

# **Ускоренная маршрутизация. Интеграция маршрутизации и коммутации**



# Маршрутизация и коммутация

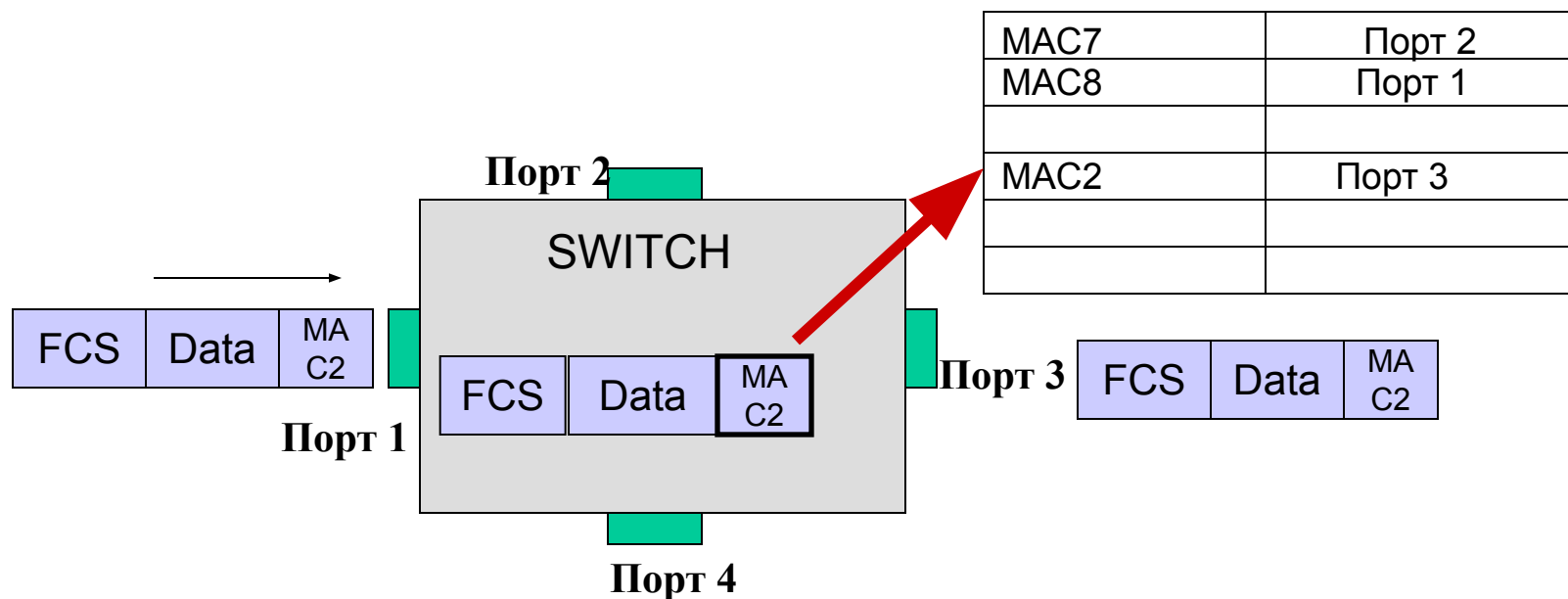
- Коммутация в локальных сетях - VLAN
- Коммутация в глобальных сетях (ATM, frame relay).
- Логические подсети VLAN/ELAN
- Комбинирование маршрутизации и коммутации – общая схема
- Протокол NHRP – ускорение за счет уменьшения транзитных хопов в сетях NBMA
- Технология IP Switching компании Ipsilon
-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

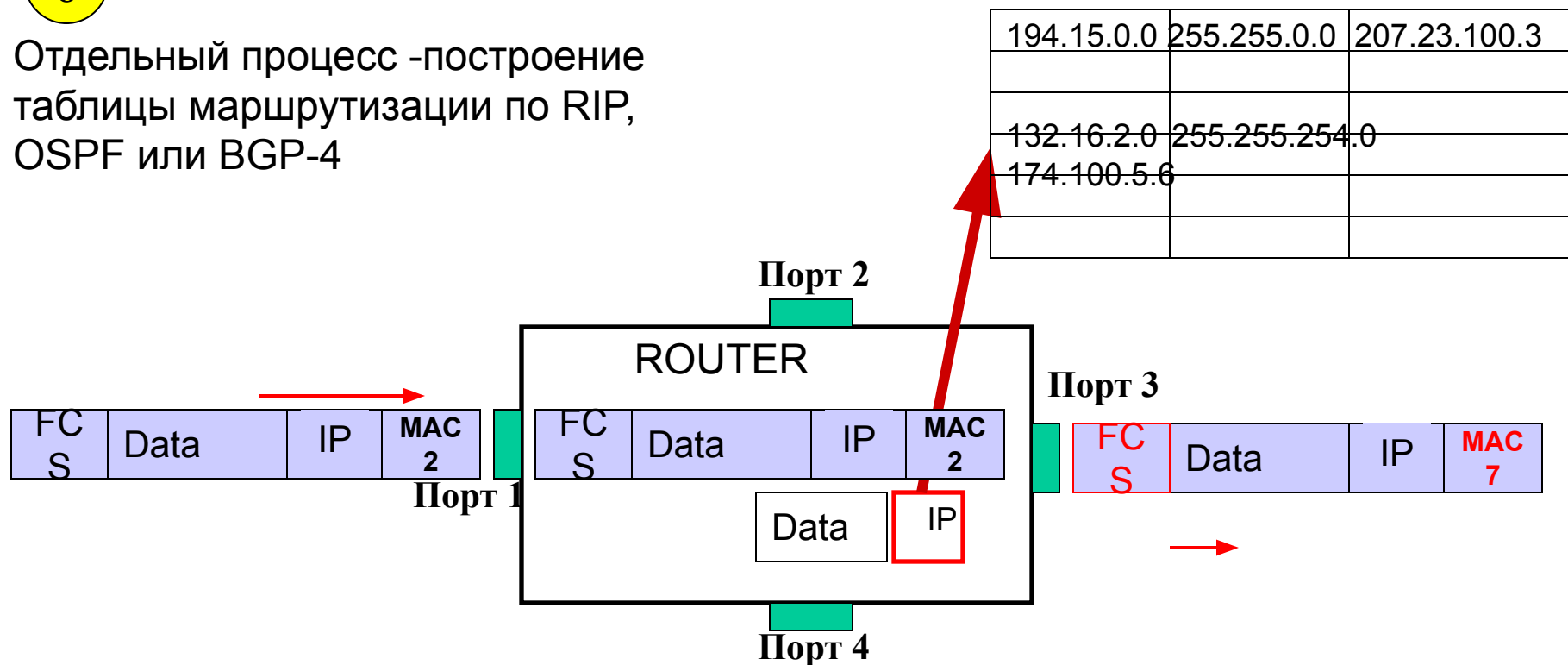


- 1 Прием в буфер, проверка контрольной суммы
- 2 Поиск MAC-адреса в таблице продвижения
- 3 Передача в выходной порт

6

# Маршрутизация

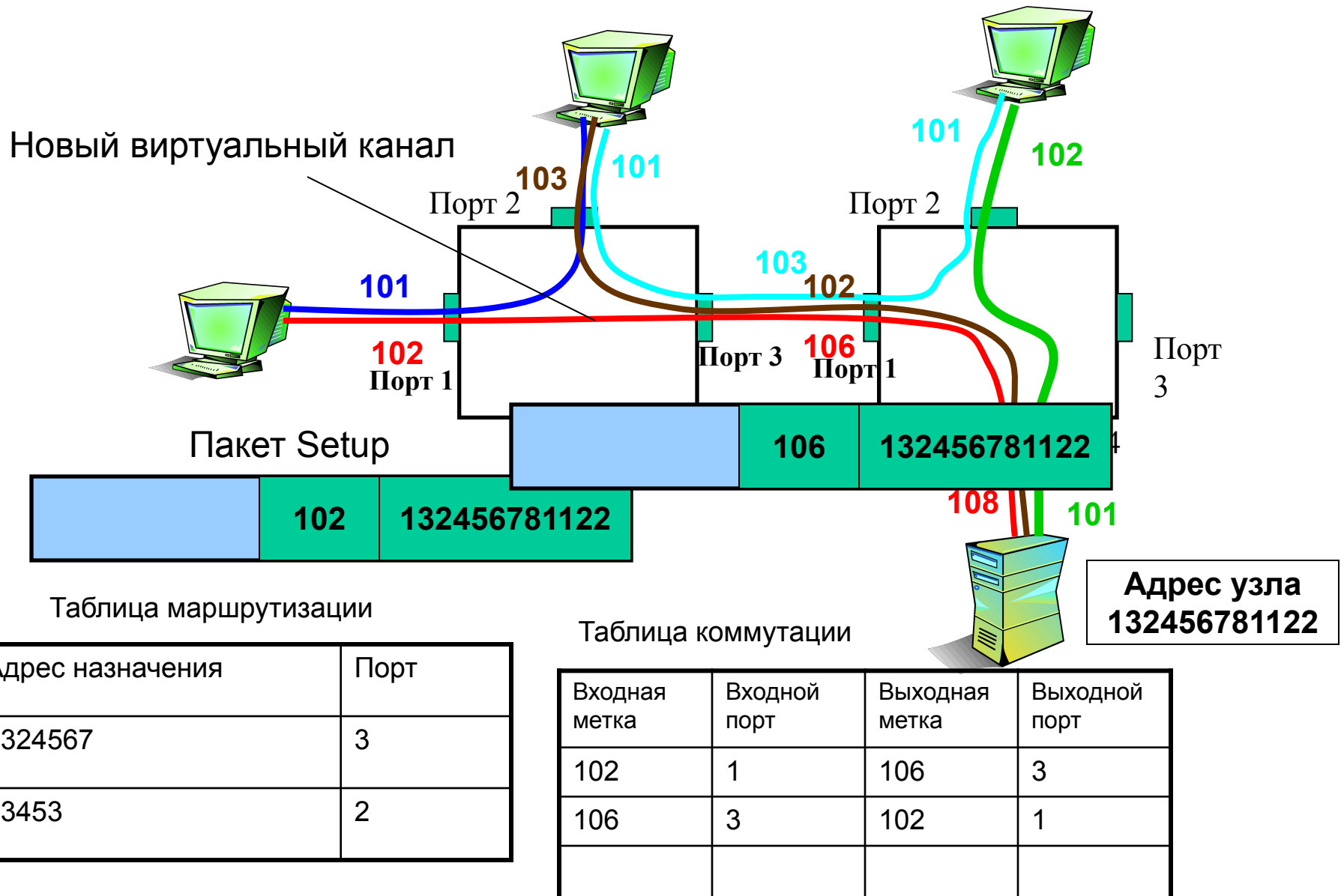
Отдельный процесс - построение таблицы маршрутизации по RIP, OSPF или BGP-4



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

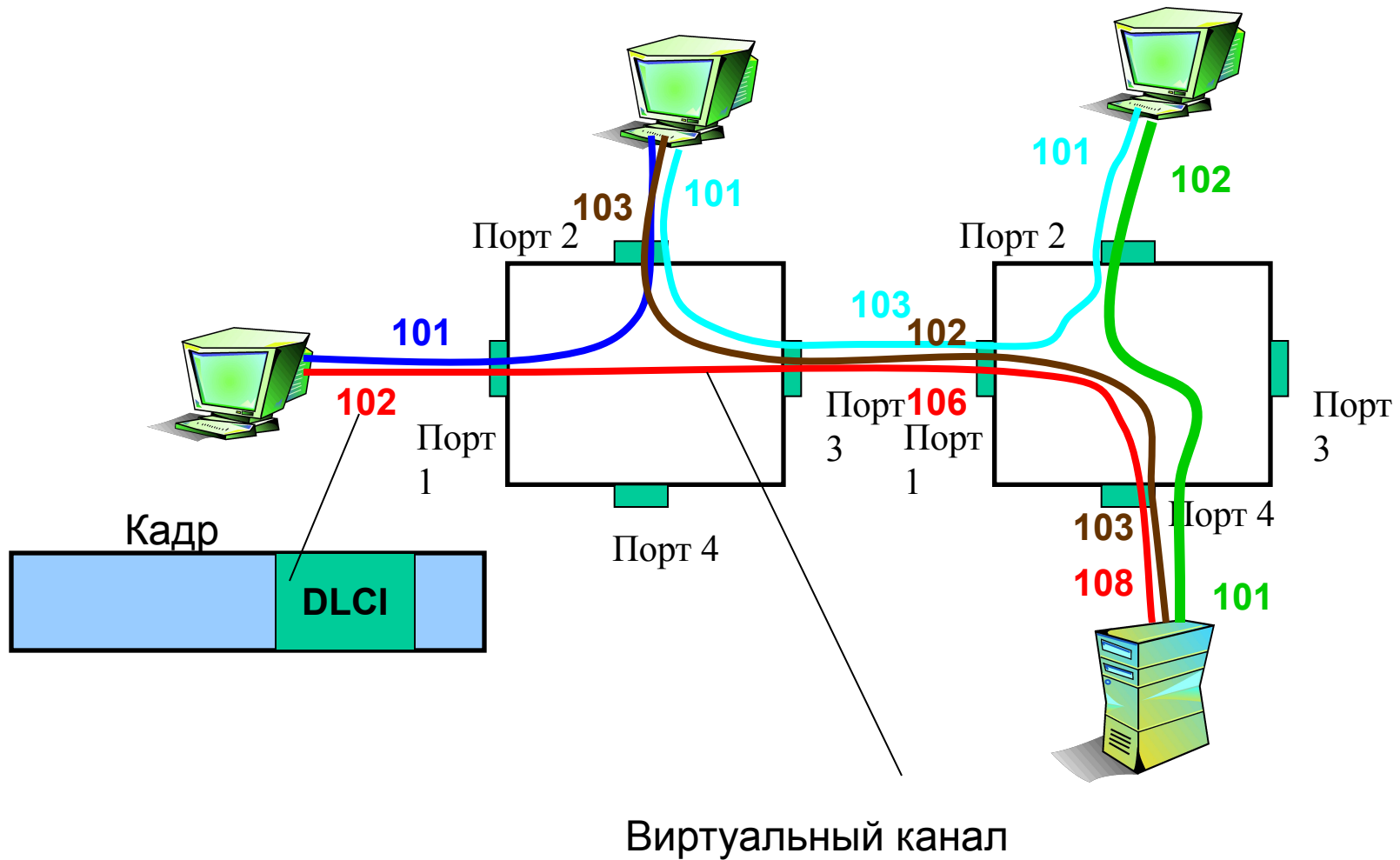
- 4 Поиск в таблице маршрутизации
- 5 Подсчет КС кадра, формирование кадра и передача на выходной порт

# Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов





# Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов



# Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов

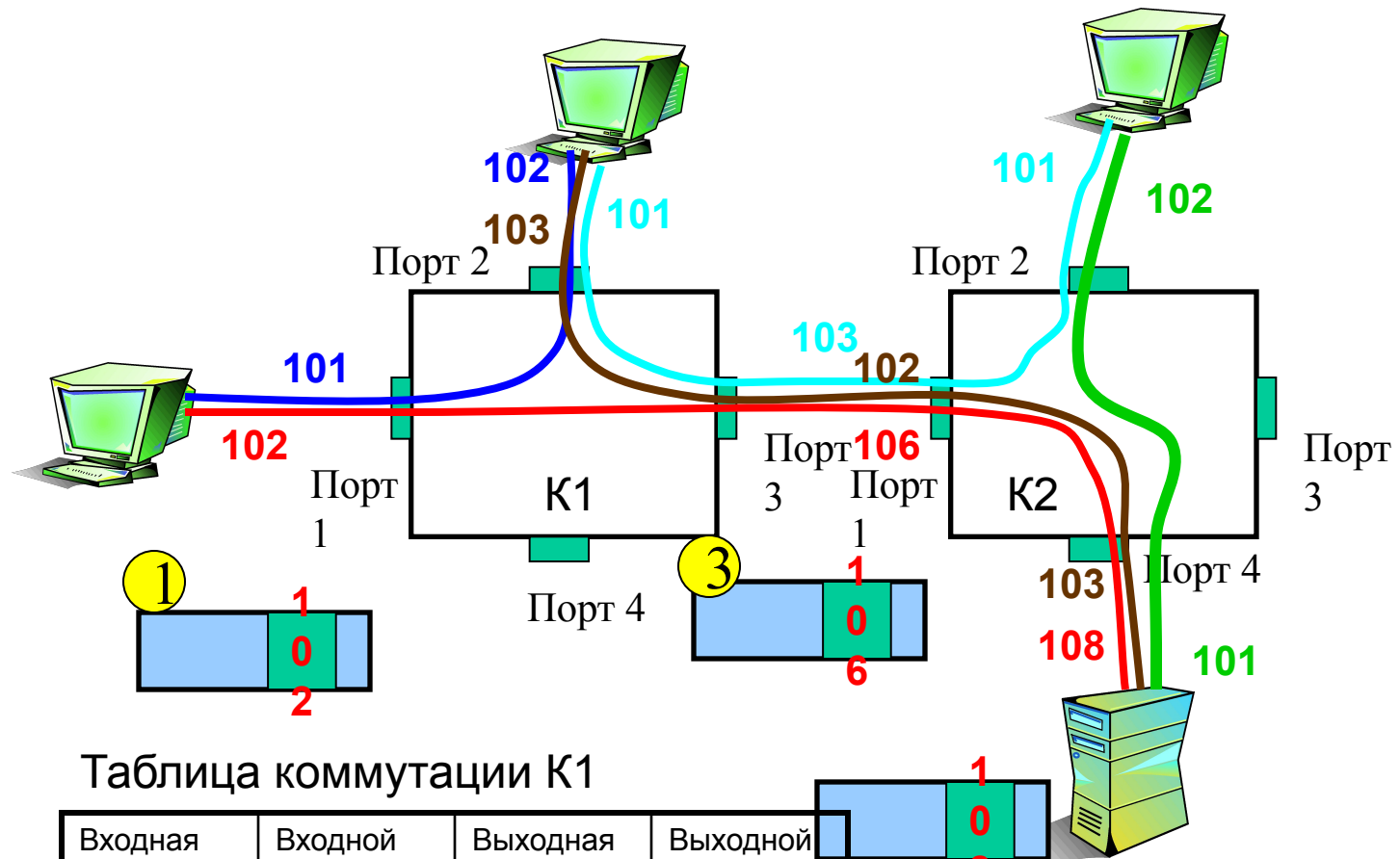


Таблица коммутации K1

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  
NHDP, MPOA
- совмещение функций маршрутизации и коммутации в одном устройстве - MPLS

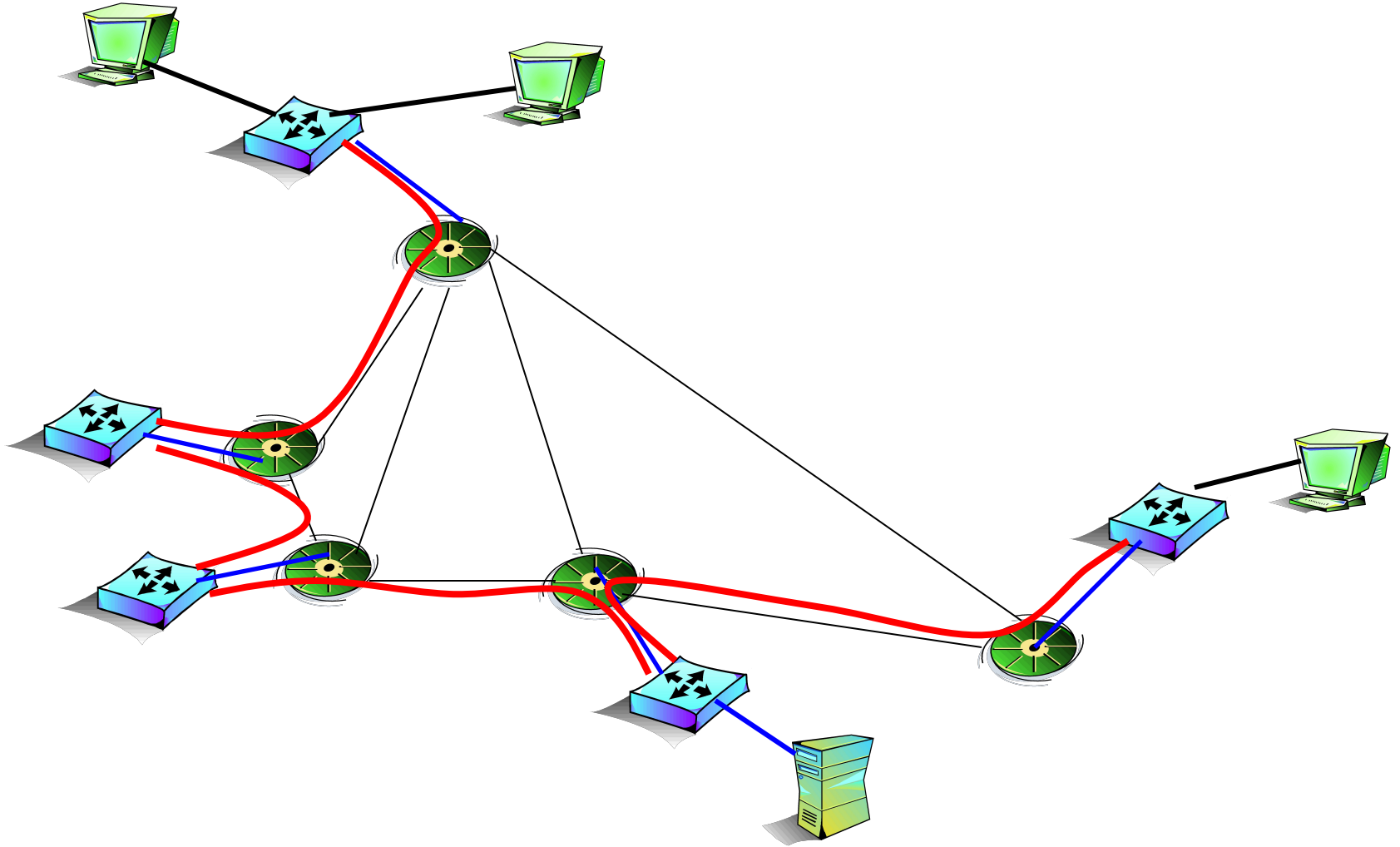
## 3. Ускорение выполнения операций маршрутизации

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

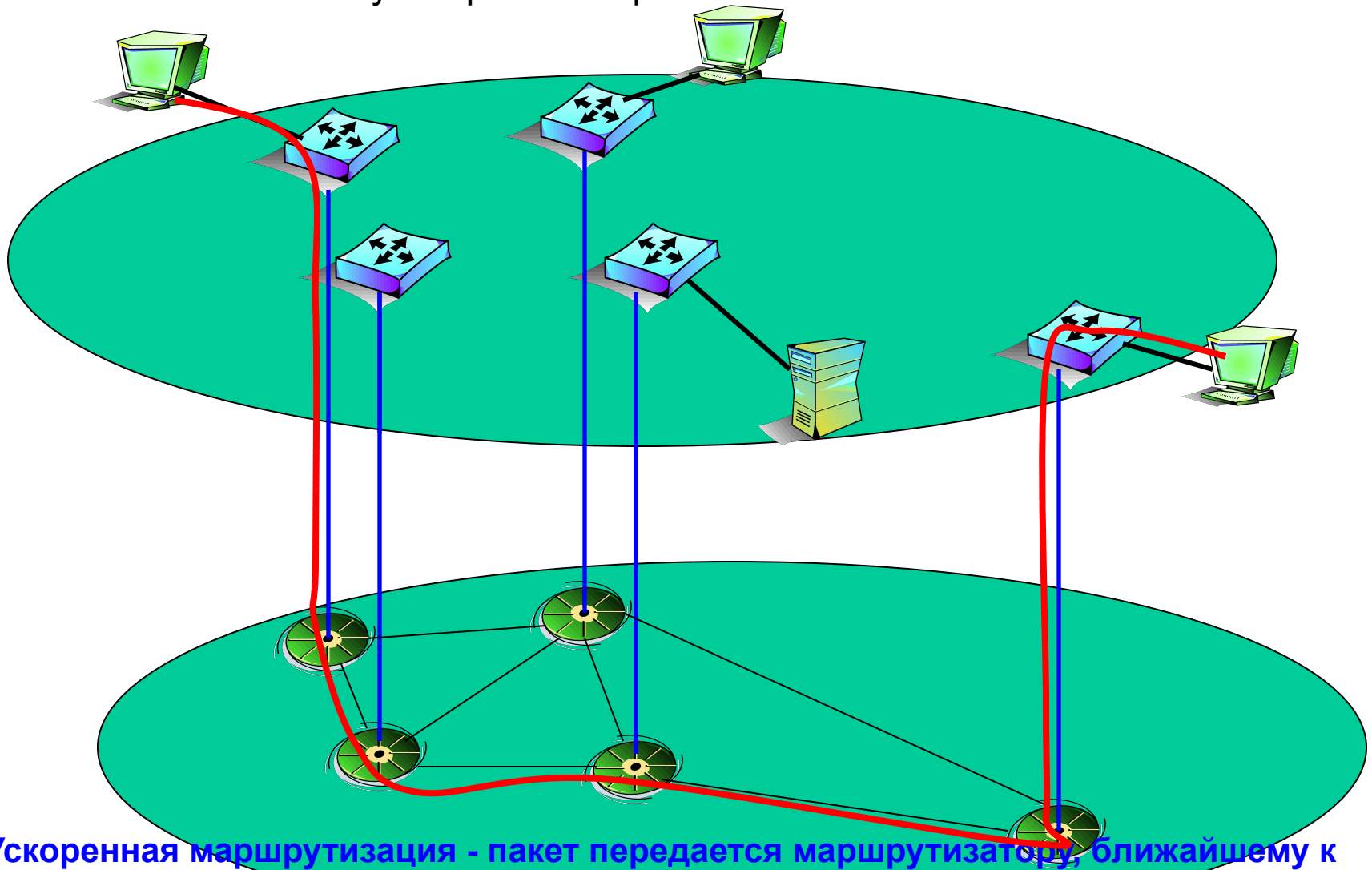
The diagram illustrates a network architecture with two distinct domains. The top domain, highlighted in light blue, contains five blue square routers and three end devices: two desktop computers and one server. The bottom domain, highlighted in green, contains four green circular routers. Red and blue lines represent network connections, showing a complex mesh between the domains and within each domain.

## 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

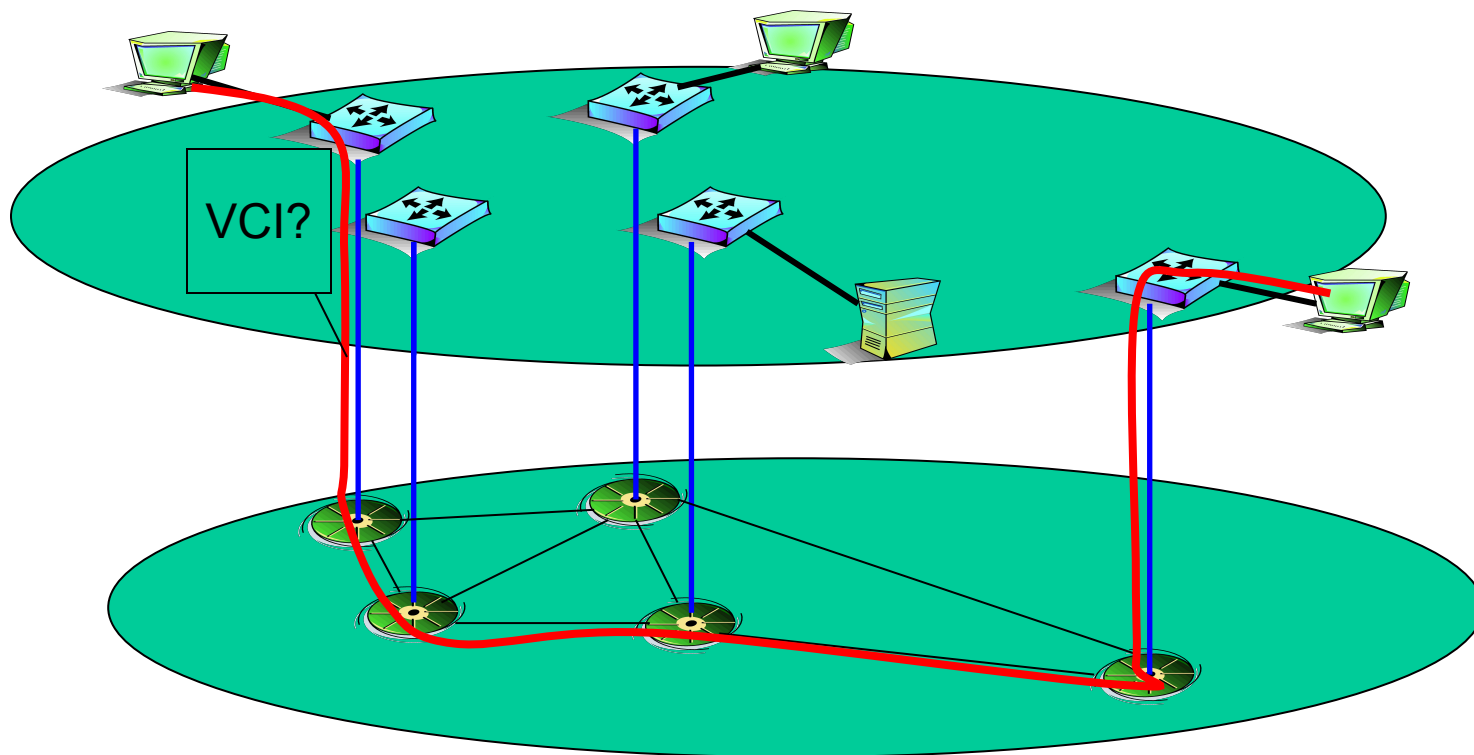


Ускоренная маршрутизация - пакет передается маршрутизатору, ближайшему к адресу назначения – один хоп между маршрутизаторами

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

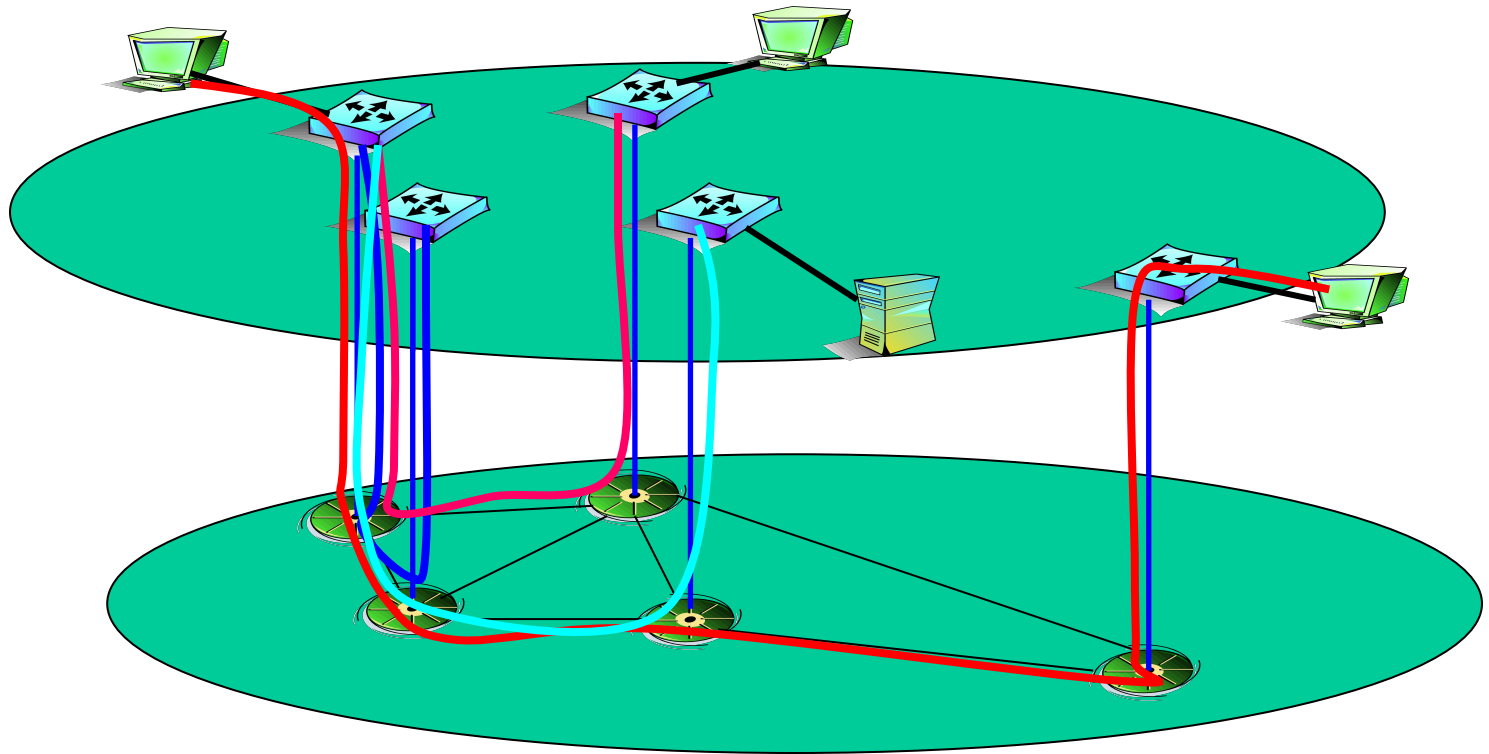


Основная проблема - как определить каналный адрес ближайшего к адресу назначения маршрутизатора ?



# Сети с виртуальными каналами

1 вариант – использование PVC

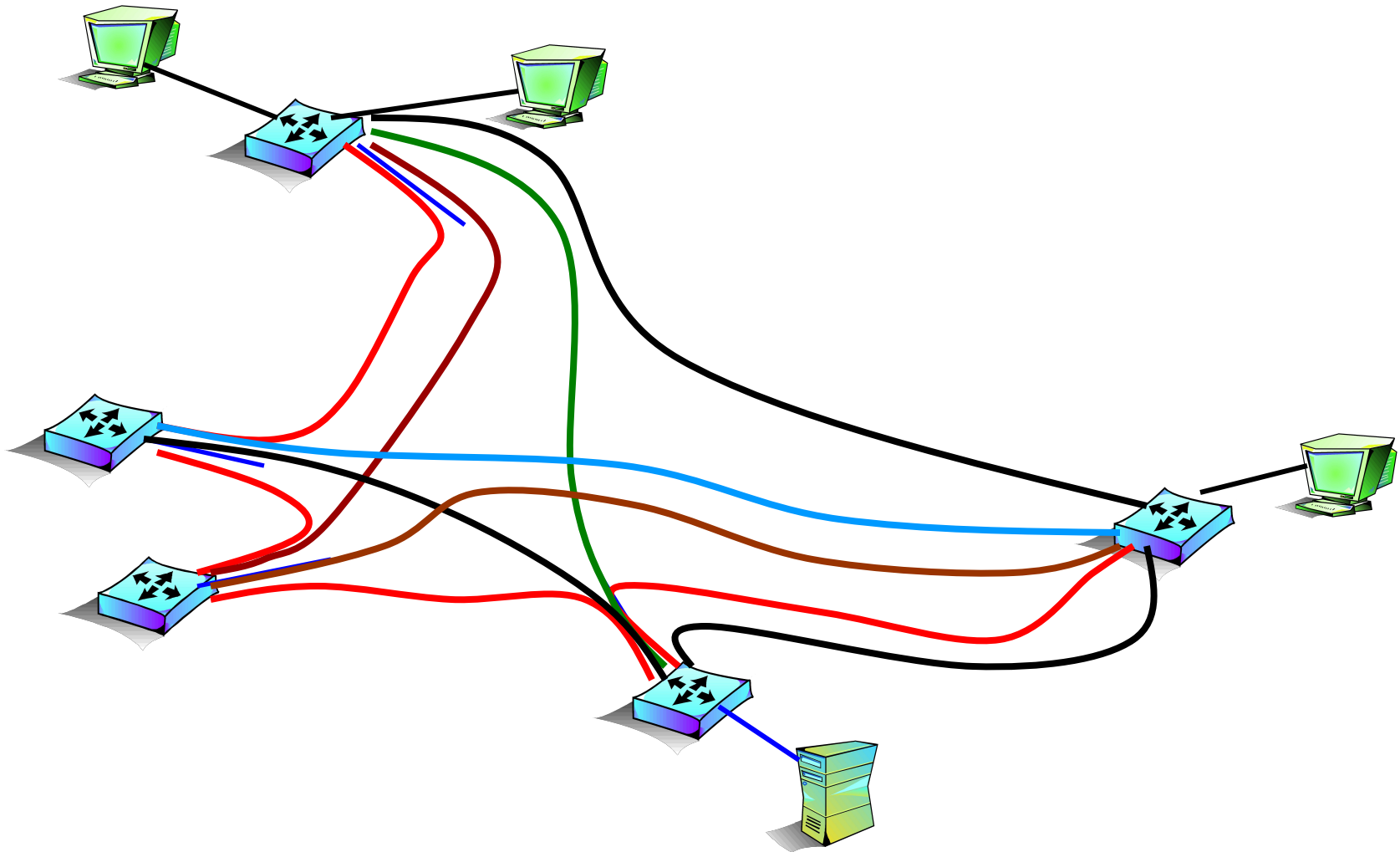


Создается полносвязная (mesh) топология – каждый маршрутизатор связан PVC с каждым

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, ...

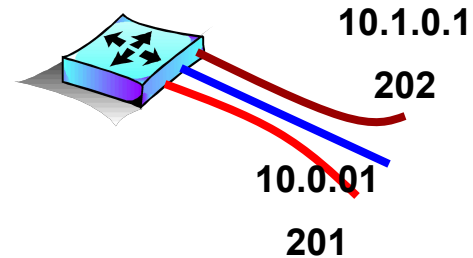
## Сети с виртуальными каналами

### 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
```

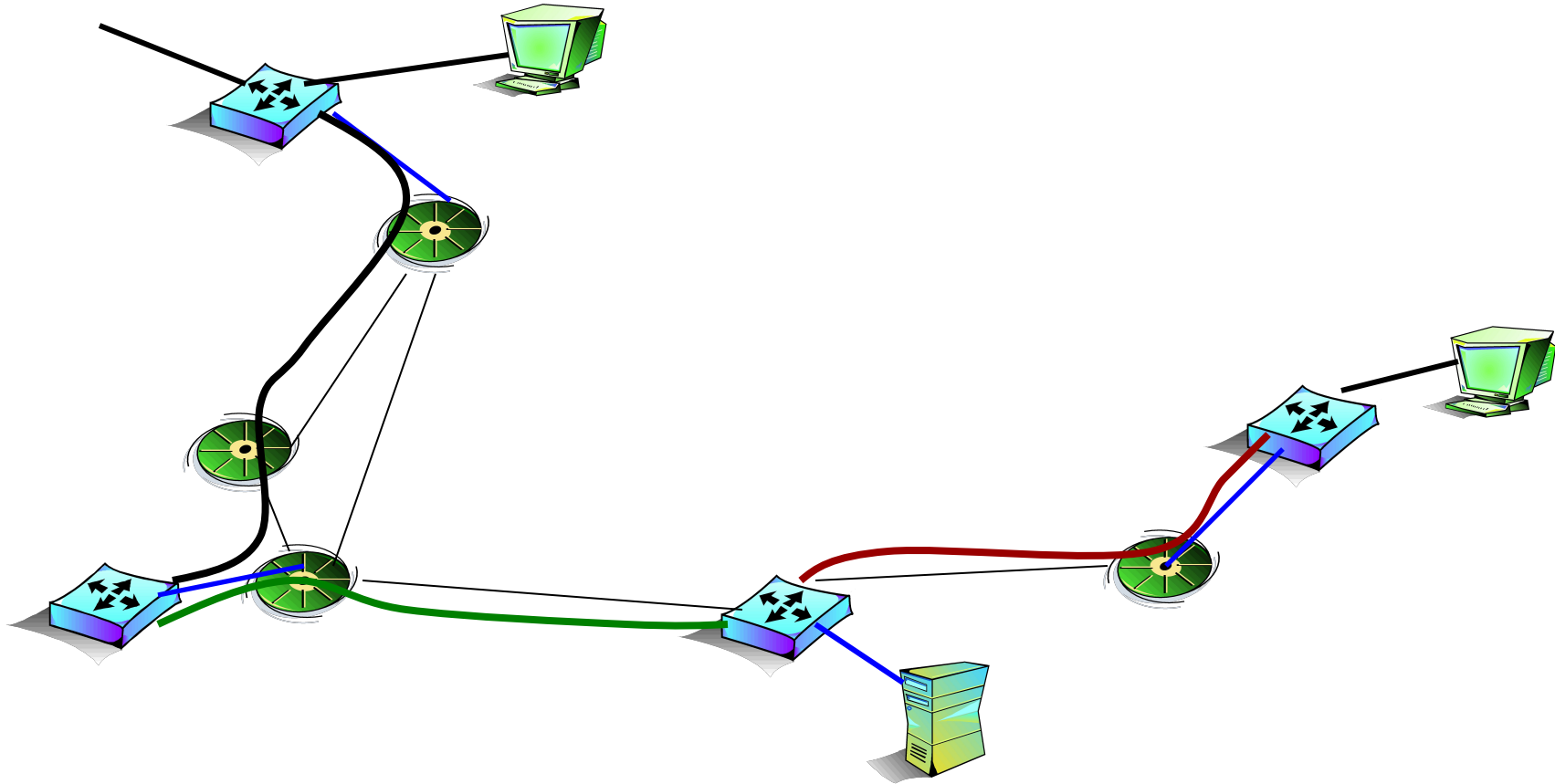
```
interface fr0/1
  ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
  ip ospf network [point-to-point]
  encapsulation frame-relay
  neighbour 10.1.0.2
  frame-relay map ip 10.1.0.2 202
```





## Сети с виртуальными каналами

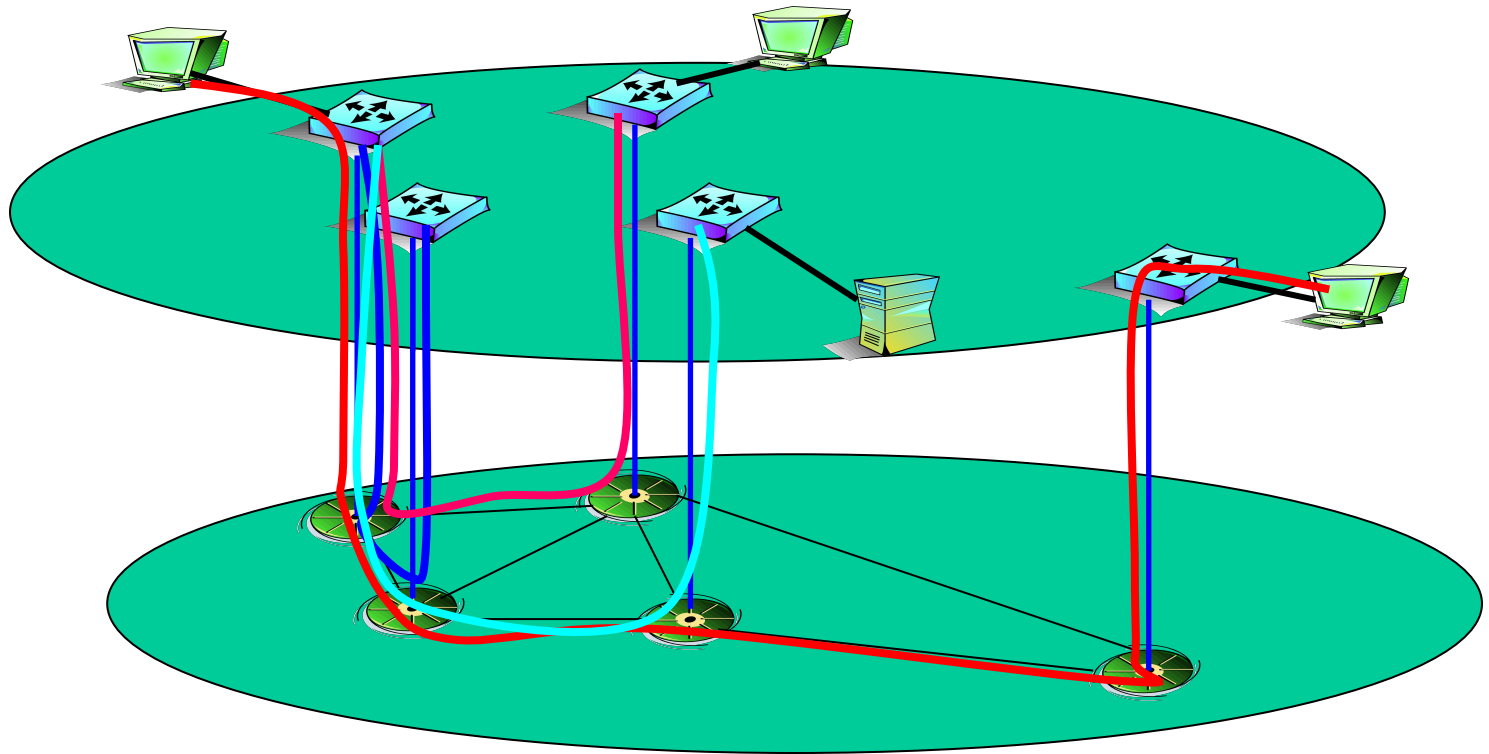
1 вариант – использование PVC – крупная сеть -  
неполносвязная



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 полносвязных PVC, лучше масштабируется

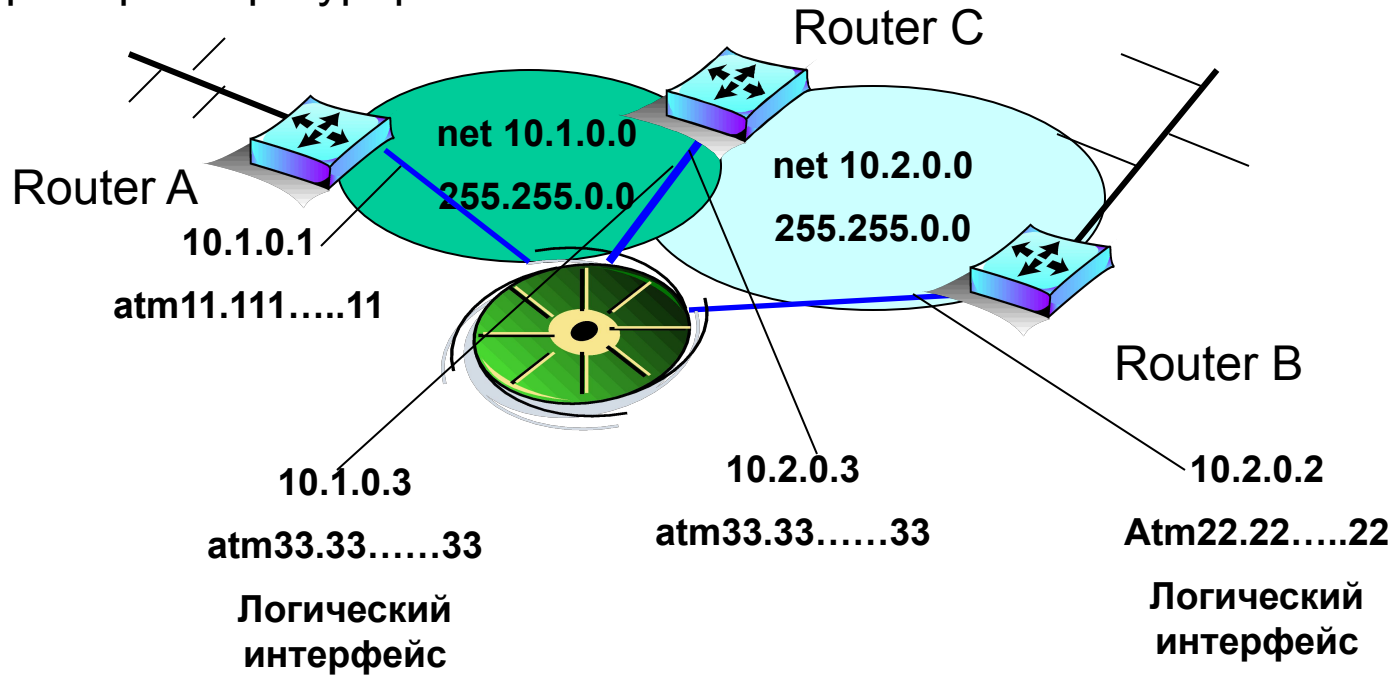
Недостаток – долгое время установления соединения

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»

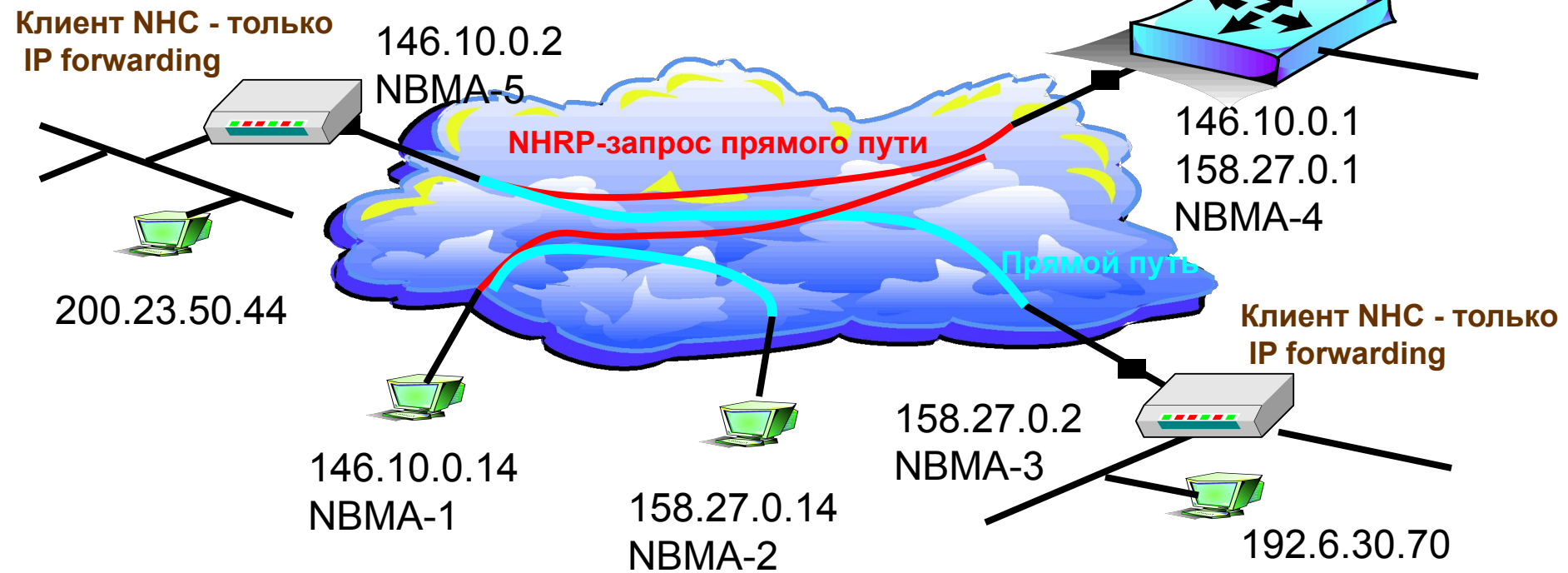
Протокол Next Hop Resolution Protocol (NHRP):

- ♦ 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



Нахождение прямого пути между сетями:

1. Клиент NHC - серверу NHS: Запрос (на следующий хоп к узлу 192.6.30.70 без маршрутизации, по протоколу NBMA)
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, так и остальных)
  - ⇒ регистрируется NBMA-адрес интерфейса, связывающего клиента с NBMA-сетью. Например, X.25-адрес 24597092976539.
- ♦ Клиент NHS находит сервер NHS по известному NBMA-адресу сервера

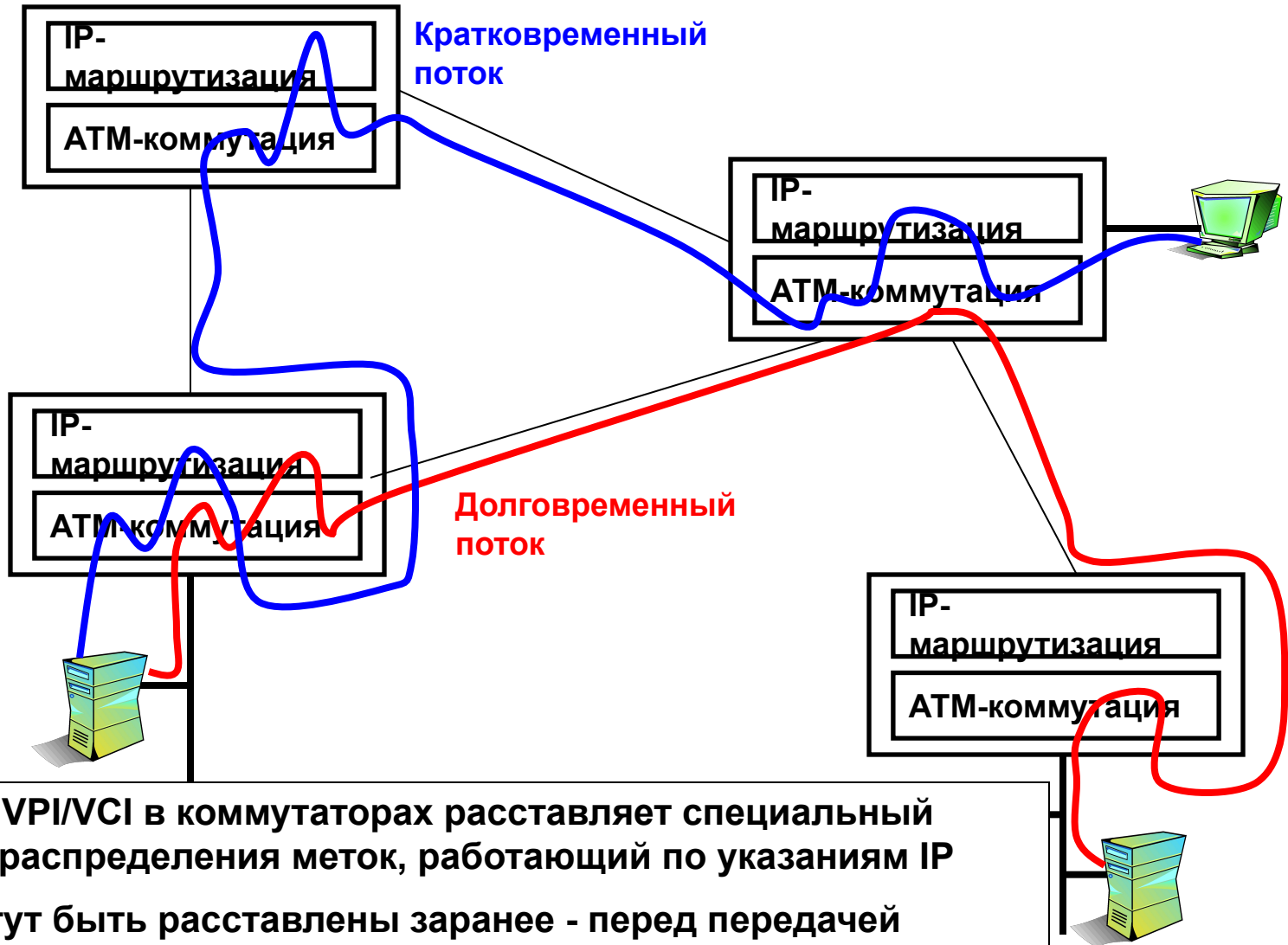
## **Основной этап - нахождение прямого пути**

- ♦ 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 просматривает 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