

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



# Маршрутизация и коммутация

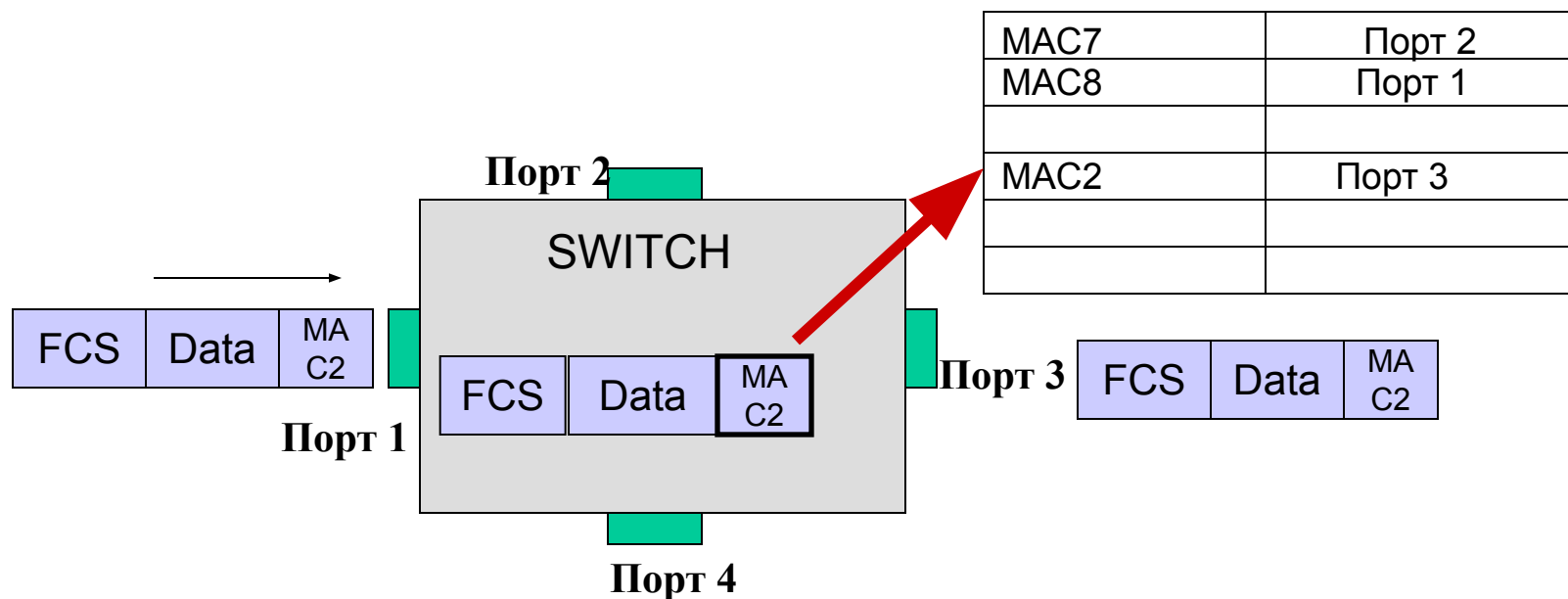
- Коммутация в локальных сетях - VLAN
- Коммутация в глобальных сетях (ATM, frame relay).
- Логические подсети VLAN/ELAN
- Комбинирование маршрутизации и коммутации – общая схема
- Протокол NHRP – ускорение за счет уменьшения транзитных хопов в сетях NBMA
- Технология IP Switching компании Ipsilon
-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

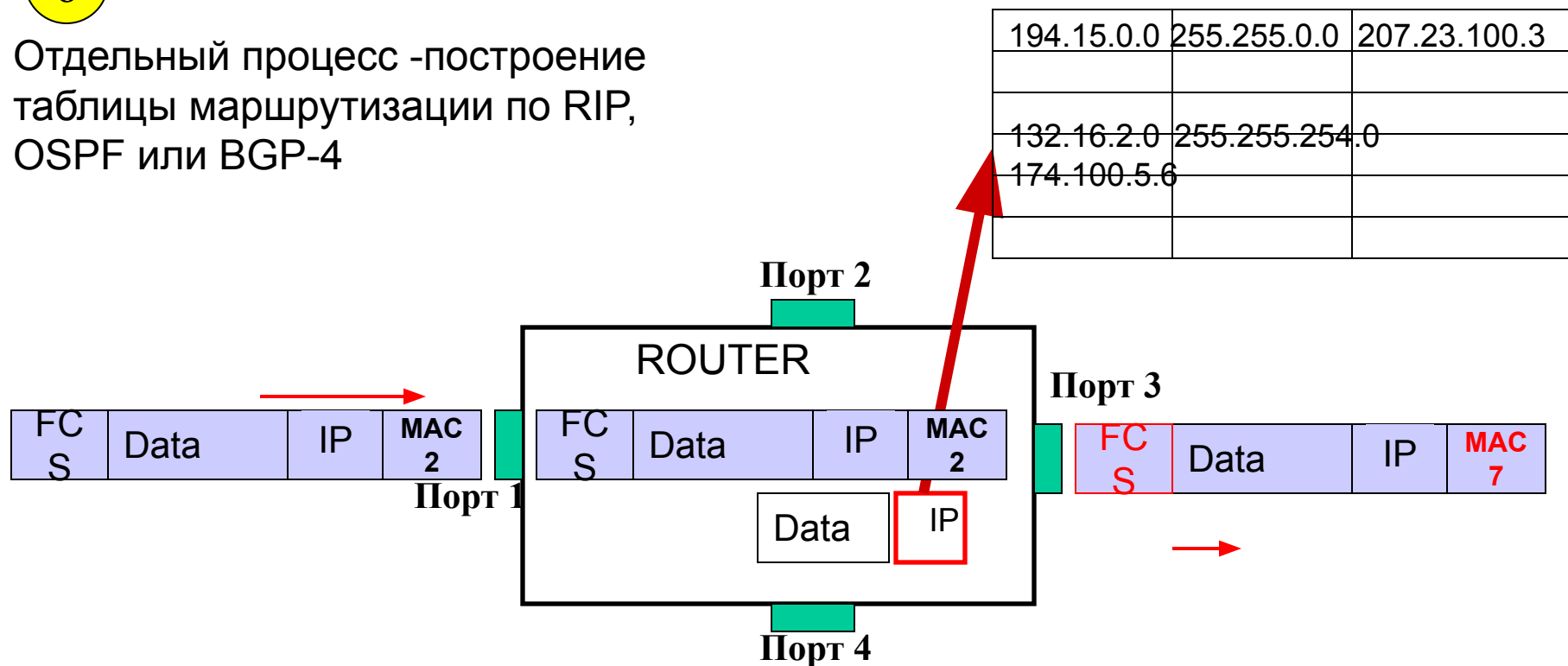


- 1 Прием в буфер, проверка контрольной суммы
- 2 Поиск MAC-адреса в таблице продвижения
- 3 Передача в выходной порт

6

# Маршрутизация

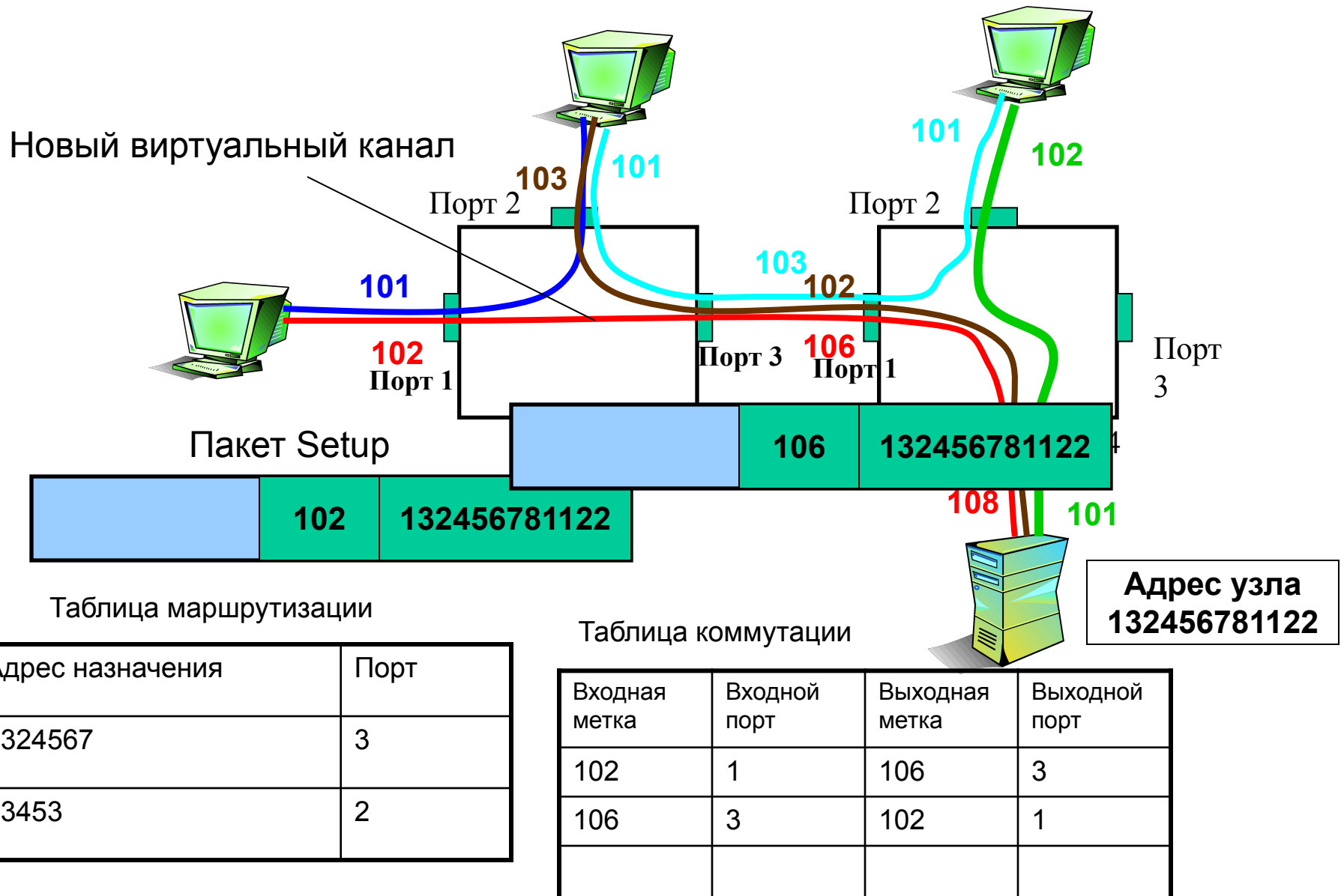
Отдельный процесс - построение таблицы маршрутизации по RIP, OSPF или BGP-4



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

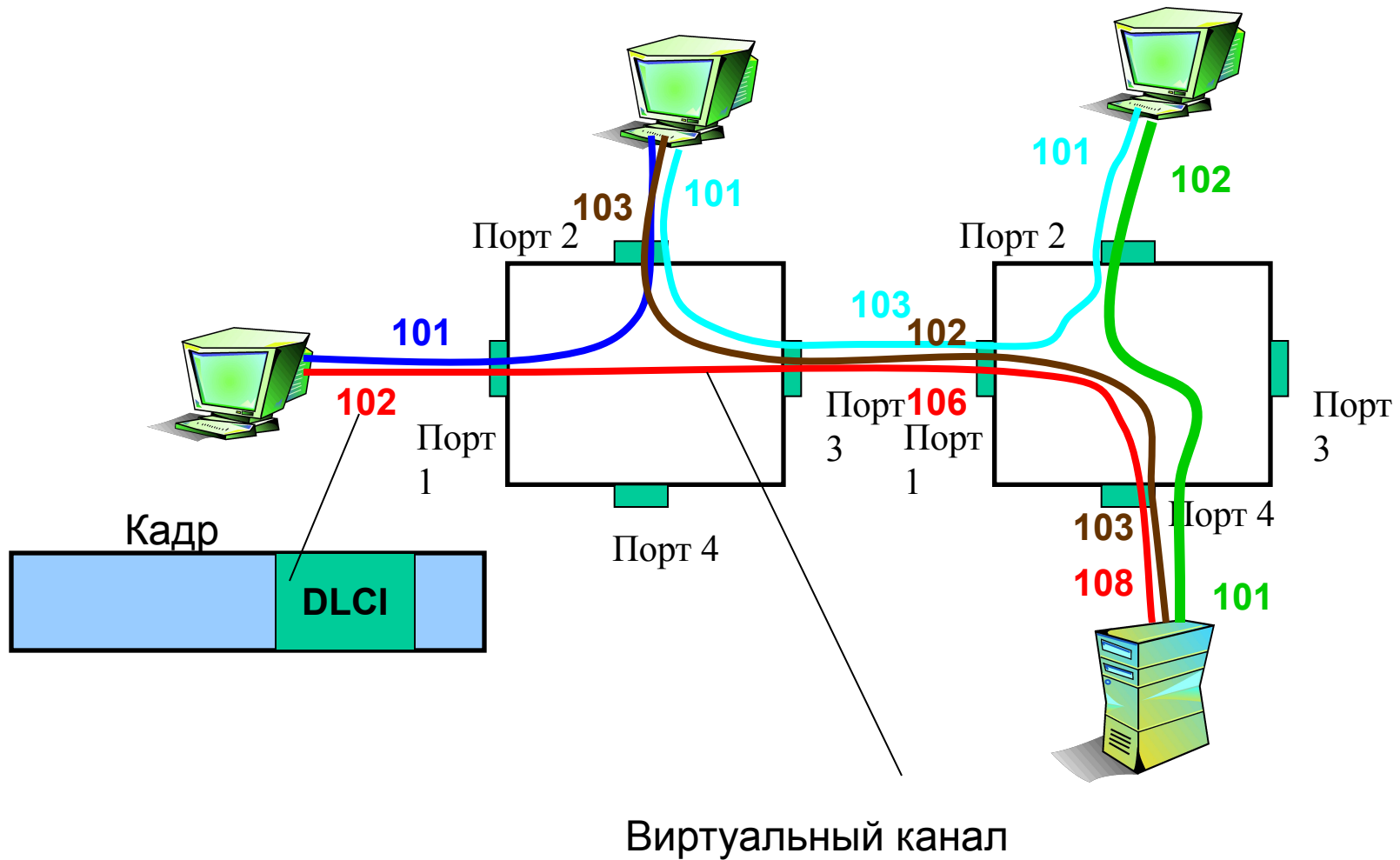
- ④ Поиск в таблице маршрутизации
- ⑤ Подсчет КС кадра, формирование кадра и передача на выходной порт

# Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов





# Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов



# Коммутация в глобальных сетях - техника виртуальных каналов

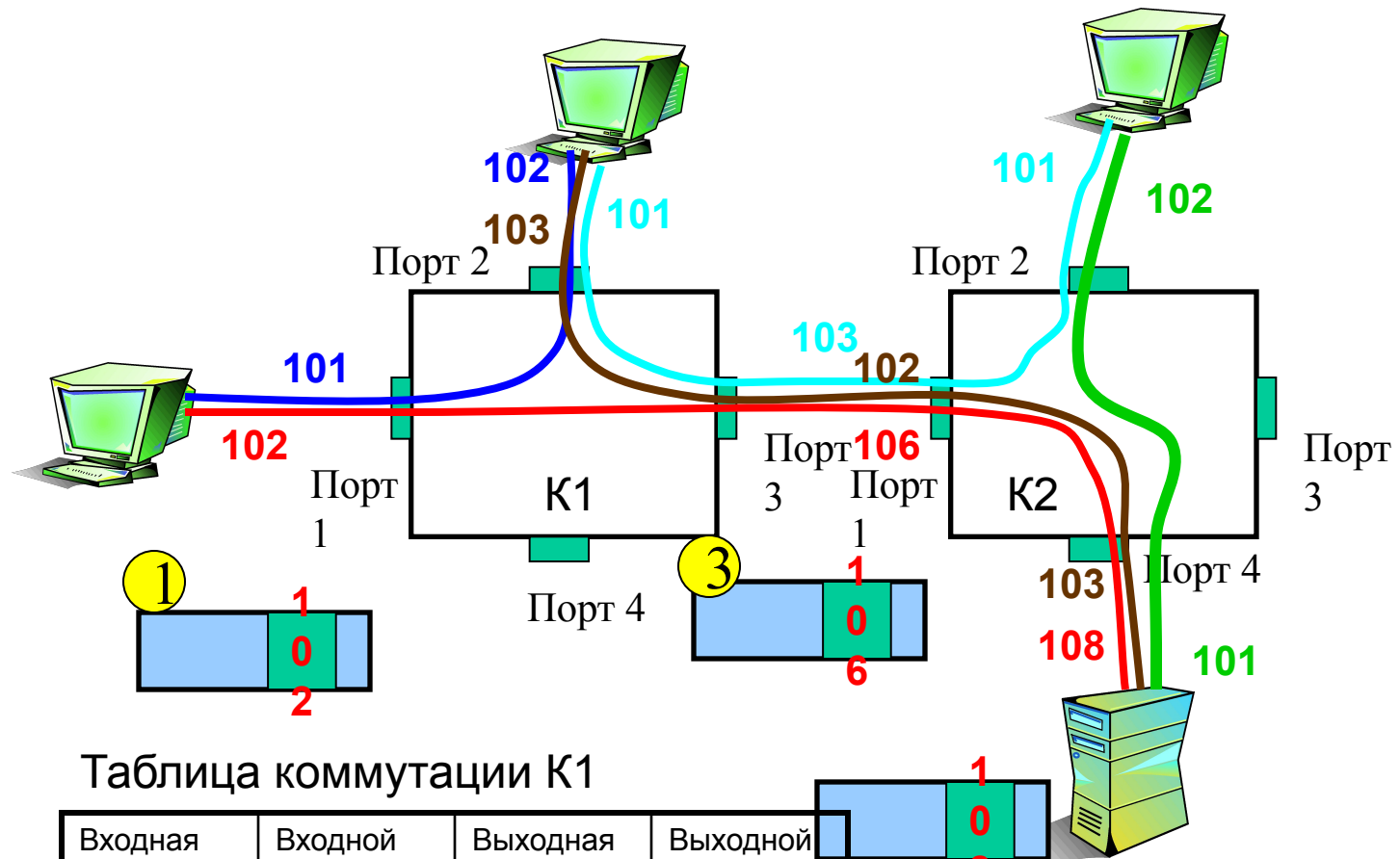


Таблица коммутации K1

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

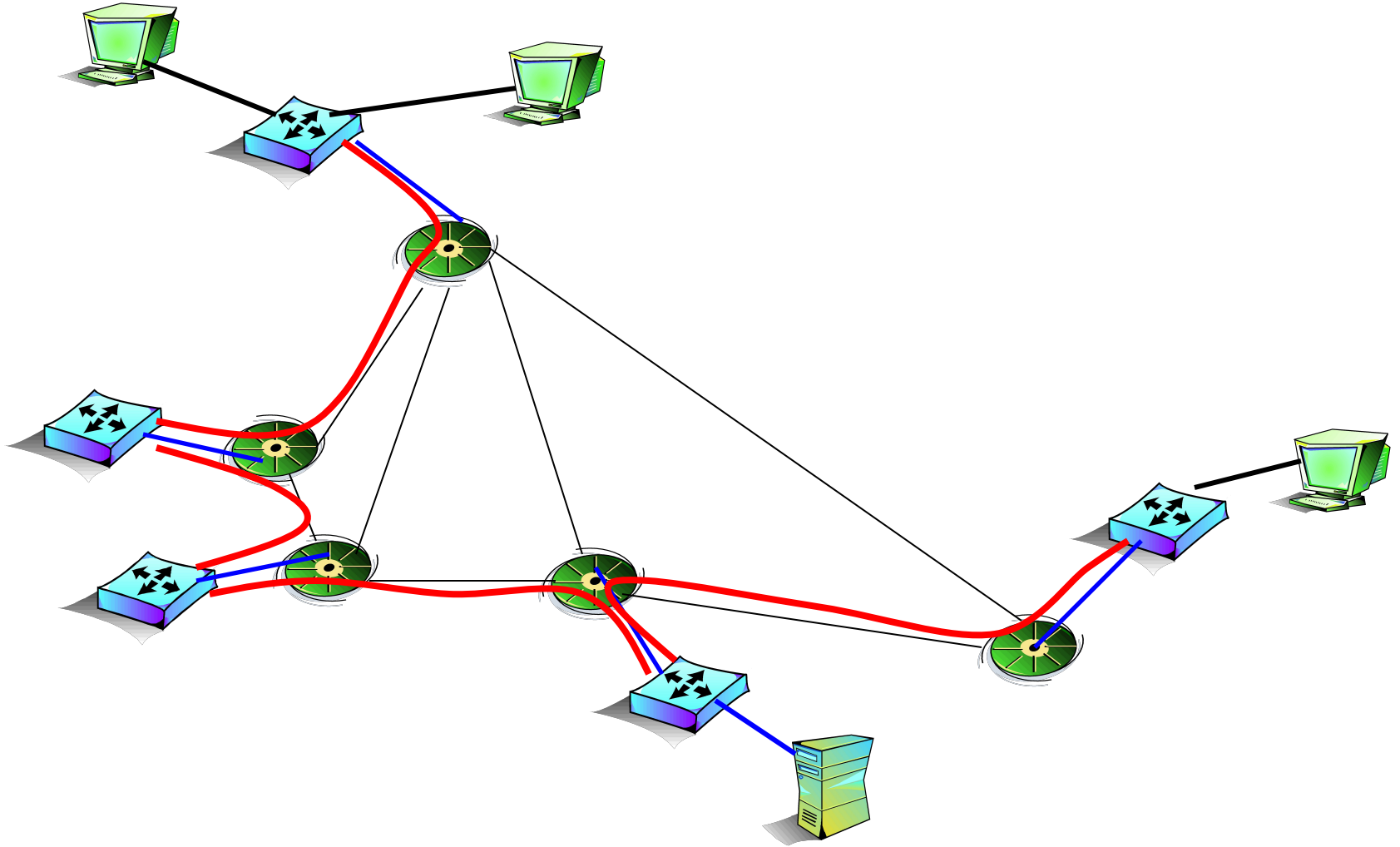
## 3. Ускорение выполнения операций маршрутизации

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

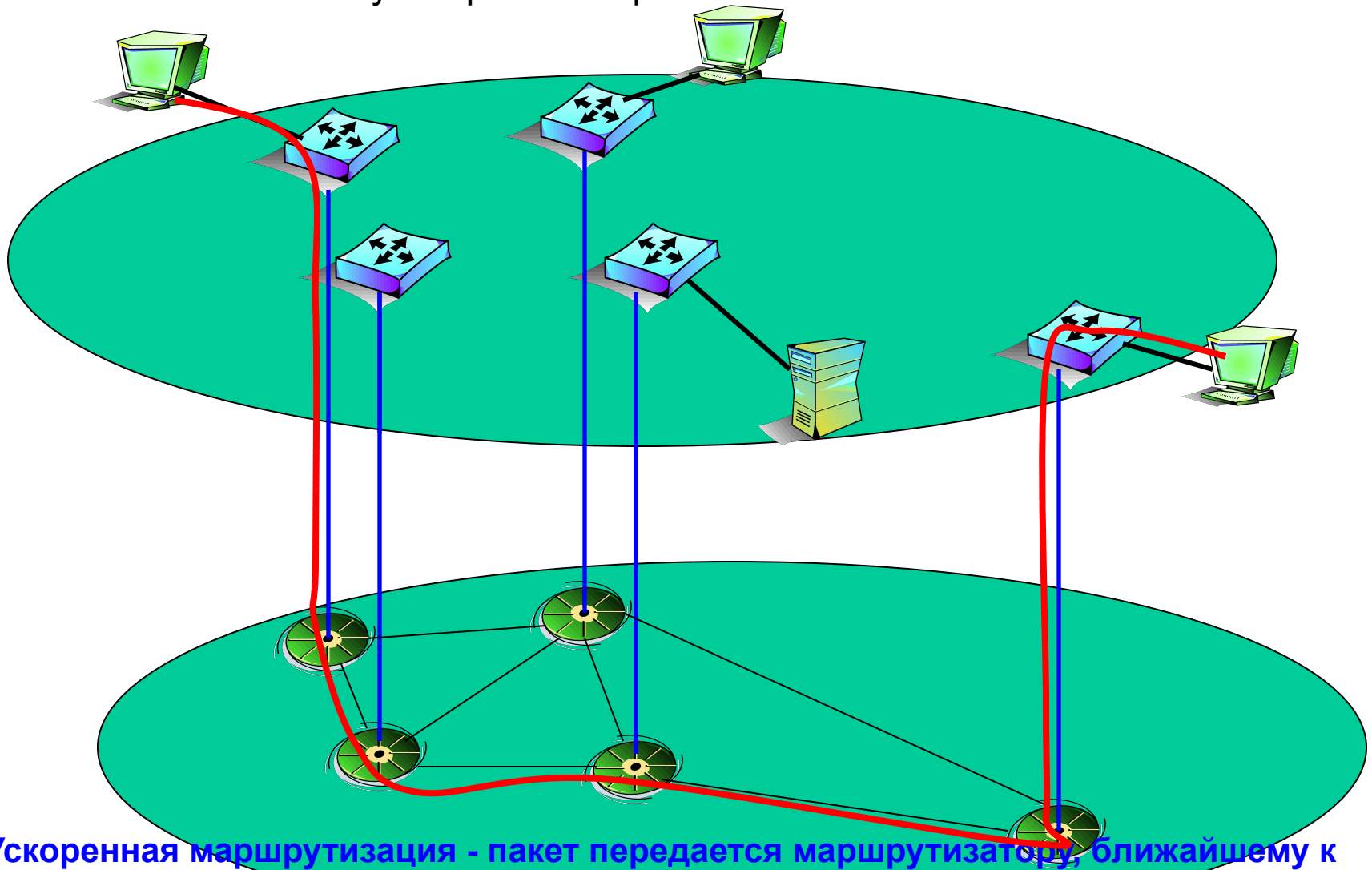
The diagram illustrates a network architecture with two distinct domains. The top domain, highlighted in light blue, contains five blue square routers and three end devices (two desktop computers and one server). The bottom domain, highlighted in green, contains four green circular routers. Red and blue 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

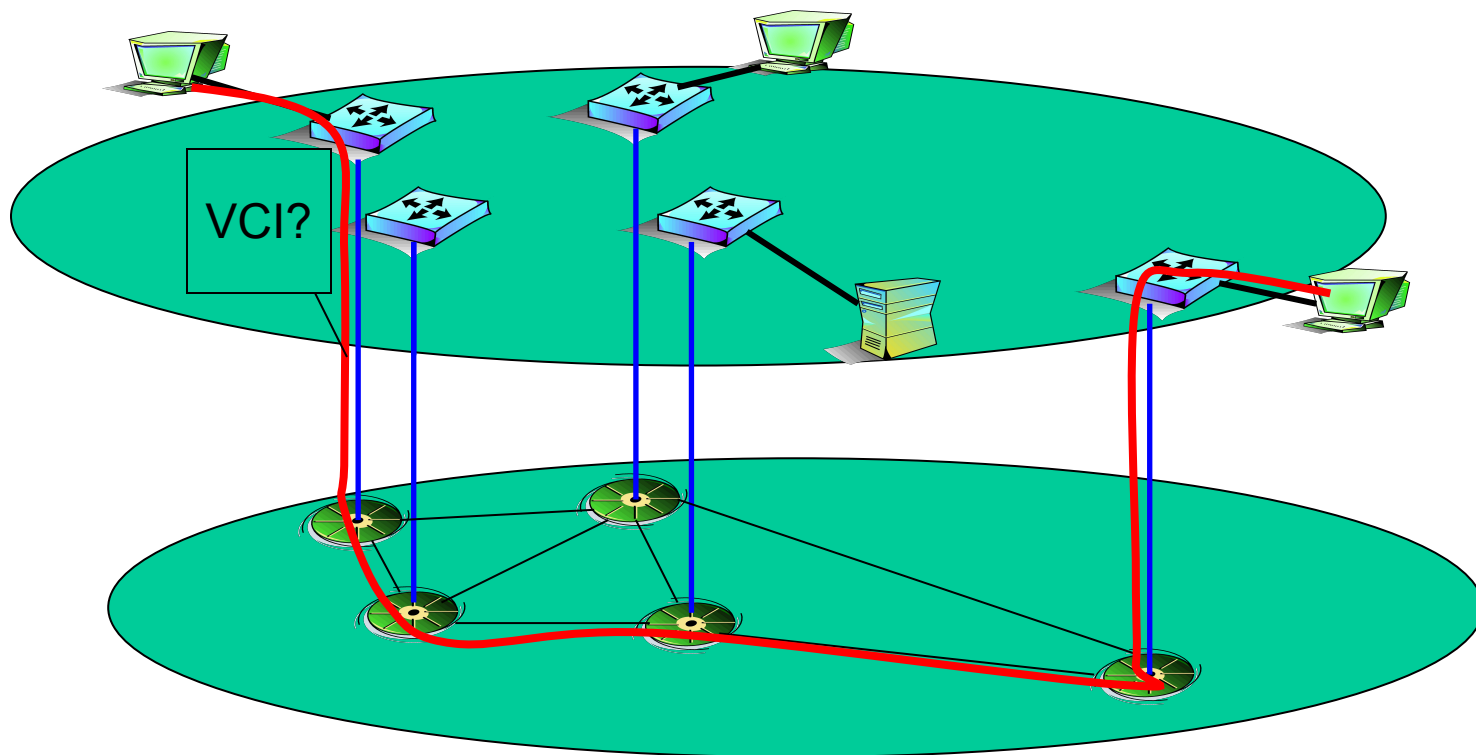


Ускоренная маршрутизация - пакет передается маршрутизатору, ближайшему к адресу назначения – один хоп между маршрутизаторами

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

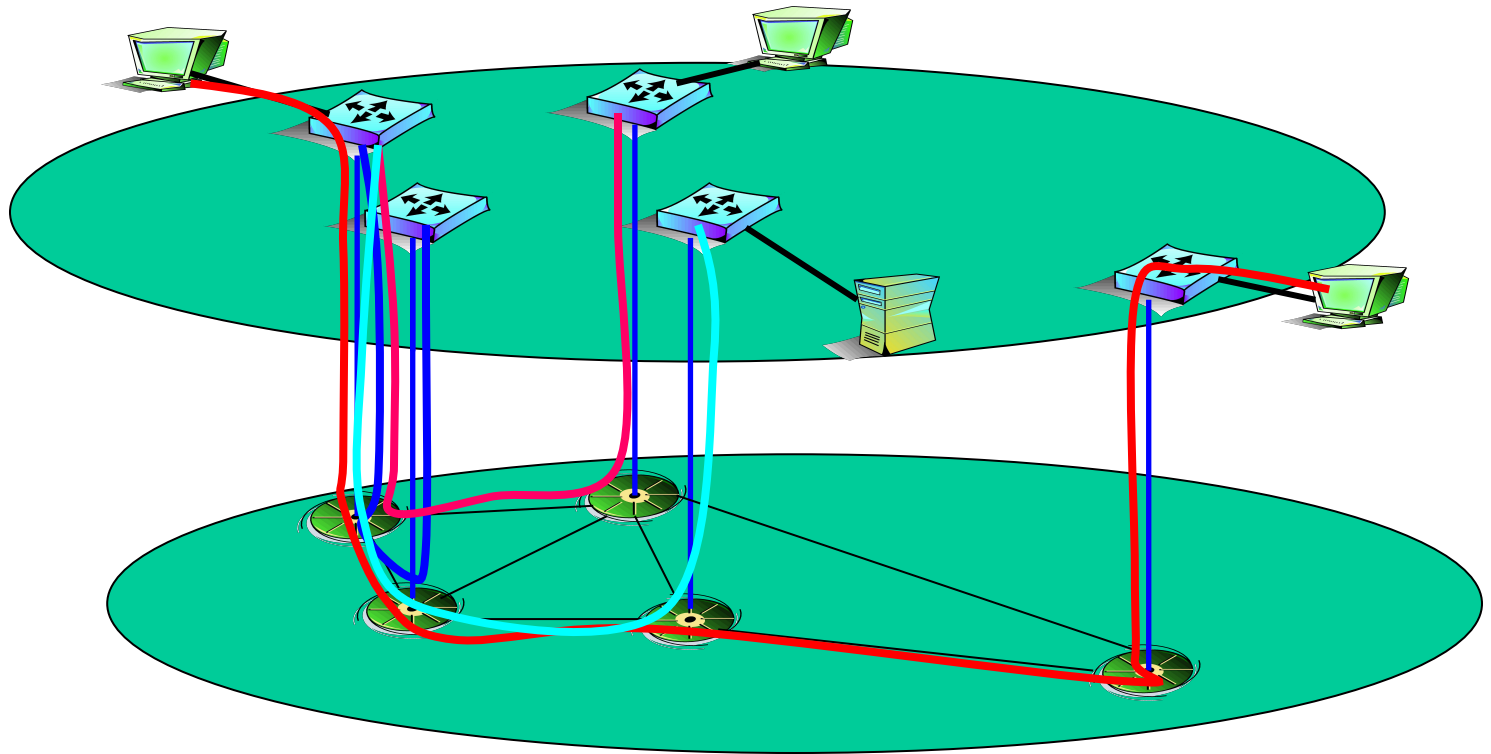


Основная проблема - как определить каналный адрес ближайшего к адресу назначения маршрутизатора ?



# Сети с виртуальными каналами

1 вариант – использование PVC

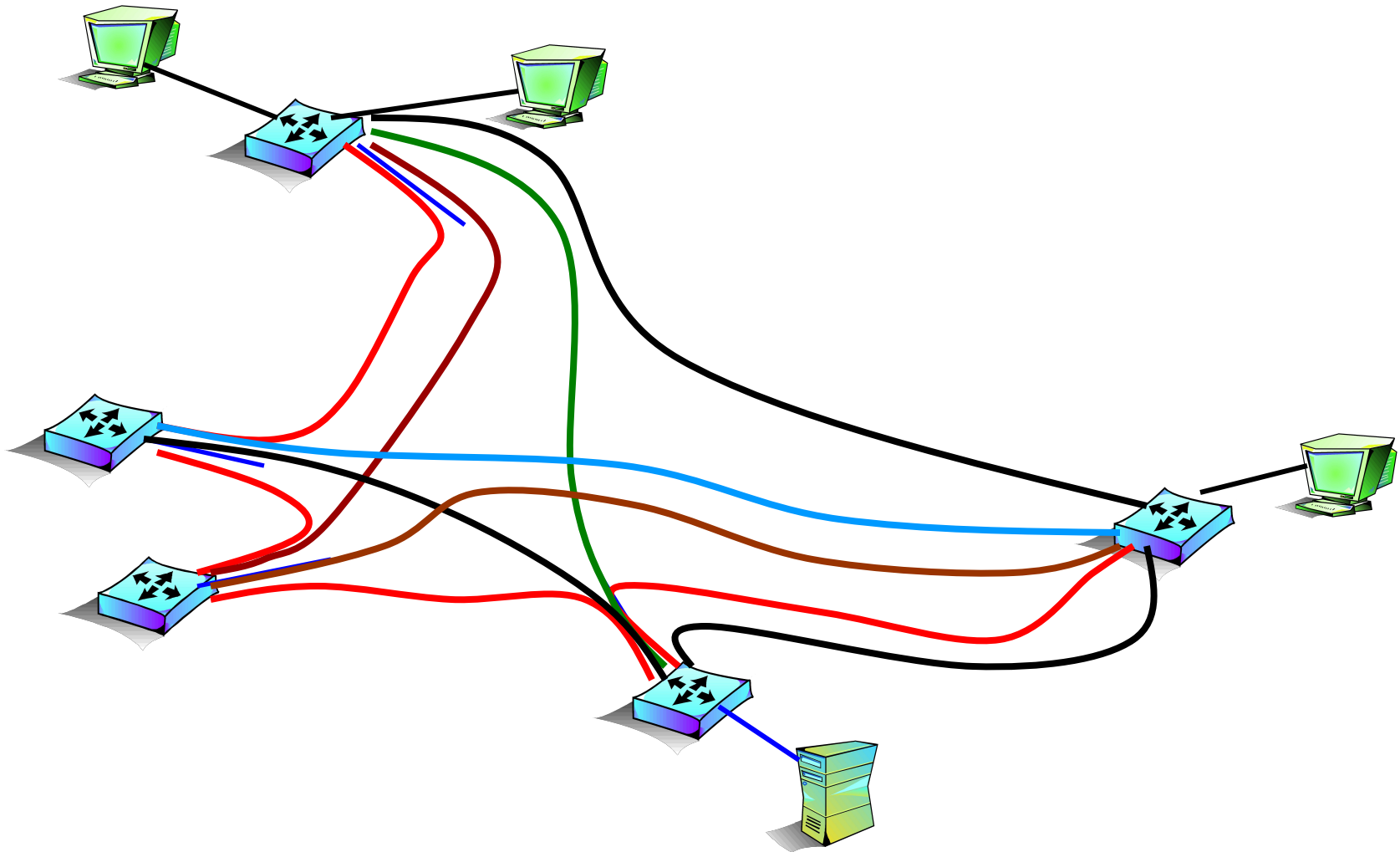


Создается полносвязная (mesh) топология – каждый маршрутизатор связан PVC с каждым

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, ...

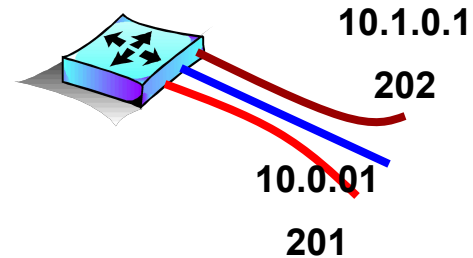
## Сети с виртуальными каналами

### 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
```

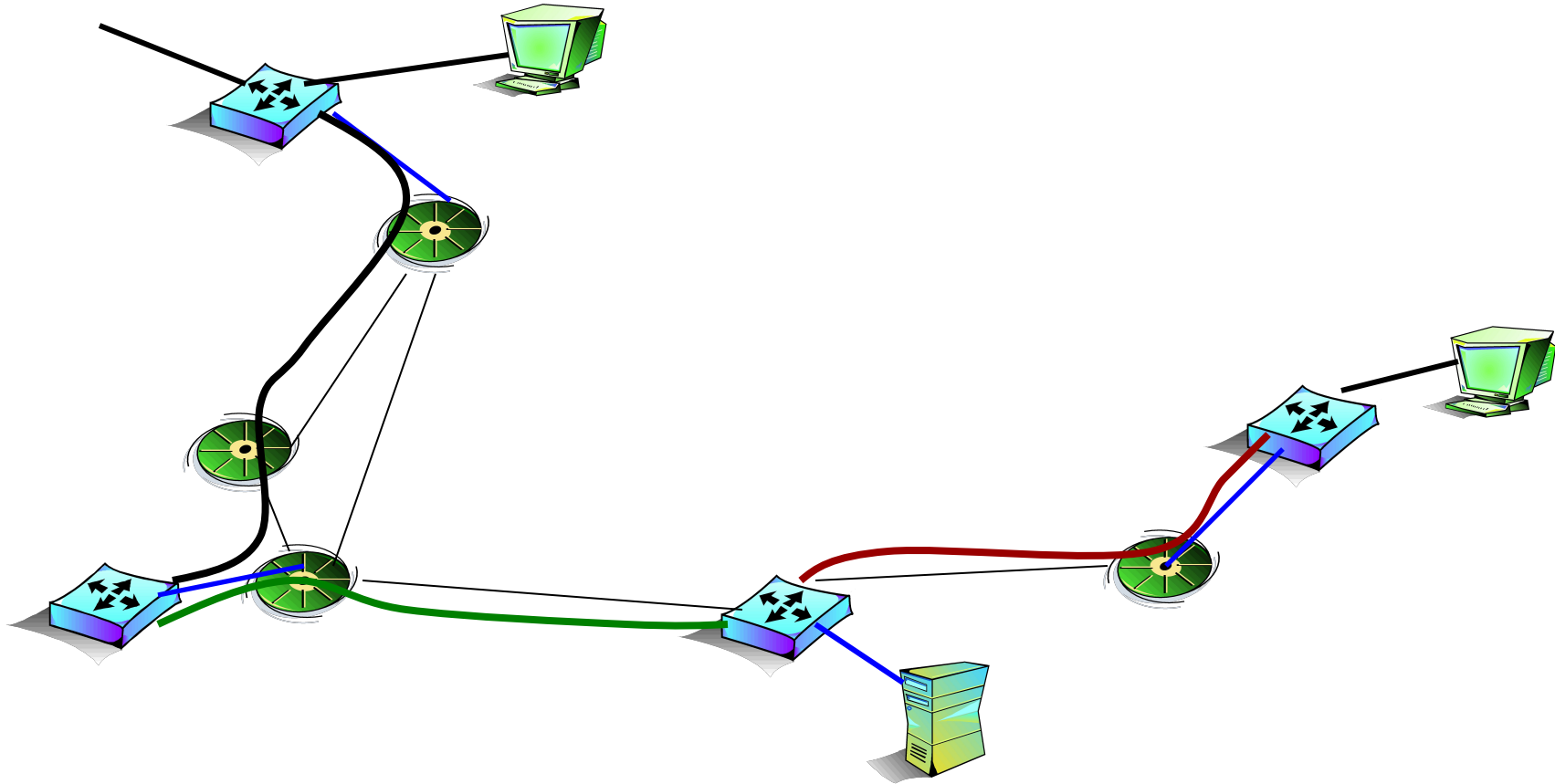
```
interface fr0/1
  ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
  ip ospf network [point-to-point]
  encapsulation frame-relay
  neighbour 10.1.0.2
  frame-relay map ip 10.1.0.2 202
```





## Сети с виртуальными каналами

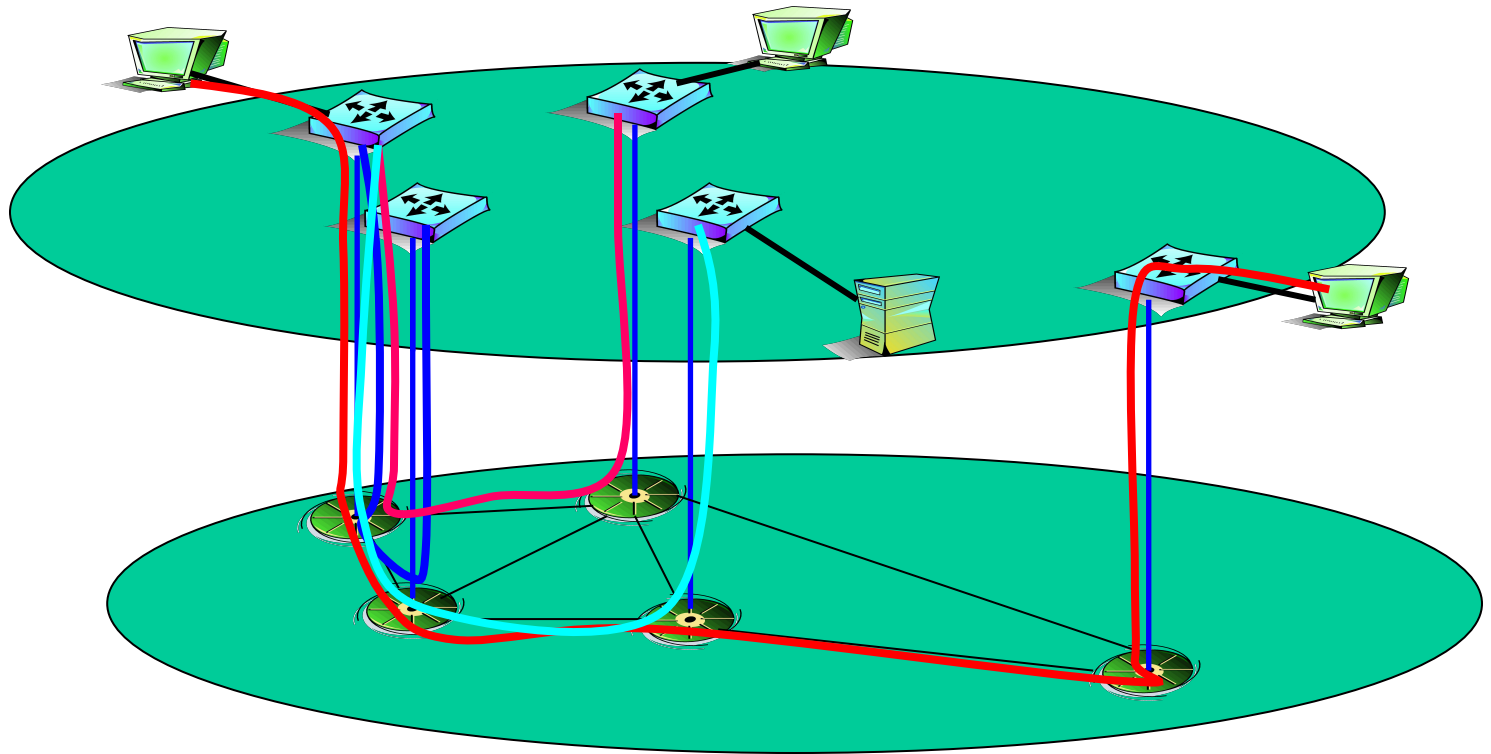
1 вариант – использование PVC – крупная сеть -  
неполносвязная



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

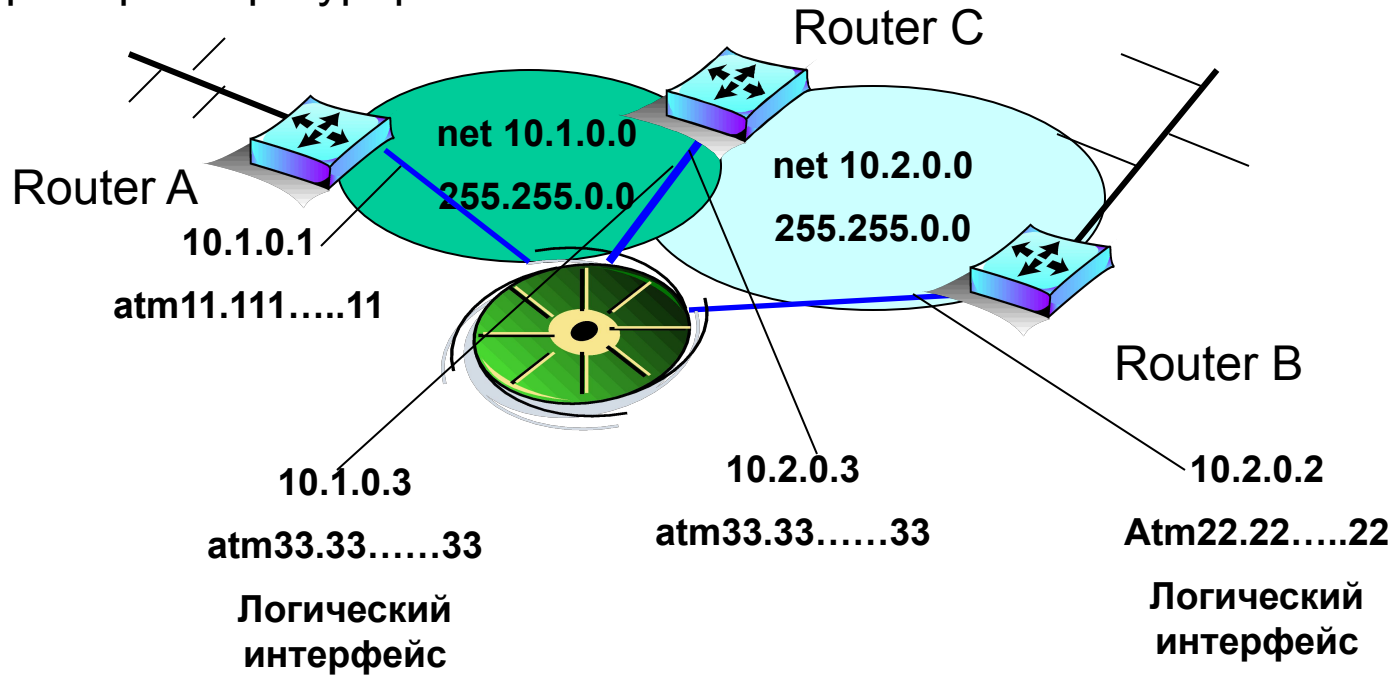
Недостаток – долгое время установления соединения

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»

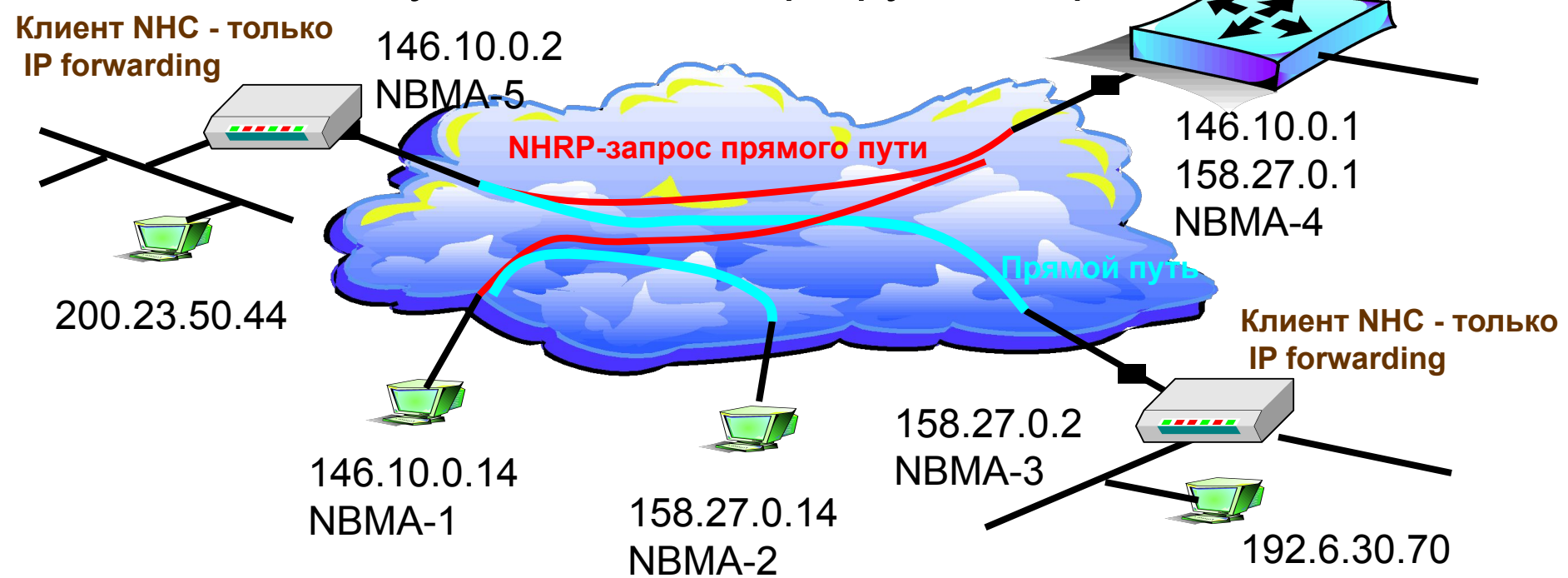
Протокол Next Hop Resolution Protocol (NHRP):

- ♦ 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

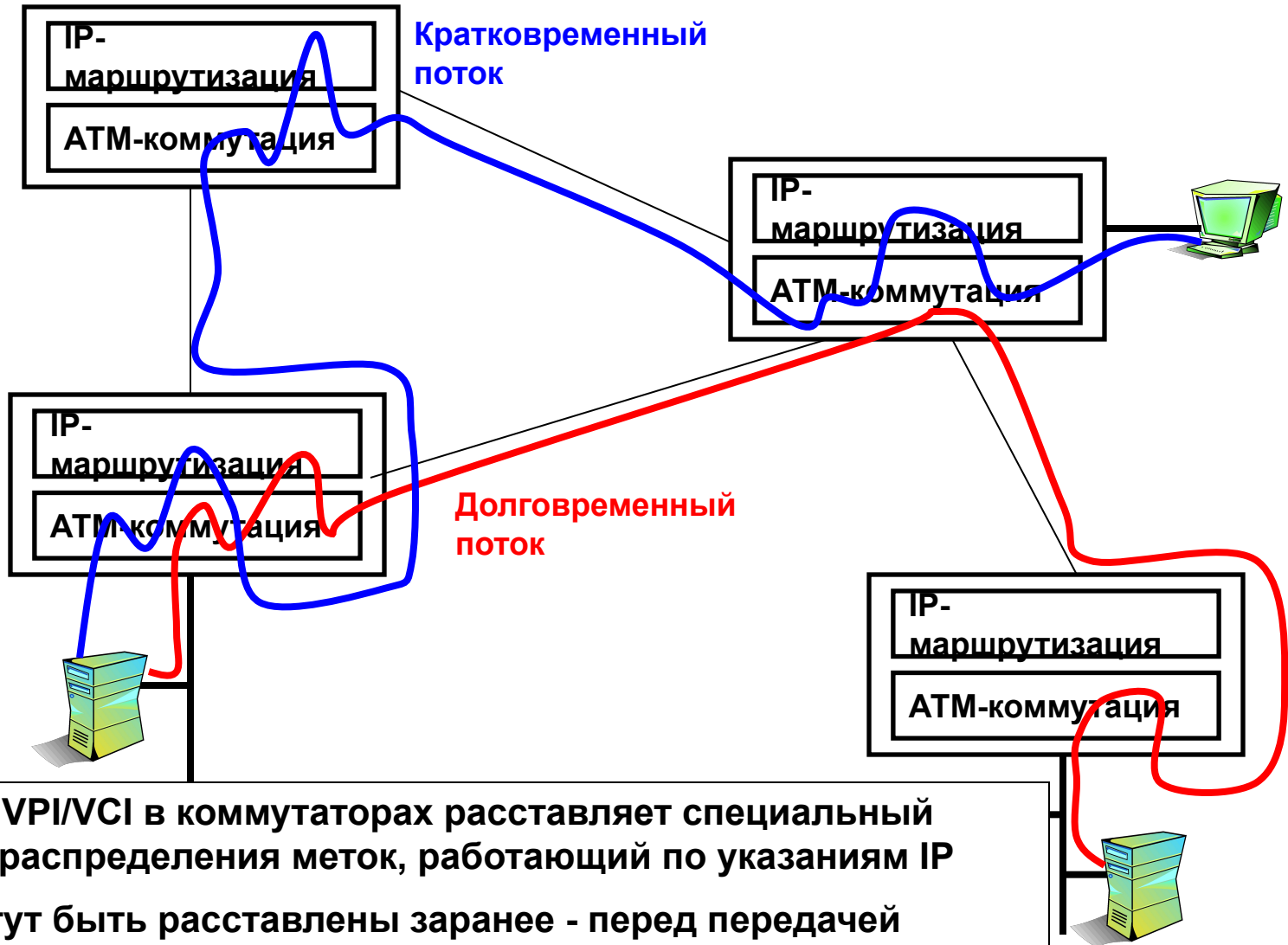
## **Основной этап - нахождение прямого пути**

- ♦ 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