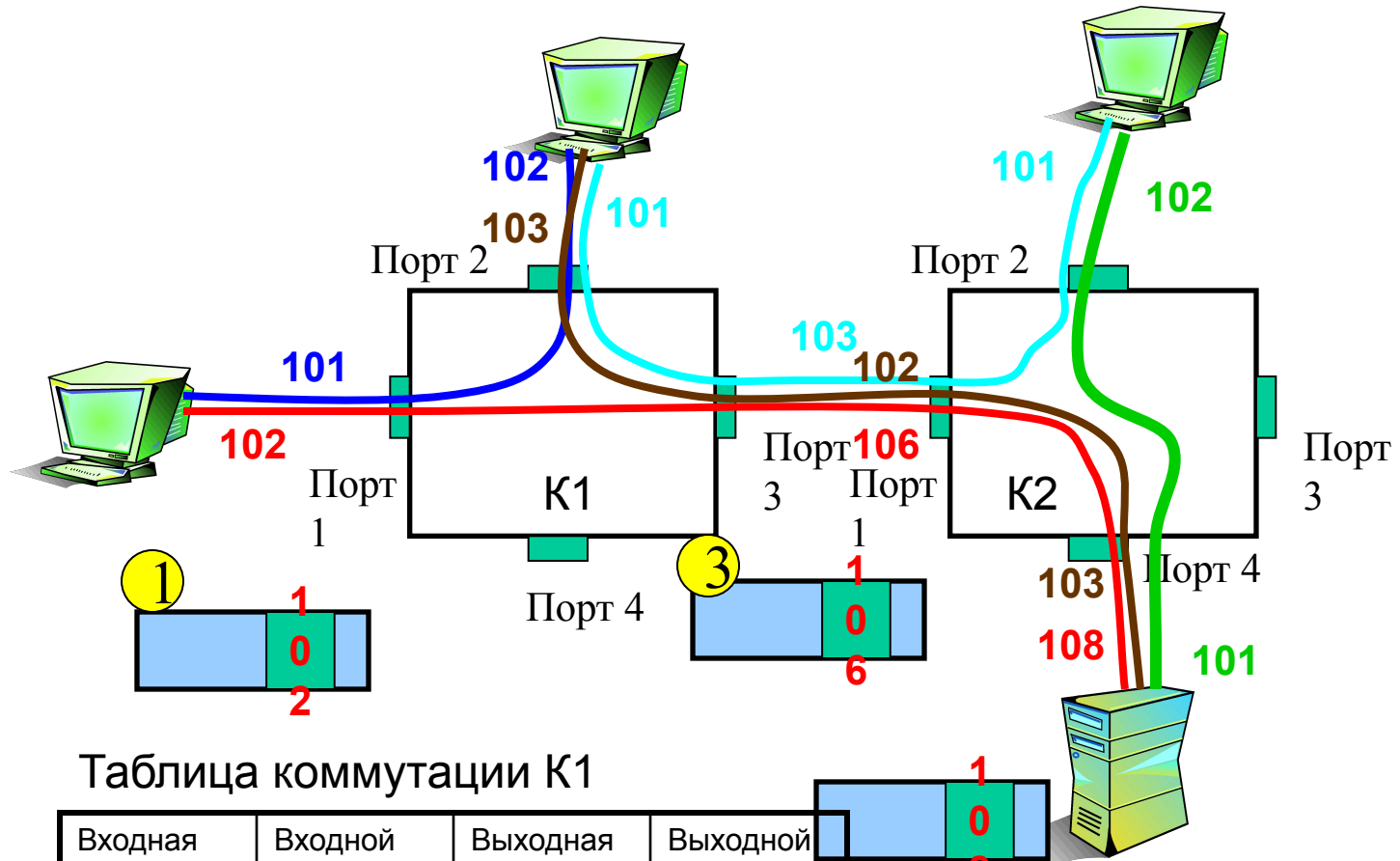
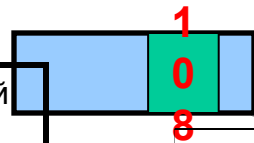


Таблица коммутации K1

2 →

Входная метка	Входной порт	Выходная метка	Выходной порт
102	1	106	3
106	3	102	1



Port-in	DLCI-in	Port-out	DLCI-out
...

Сравнение коммутаторов и маршрутизаторов

Коммутаторы

+ Работают на канальном уровне, прозрачны для протоколов верхнего уровня

+ Быстрые устройства - обрабатывают кадры со скоростями, близкими к предельным (wire speed)

Не могут фильтровать трафик для защиты от несанкционированного доступа или ошибок (широковещательный шторм)

Не могут объединять сети с разными технологиями

Маршрутизаторы

- + Способны объединять сети с разными технологиями (составные сети)
- + Защищают и изолируют сети от проблем в одной из сетей (широковещательный шторм, нежелательный доступ)
- + Осуществляют баланс и приоритезацию трафика
- Обработывают пакеты медленней, чем мосты (количество этапов при обработке больше в 2- 3 раза)

Примерная стоимость сетевых устройств

Сетевые адаптеры

1. Gigabit Ethernet TP - \$200
2. Gigabit Ethernet FO - \$450
3. 10/100 TP – \$20-30

Концентраторы

1. Рабочие группы – 10 Мбит/с, standalone, \$8-10 за порт
2. Рабочие группы – 100 Мбит/с, standalone, \$15-20 за порт
3. Стековые – 10 Мбит/с,

Коммутаторы 2 уровня

1. 10 Мбит/с Standalone – \$20-30
2. 10/100 TP Standalone – \$30 – 50
3. Стековые 10/100 - \$50 -100

Коммутаторы 3 уровня

- Порты 10/100 TP с поддержкой QoS – \$250 – 300
- Порты GE TP - \$1000
- Порты GE SX - \$2000

Пути преодоления недостатков маршрутизаторов и коммутаторов

1. Отказ от маршрутизации

- «плоские» сети плохо масштабируются: любой ошибочный трафик может парализовать сеть
- популярность IP не допускает такого решения

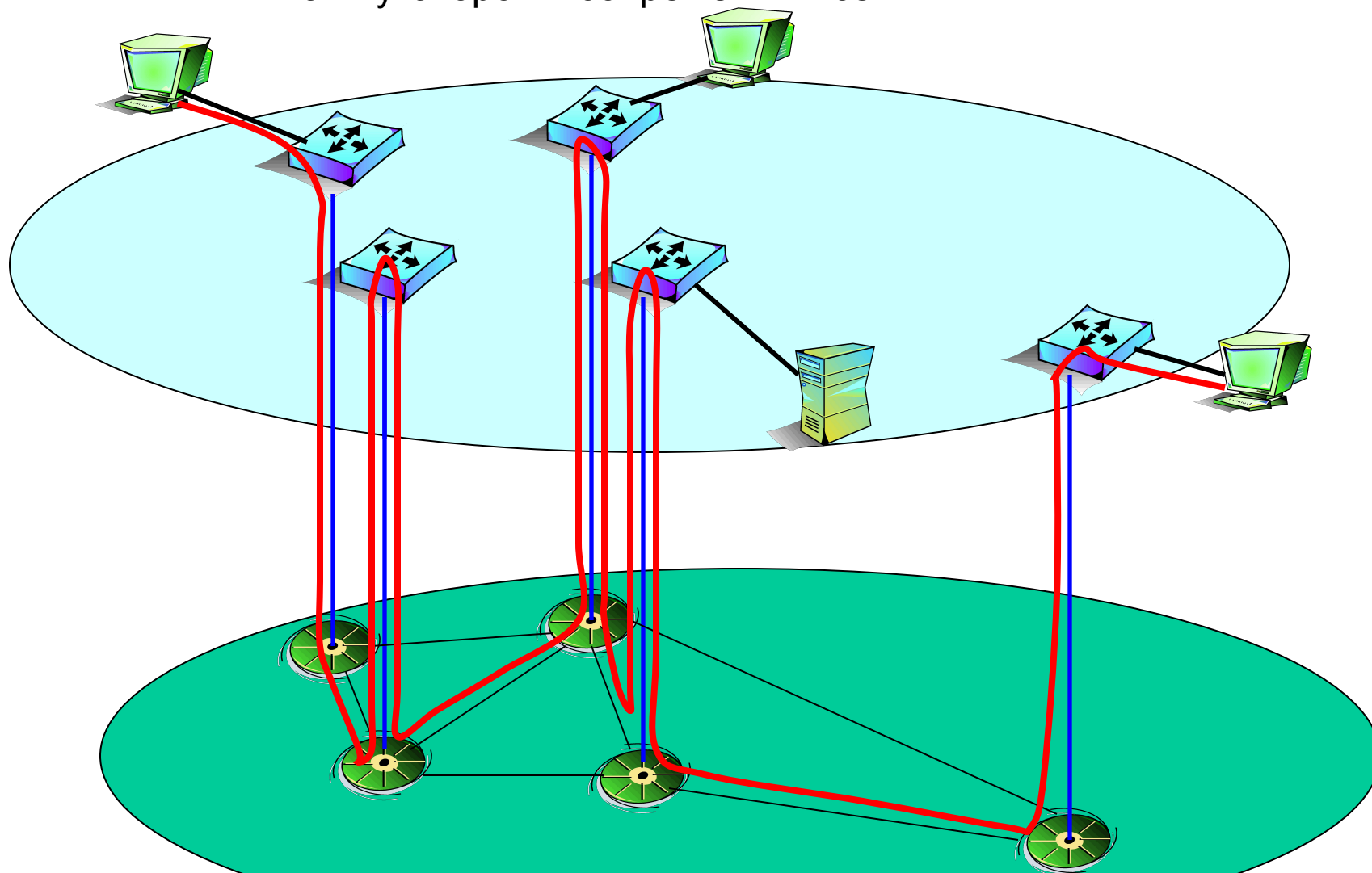
2. Ускорение работы маршрутизаторов за счет тесной интеграции с коммутаторами

- уменьшение числа промежуточных операций маршрутизаторов
NHPP, MPOA
- совмещение функций маршрутизации и коммутации в одном устройстве - MPLS

3. Ускорение выполнения операций маршрутизации

- отделение функций продвижения от составления таблиц маршрутизации (управление)
- использование ASIC для быстрого продвижения (forwarding & filtering вsilиконе – рутинные операции, топология и построение таблиц – в универсальном CPU)

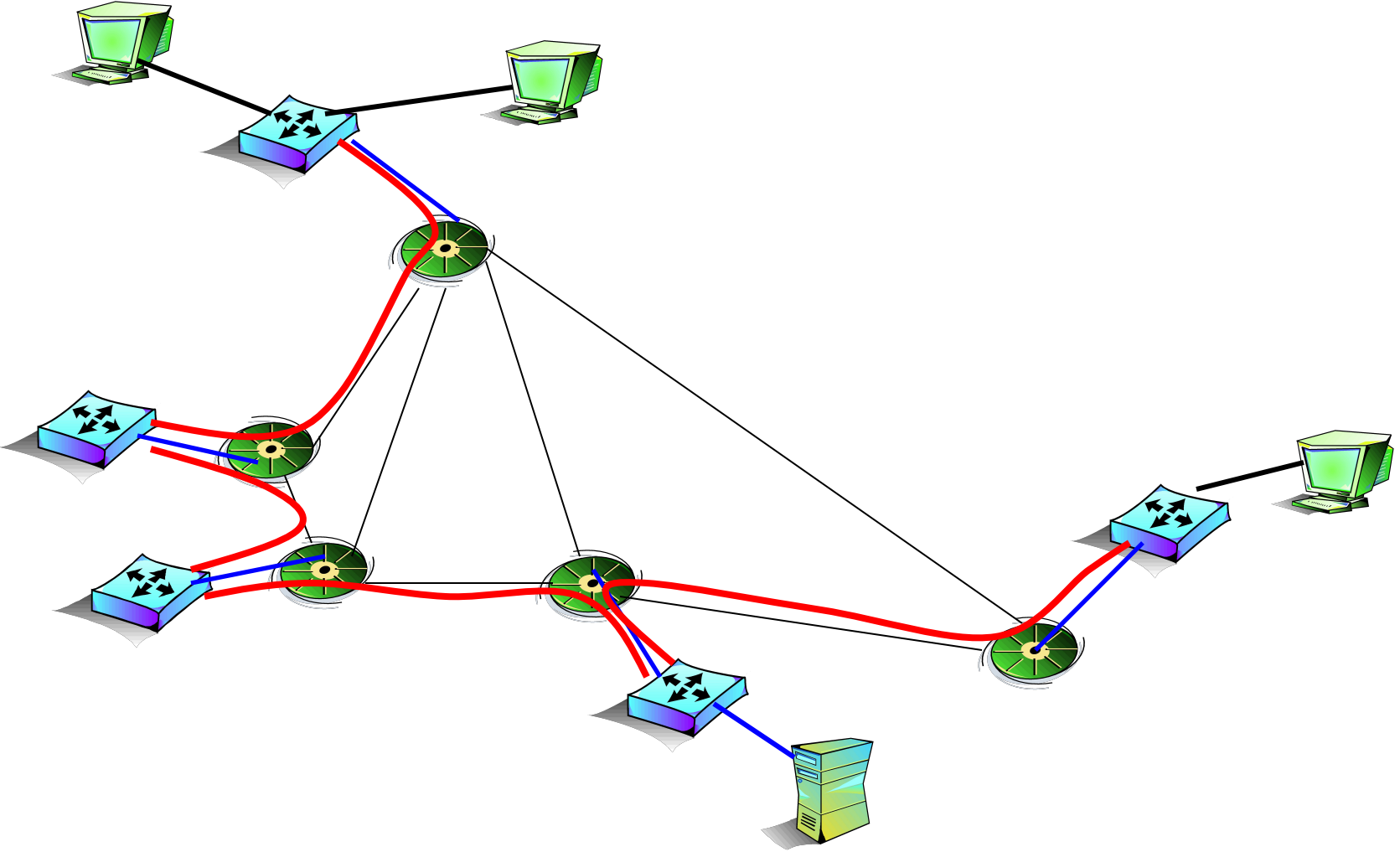
Взаимодействие слоев маршрутизаторов и коммутаторов в современных сетях



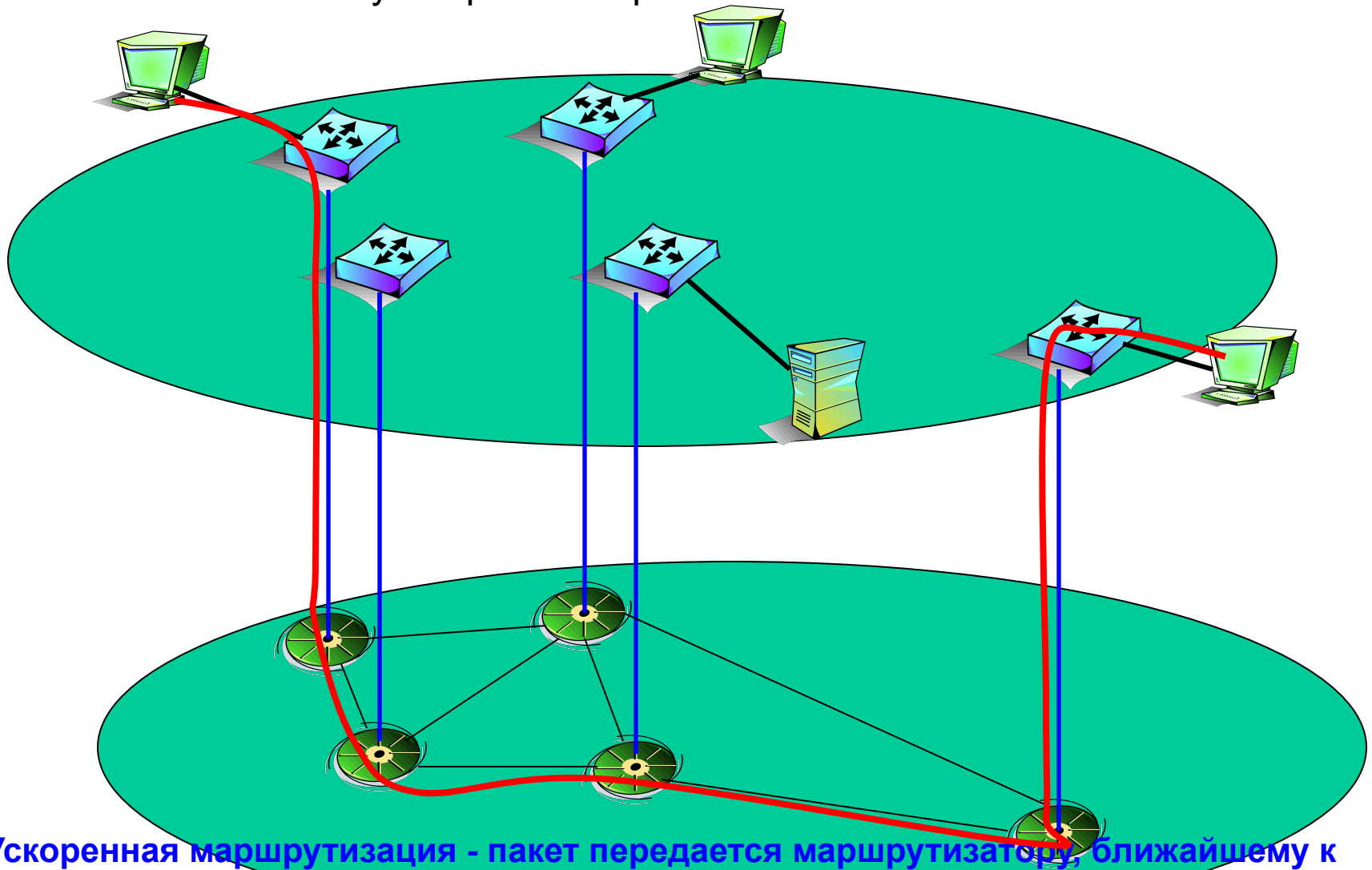
Традиционный способ - сеть коммутаторов используется для связи с территориально соседним маршрутизатором

Результат - большое число хопов - медленное продвижение пакета

Взаимодействие слоев маршрутизаторов и коммутаторов в современных сетях – обычное одноуровневое представление



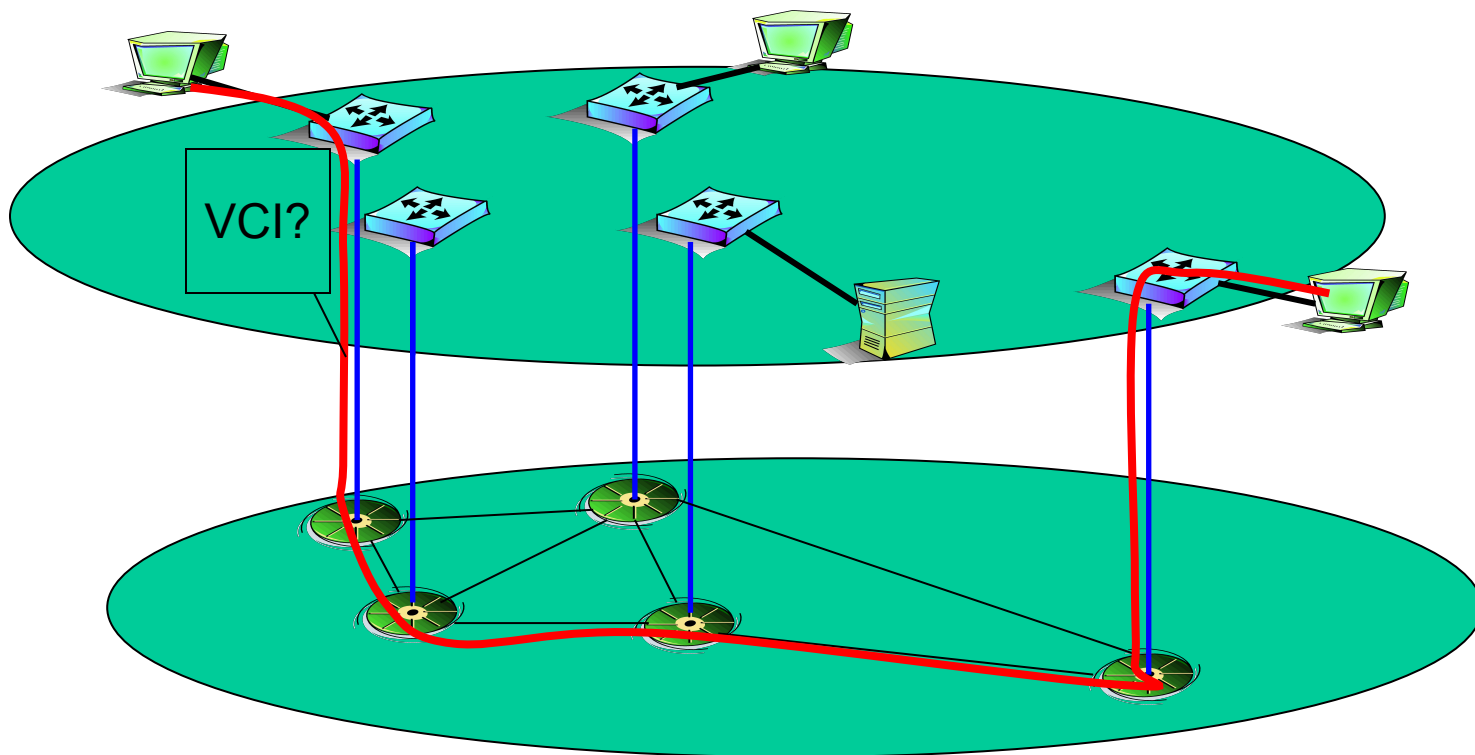
Взаимодействие слоев маршрутизаторов и коммутаторов в современных сетях



Ускоренная маршрутизация - пакет передается маршрутизатору, ближайшему к адресу назначения – один хоп между маршрутизаторами

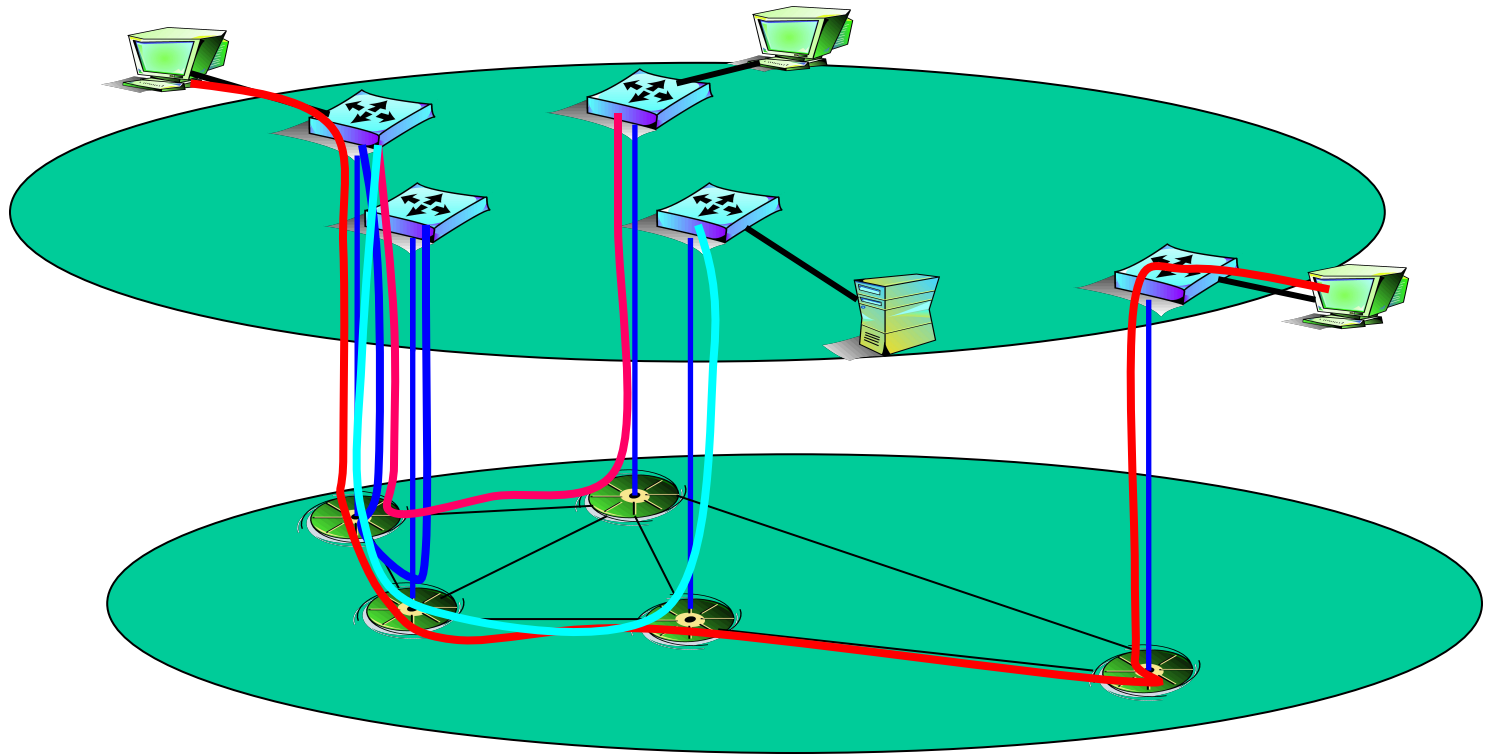
Происходит «прокол» сети коммутаторов до ближайшего к узлу назначения маршрутизатора

Основная проблема - как определить канальный адрес ближайшего к адресу назначения маршрутизатора ?



Сети с виртуальными каналами

1 вариант – использование PVC

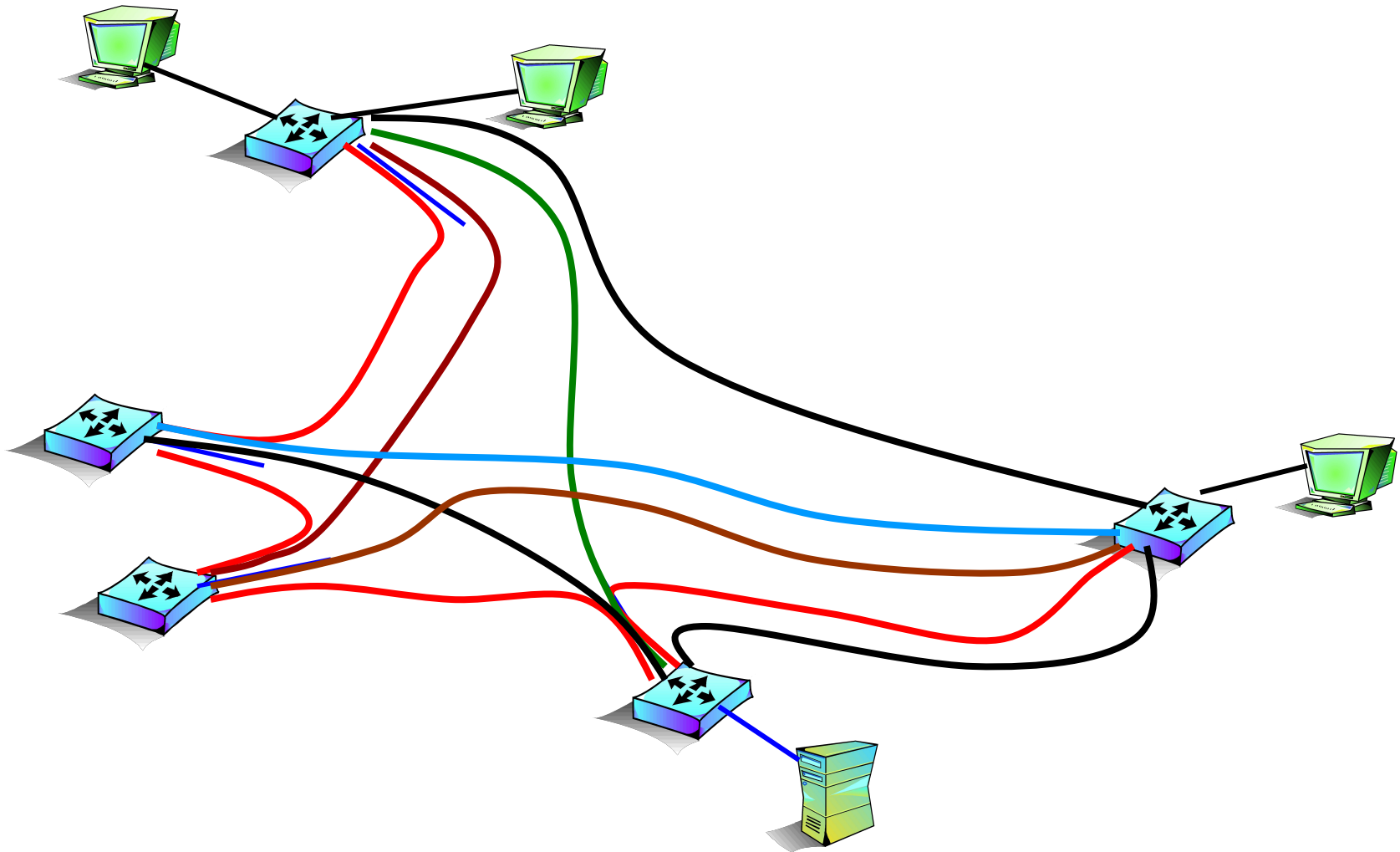


Создается полносвязная (mesh) топология – каждый маршрутизатор связан PVC с каждым

Недостаток – плохо масштабируемая сеть – слишком много виртуальных каналов, трудно поддерживать и модифицировать

Сети с виртуальными каналами

1 вариант – использование PVC – логическая структура



Каждый виртуальный канал – отдельный логический интерфейс (subinterface) – fr0/0, fr0/1, fr0/2, ...

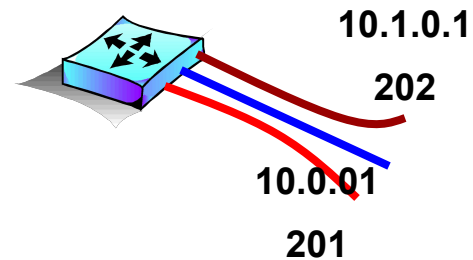
Сети с виртуальными каналами

1 вариант – использование PVC – логическая структура

Пример конфигурирования

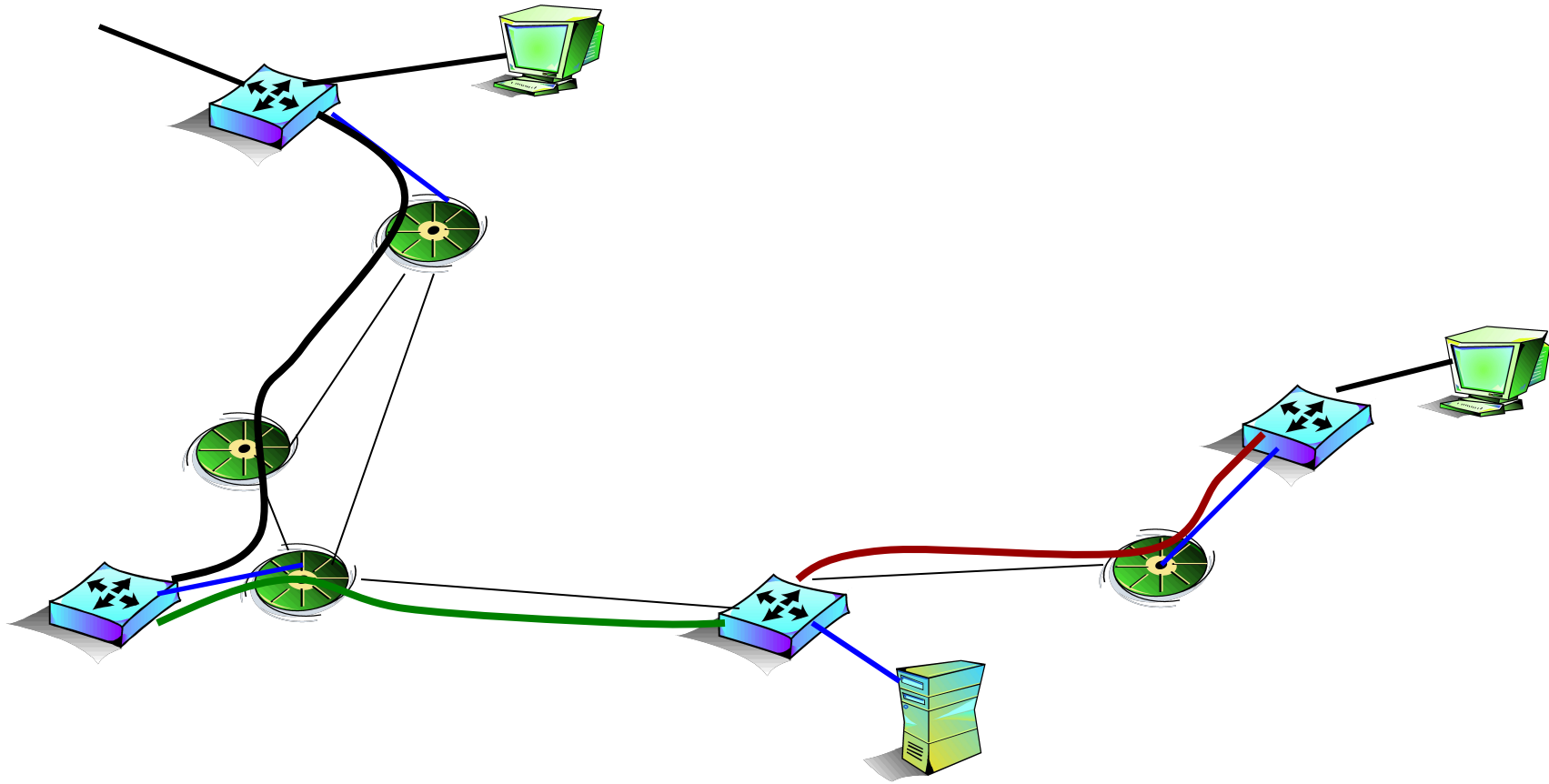
```
interface fr0/0
  ip address 10.0.0.1 255.255.0.0
  ip ospf network [point-to-point]
  encapsulation frame-relay
  neighbour 10.0.0.2
  frame-relay map ip 10.0.0.2 201
```

```
interface fr0/1
  ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
  ip ospf network [point-to-point]
  encapsulation frame-relay
  neighbour 10.1.0.2
  frame-relay map ip 10.1.0.2 202
```



Сети с виртуальными каналами

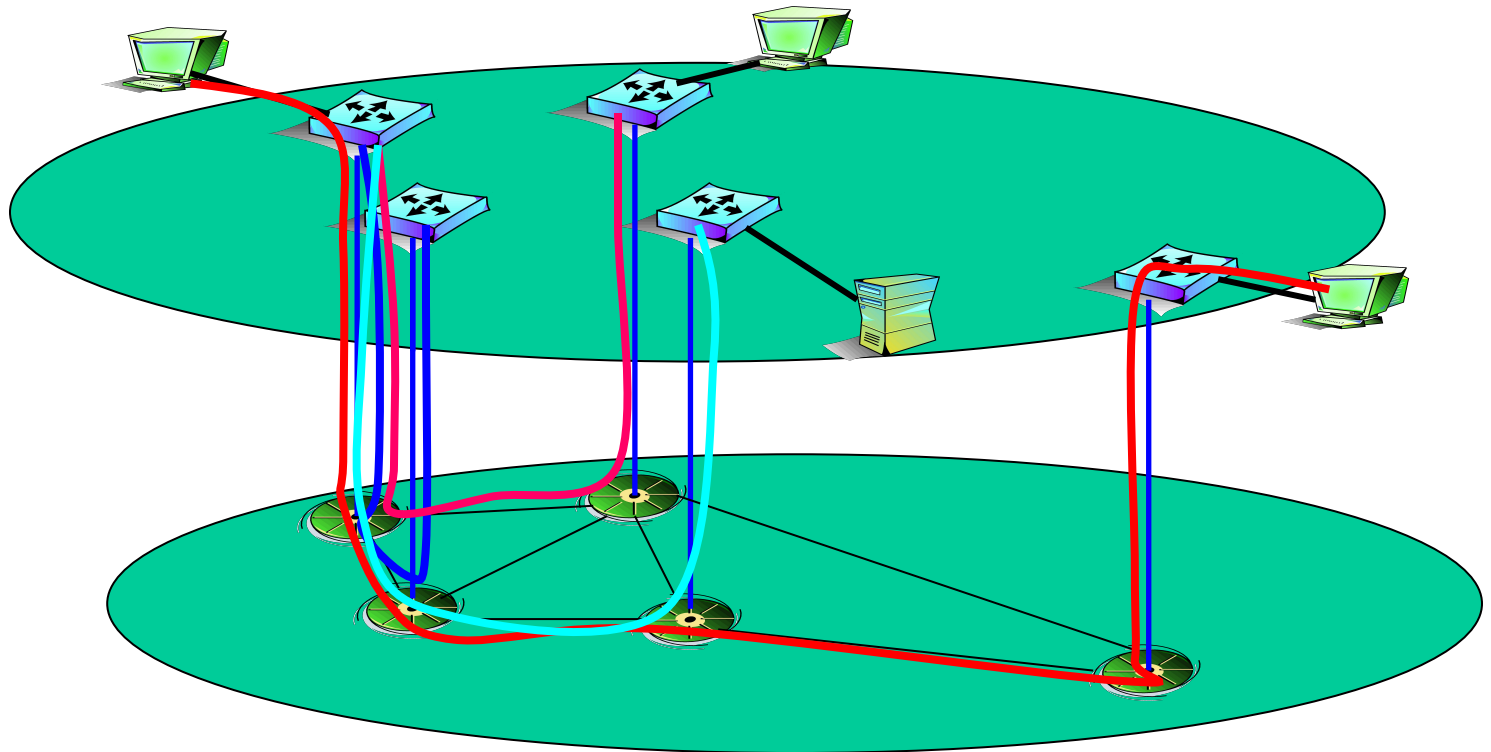
1 вариант – использование PVC – крупная сеть -
неполносвязная



Недостаток – большое число промежуточных
ХОПОВ

Сети с виртуальными каналами

2 вариант – использование SVC



Каждый маршрутизатор может связаться с каждым – установив SVC и разорвав соединение, когда данные долго не поступают в данном направлении. Аналог полностью связанных PVC, лучше масштабируется

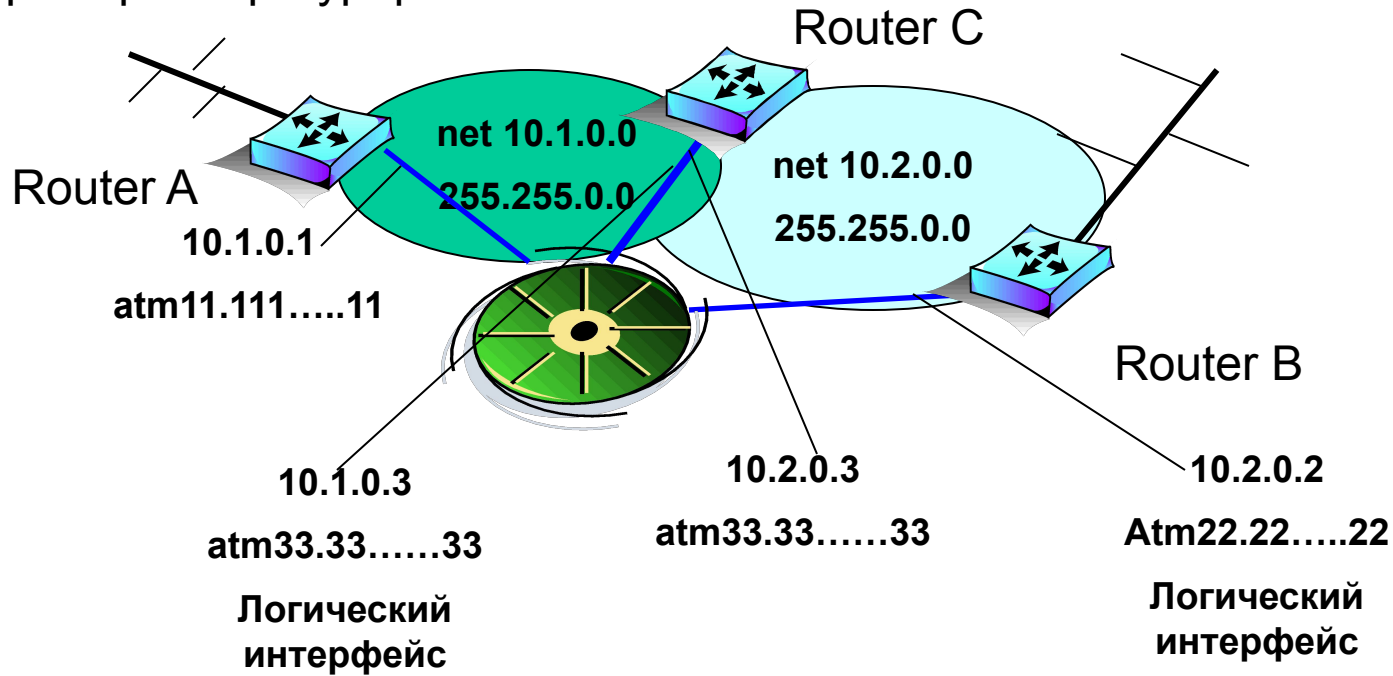
Недостаток – долгое время установления соединения

Плохо для **кратковременных** потоков

Сети с виртуальными каналами

2 вариант – использование SVC

Пример конфигурирования



Сети с виртуальными каналами

2 вариант – использование SVC

Пример конфигурирования (продолжение 1)

```
Router A /
Interface ATM0/0
  ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
  map-group a
Atm nsap-address 11.1111.11.111111.1111.1111.1111.1111.1111.1111.11
Router ospf 1
  network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
  neighbour 10.1.0.3

Map-list a
  ip 10.1.0.3 atm-nsap 33.3333.33.333333.3333.3333.3333.3333.3333.3333.33
```


Сети с виртуальными каналами

2 вариант – использование SVC

Пример конфигурирования (продолжение 2)

```
Router B /
Interface ATM0/0
  ip address 10.2.0.2 255.255.0.0
  map-group a
  Atm nsap-address 22.2222.22.222222.2222.2222.2222.2222.2222.2222.22
Router ospf 1
  network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
  neighbour 10.1.0.3

Map-list a
  ip 10.2.0.3 atm-nsap 33.3333.33.333333.3333.3333.3333.3333.3333.3333.33
```

2 вариант – использование SVC

Пример конфигурирования (продолжение 3)

Router C

Interface ATM0/0.1

```
ip address 10.1.0.3 255.255.0.0
```

```
map-group a
```

```
Atm nsap-address 33.3333.33.333333.3333.3333.3333.3333.3333.3333.33
```

Interface ATM0/0.2

```
ip address 10.2.0.3 255.255.0.0
```

```
map-group b
```

```
Atm nsap-address 33.3333.33.333333.3333.3333.3333.3333.3333.3333.33
```

Router ospf 1

```
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

```
neighbour 10.1.0.1
```

```
neighbour 10.2.0.2
```

Map-list a

```
ip 10.1.0.1 atm nsap-address 11.1111.11.111111.1111.1111.1111.1111.1111.11
```

Map-list b

```
ip 10.2.0.2 atm nsap-address 22.2222.22.222222.2222.2222.2222.2222.2222.22
```

Основная проблема SVC - как определить канальный адрес ближайшего к адресу назначения маршрутизатора:

- без ручного конфигурирования всех соседей
- с учетом логической структуризации (неполносвязности) сети коммутаторов (VLAN в локальных сетях, ELAN – в сетях ATM)

Протокол NHRP – стандартизация нахождения адреса «прокола»

Протокол Next Hop Resolution Protocol (NHRP):

- ◆ вспомогательный протокол для протоколов сетевого уровня: IP, IPX, AppleTalk, DECnet, ...
- ◆ находит наиболее рациональный следующий "хоп" через сеть NBMA (Non-Broadcast, Multiple Access)

Сети NBMA - сети, не поддерживающие широковещание, но с множественным доступом: X.25, frame relay, ATM

- ◆ без протокола NHRP пакеты могут передаваться через несколько промежуточных маршрутизаторов, подключенных к NBMA
- ◆ учитывает существование логических подсетей (LIS) в сети NBMA
- ◆ архитектура клиент - сервер:
 - ⇒ NHRP Server - NHS
 - ⇒ NHRP Client - NHC

NHRP - кратчайшая связь между LIS через «усеченные» маршрутизаторы

Сервер NHS

Клиент NHC - только IP forwarding

146.10.0.2
NBMA-5

NHRP-запрос прямого пути

146.10.0.1
158.27.0.1
NBMA-4

Прямой путь

200.23.50.44

Клиент NHC - только IP forwarding

146.10.0.14
NBMA-1

158.27.0.14
NBMA-2

158.27.0.2
NBMA-3

192.6.30.70

Нахождение прямого пути между сетями:

1. Клиент NHC - серверу NHS: Запрос (без маршрутизации, по протоколу NBMA) на следующий хоп к узлу 192.6.30.70
2. Сервер NHS - клиенту NHC: Следующий хоп - адрес NBMA-3
3. Клиент устанавливает прямой путь к узлу NBMA-3 и передает ему пакет
4. Узел NBMA-3 – усеченный маршрутизатор. Он продвигает пакет узлу 192.6.30.70 обычным способом

Вопрос

Протокол NHRP заменяет протокол Classical IP или дополняет его?

Совместная работа клиентов NHS и серверов NHS

*Предварительный этап - регистрация адресов
на сервере NHS*

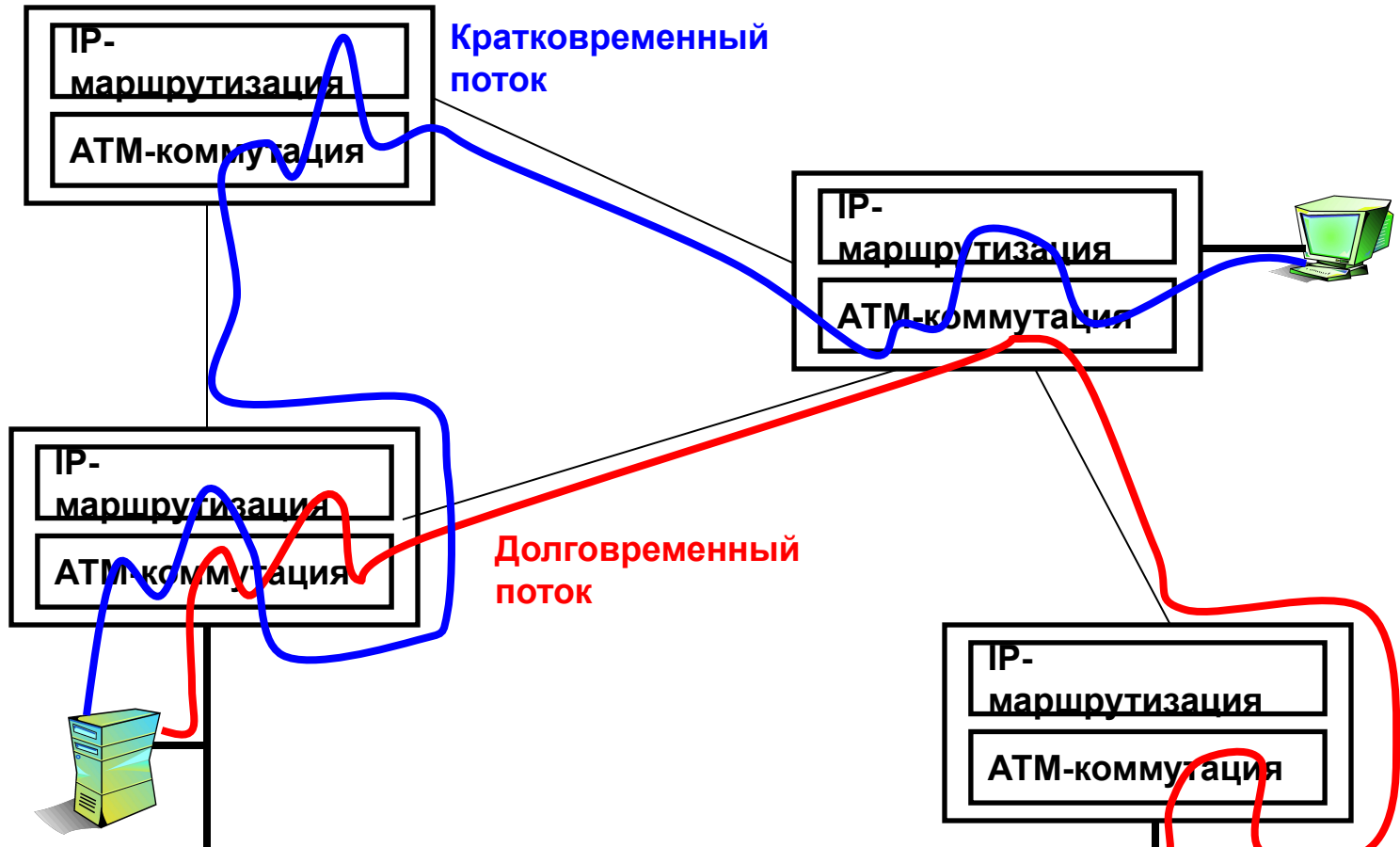
- ◆ Адреса регистрируются с помощью команды "NHRP Registration Request":
 - ⇒ сетевые адреса всех своих интерфейсов (как NBMA-адреса и мультикастовых)
 - ⇒ регистрируется NBMA-адрес интерфейса, связывающего клиента с NBMA-сетью. Например, X.25-адрес 24597092976539.
- ◆ Клиент NHS находит сервер NHS по известному NBMA-адресу сервера

Основной этап - нахождение прямого пути

- ◆ Клиент MHS получает или генерирует пакет к определенному сетевому адресу
- ◆ Передается запрос на сервер MHS с помощью команды "NHRP Resolution Request"
- ◆ В запросе указывается IP-адрес узла назначения и собственные адреса - NBMA и сетевой
- ◆ Сервер MHS просматривают свою адресную базу и ищет в ней запрошенный сетевой адрес
 - ⇒ Если адрес найден, то сервер MHS немедленно возвращает NBMA-адрес клиенту
 - ⇒ Если адрес не найден, то сервер MHS передает запрос следующему серверу MHS вдоль маршрута к запрошенному сетевому адресу
 - ⇒ Найденный NBMA-адрес может принадлежать:
 - ◆ конечному узлу, непосредственно присоединенному к NBMA-сети
 - ◆ промежуточному маршрутизатору (или коммутатору 3-го уровня)

Сервер NHS не обязательно является маршрутизатором

Технология IP Switching компании Ipsilon - тесная интеграция IP с ATM



- Значения VPI/VCI в коммутаторах расставляет специальный протокол распределения меток, работающий по указаниям IP
- Метки могут быть расставлены заранее - перед передачей данных