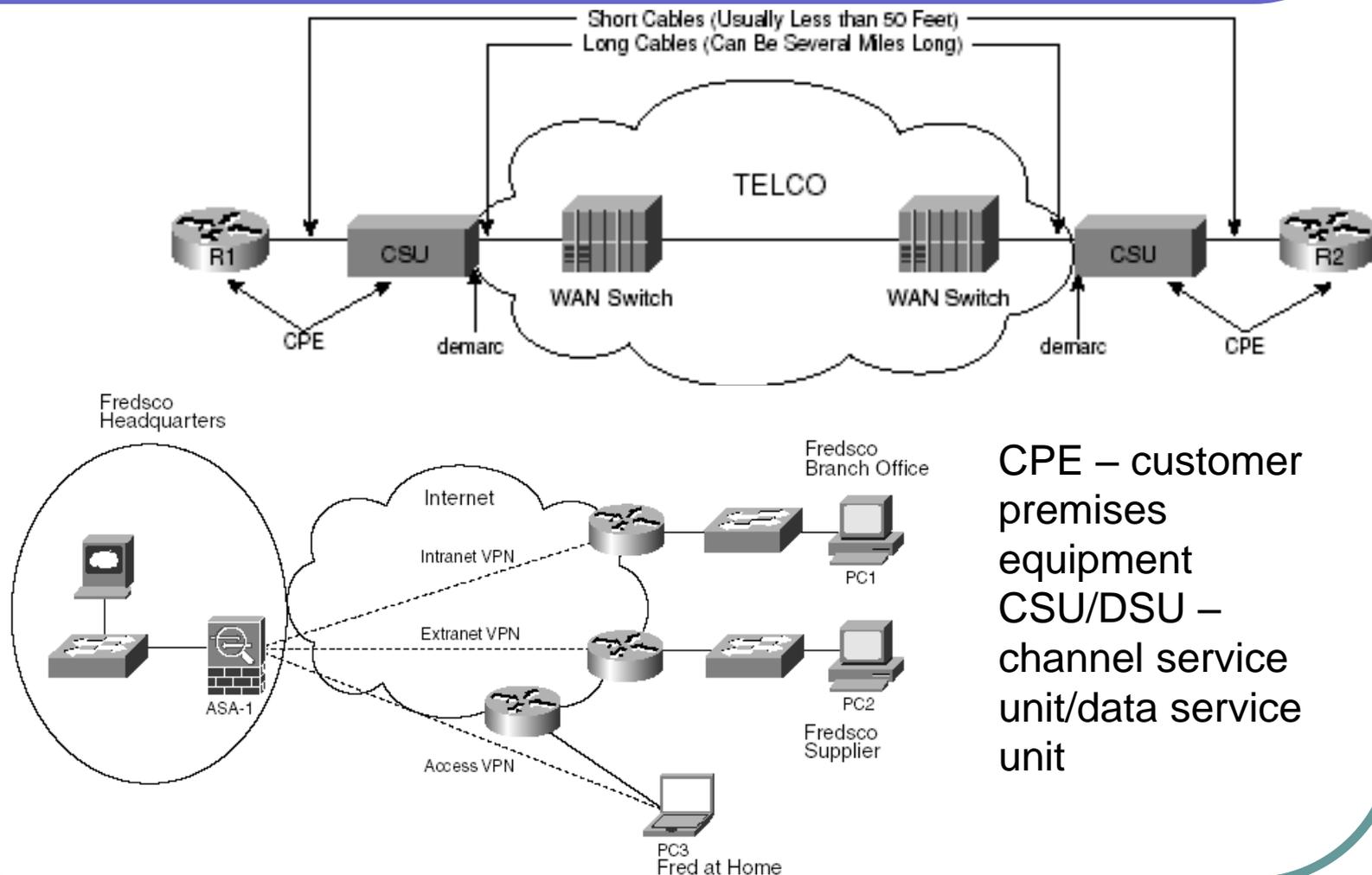


WAN и Internet решения

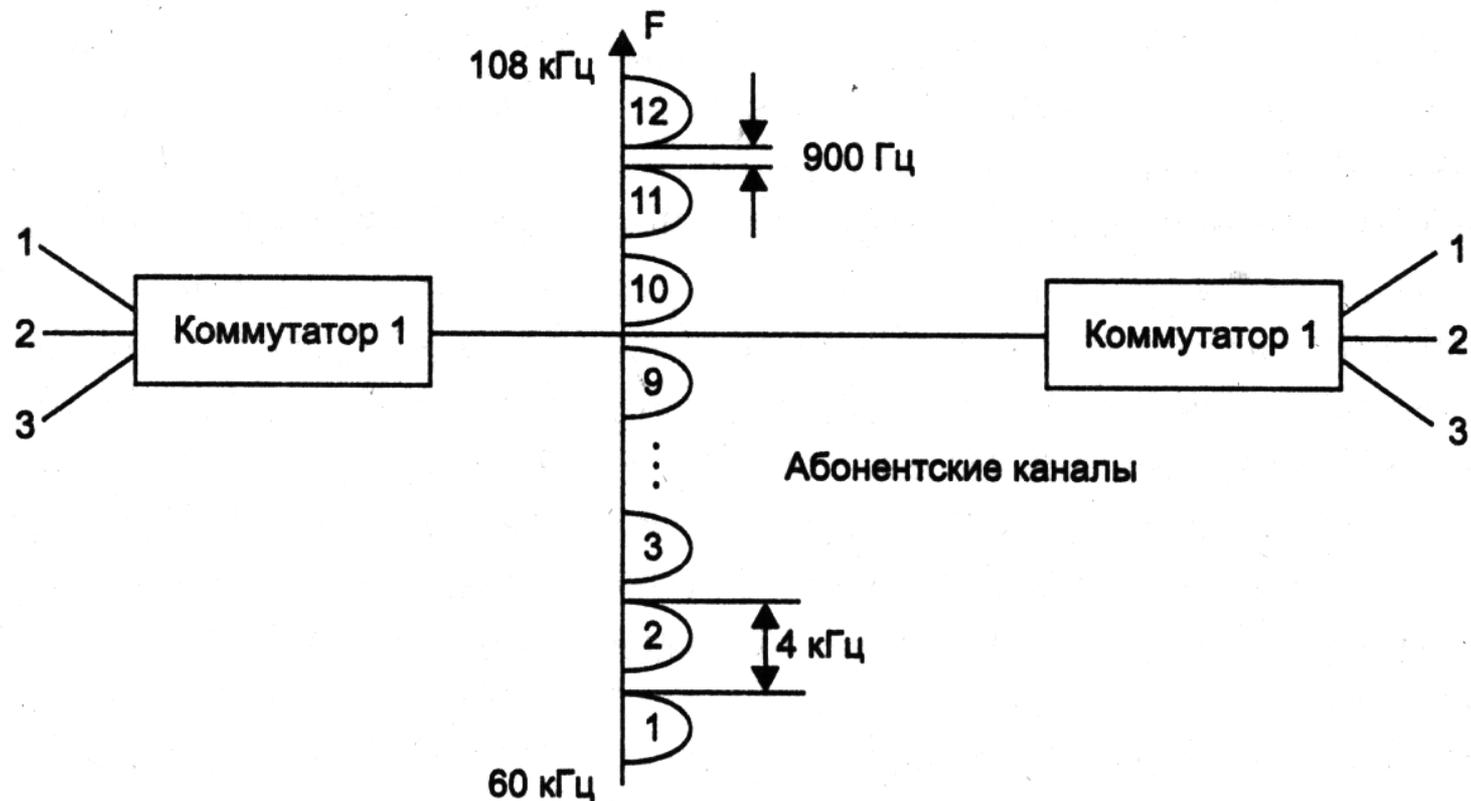


CPE – customer premises equipment
CSU/DSU – channel service unit/data service unit

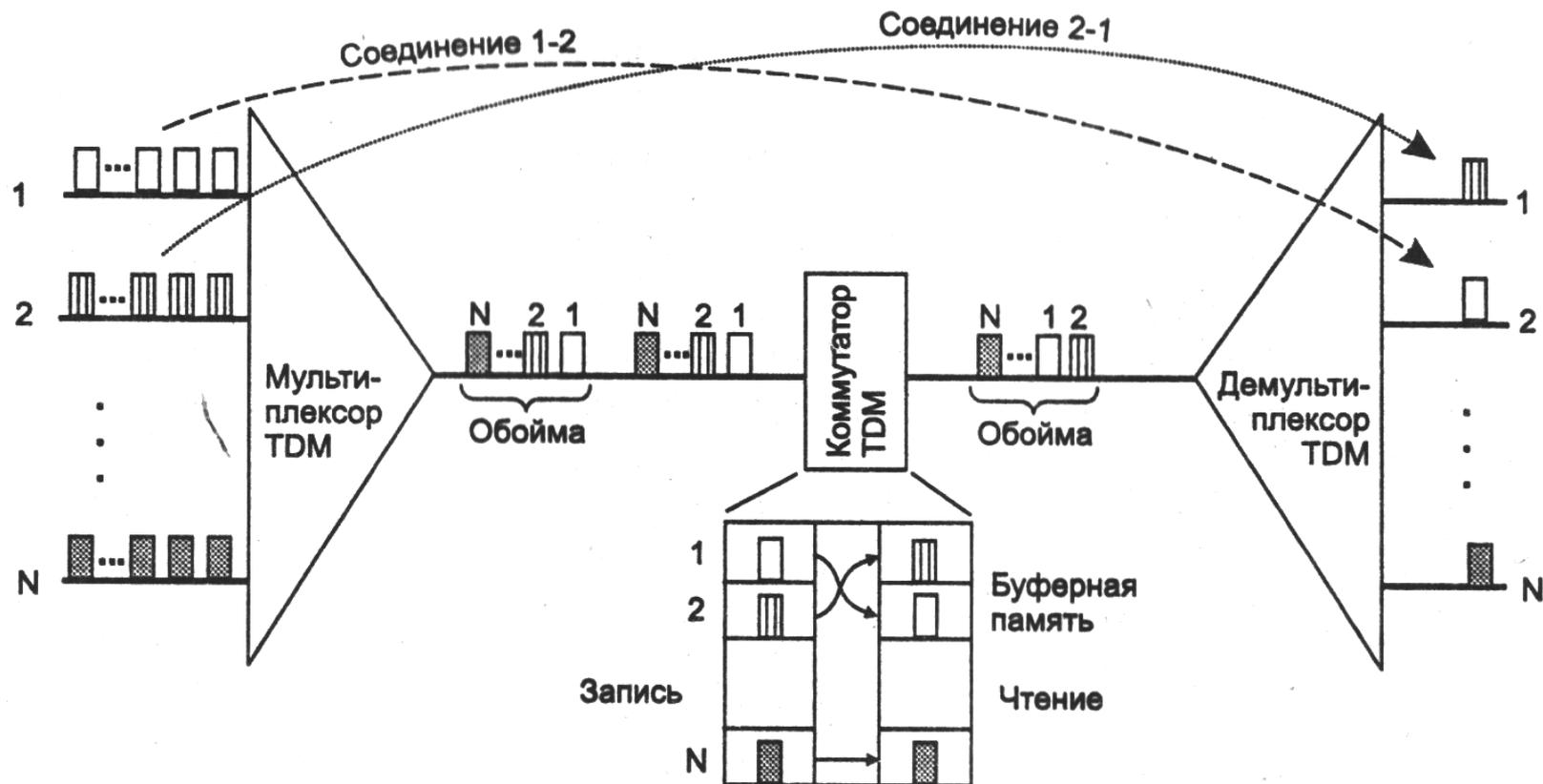
Коммутация каналов, пакетов, сообщений.

- Коммутация каналов
 - Frequency/Wavelength Division Multiplexing, FDM / WDM)
 - Time Division Multiplexing, TDM, например, Synchronous Transfer Mode, STM
- Коммутация пакетов
 - дейтаграммный режим
 - режим виртуальных цепей/каналов
- Коммутация сообщений

FDM, частотное уплотнение



TDM



Европейские и американские стандартные скорости цифровых потоков (Е-х и Т-х)

Америка				ССТТ (Европа)		
Обозначение скорости	Количество голосовых каналов	Количество каналов предыдущего уровня	Скорость, Мбит/с	Количество голосовых каналов	Количество каналов предыдущего уровня	Скорость, Мбит/с
DS-0	1	1	64 Кбит/с	1	1	64 Кбит/с
DS-1	24	24	1,544	30	30	2,048
DS-2	96	4	6,312	120	4	8,488
DS-3	672	7	44,736	480	4	34,368
DS-4	4032	6	274,176	1920	4	139,264

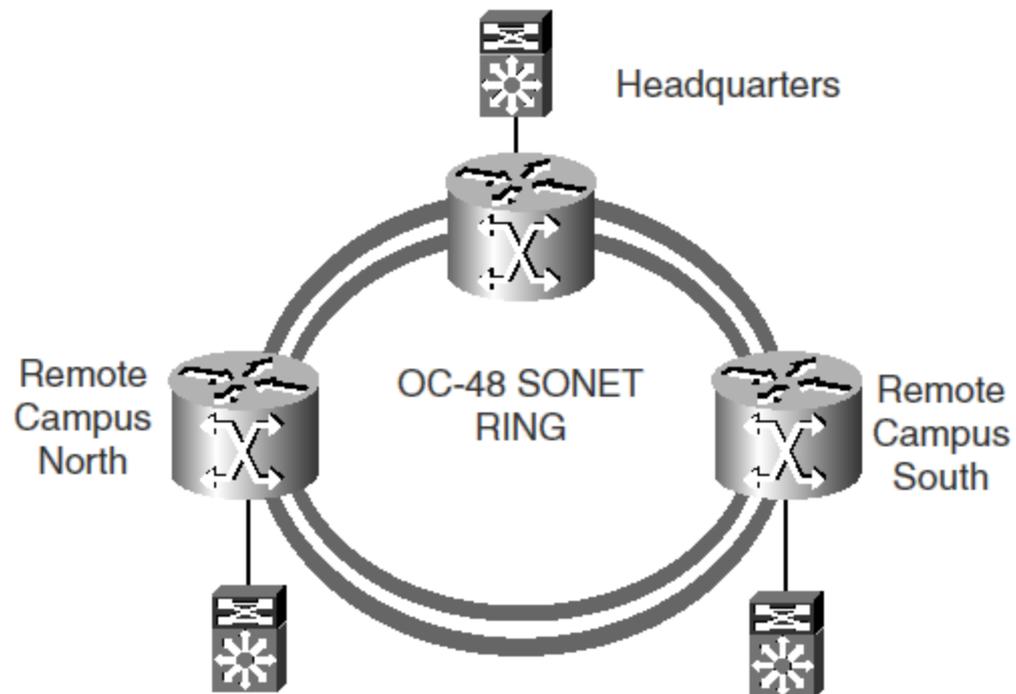
Стандартные скорости SDH(ITU-T)/SONET(ANSI)

SDH	SONET	Скорость
—	STS-1, OC-1	51,840 Мбит/с
STM-1	STS-3, OC-3	155,520 Мбит/с
STM-3	STS-9, OC-9	466,560 Мбит/с
STM-4	STS-12, OC-12	622,080 Мбит/с
STM-6	STS-18, OC-18	933,120 Мбит/с
STM-8	STS-24, OC-24	1,244 Гбит/с
STM-12	STS-36, OC-36	1,866 Гбит/с
STM-16	STS-48, OC-48	2,488 Гбит/с

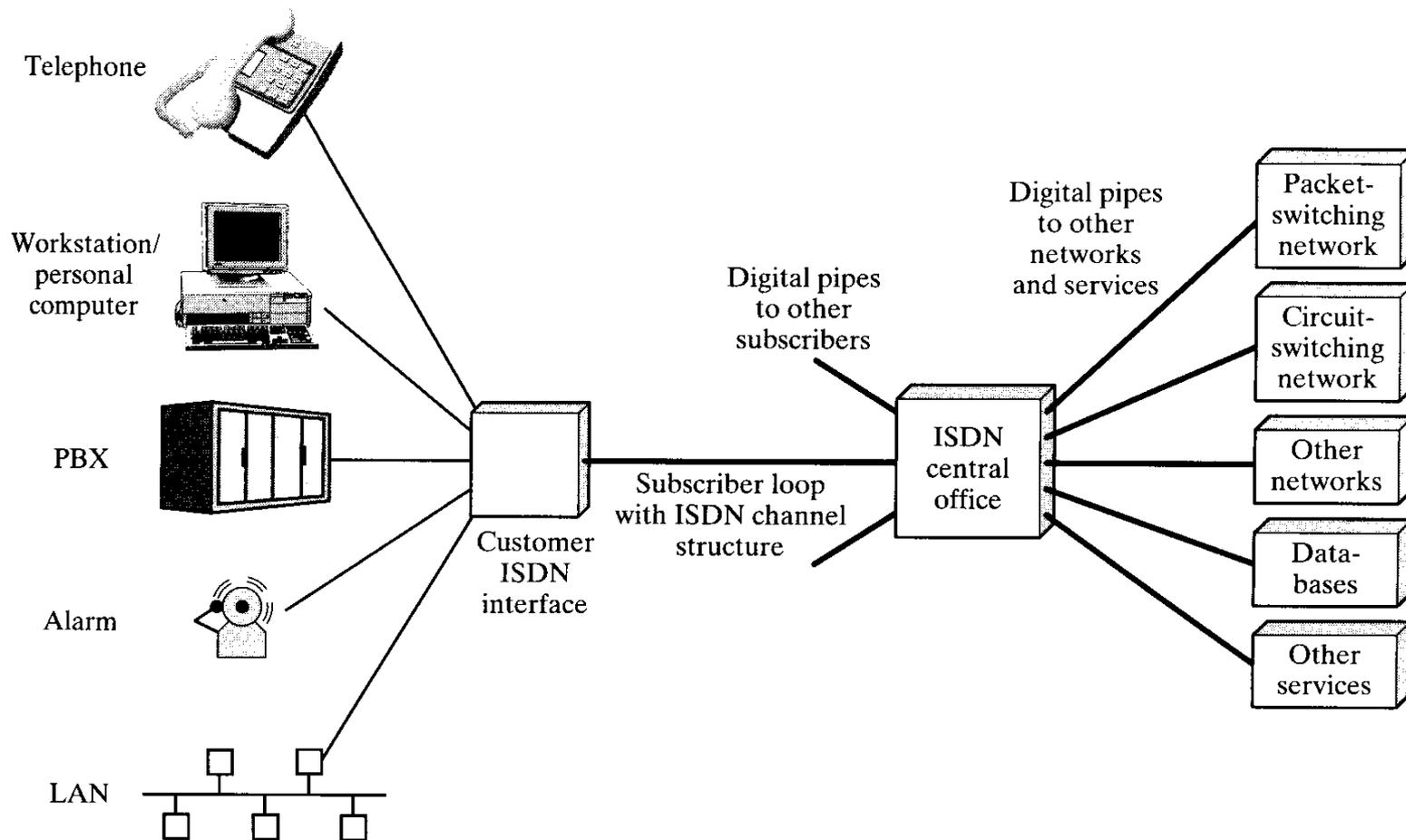
(OC-) = Optical Carrier rate

OC-192 = 9,952 Gbps, OC-255 = 13,21 Gbps

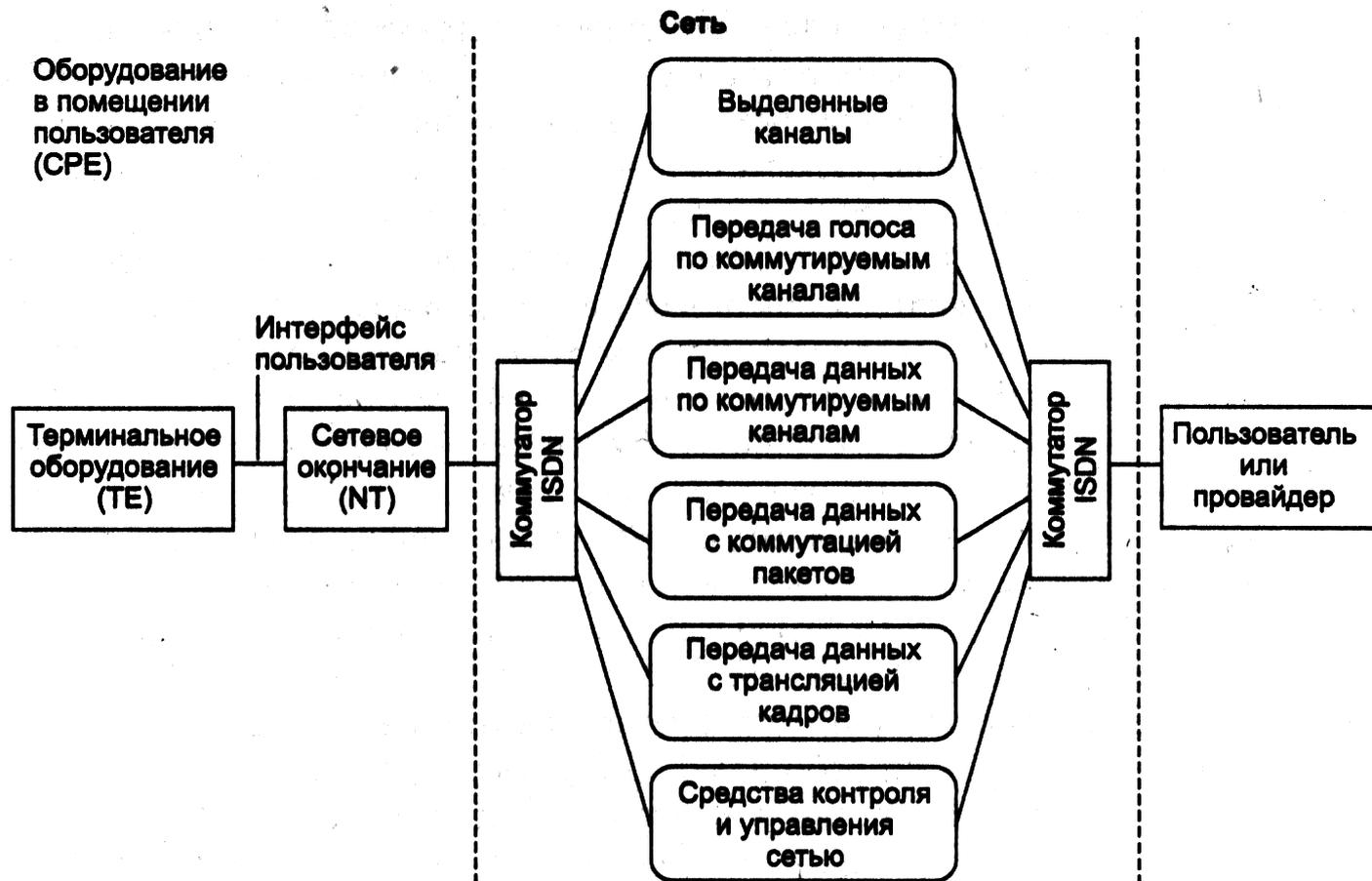
Применение SONET/SDH



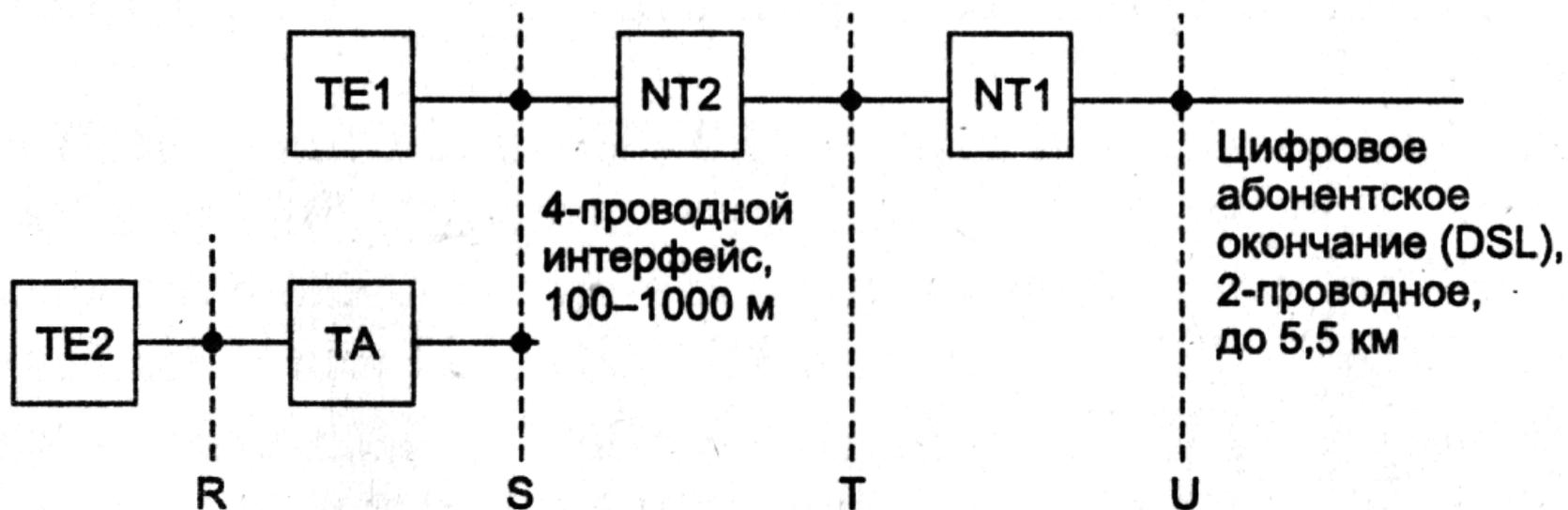
Архитектура ISDN



Службы сетей ISDN

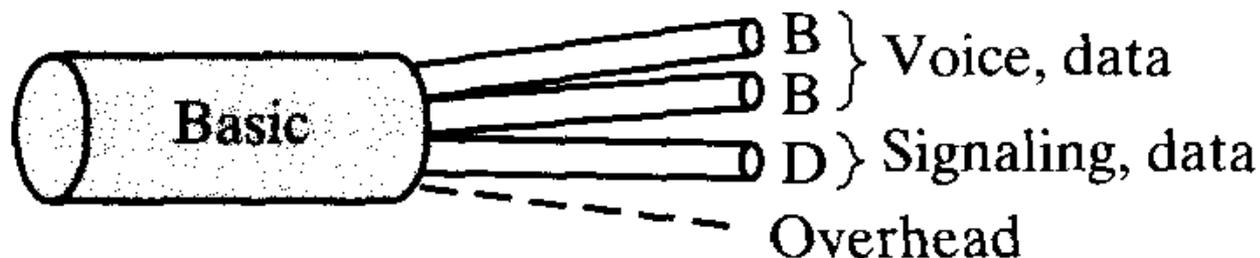


Подключение к ISDN



- В ISDN поддерживаются 2 типа интерфейса для оборудования пользователя: BRI и PRI
- Адресация в ISDN описана стандартом ITU-T E.164, выработанным на основе стандарта E.163 (международный план телефонных номеров)
- Адрес состоит из номера абонента (код страны, код города, номер) 15 десятичных цифр, и адреса абонента размером 40 десятичных цифр.

ISDN BRI – начальный (основной) интерфейс



1. Basic service

Rate: 192 kbps

Composition: B + B + D channels,
+ synchronization and framing

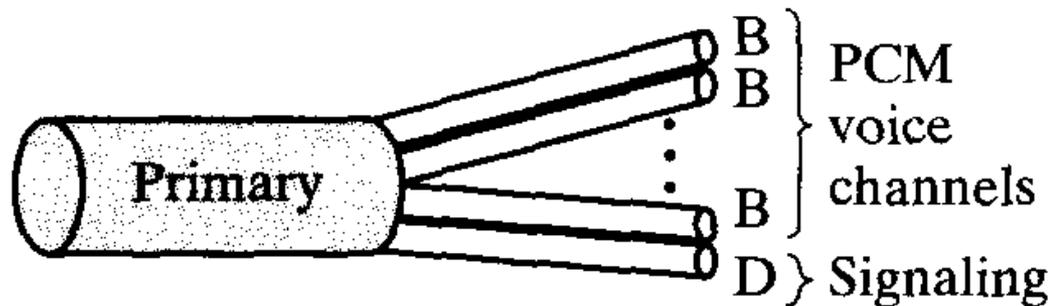
BRI – Basic Rate Interface (обычно предлагается, как 128 Kbps канал):

2 канала типа B для передачи данных, оцифрованной речи 64 Kbps

1 канал типа D для передачи управляющей информации 16 Kbps

$2 \times 64 + 1 \times 16 + \text{служебная информация} = 192 \text{ Kbps}$

ISDN PRI – Primary Service



2. Primary service

Rate: 1.544/2.048 Mbps

Composition: 2.048 Mbps: 30 B channels at 64 kbps each
1 D channel at 64 kbps

1.544 Mbps: 23 B channels at 64 kbps each
1 D channel at 64 kbps

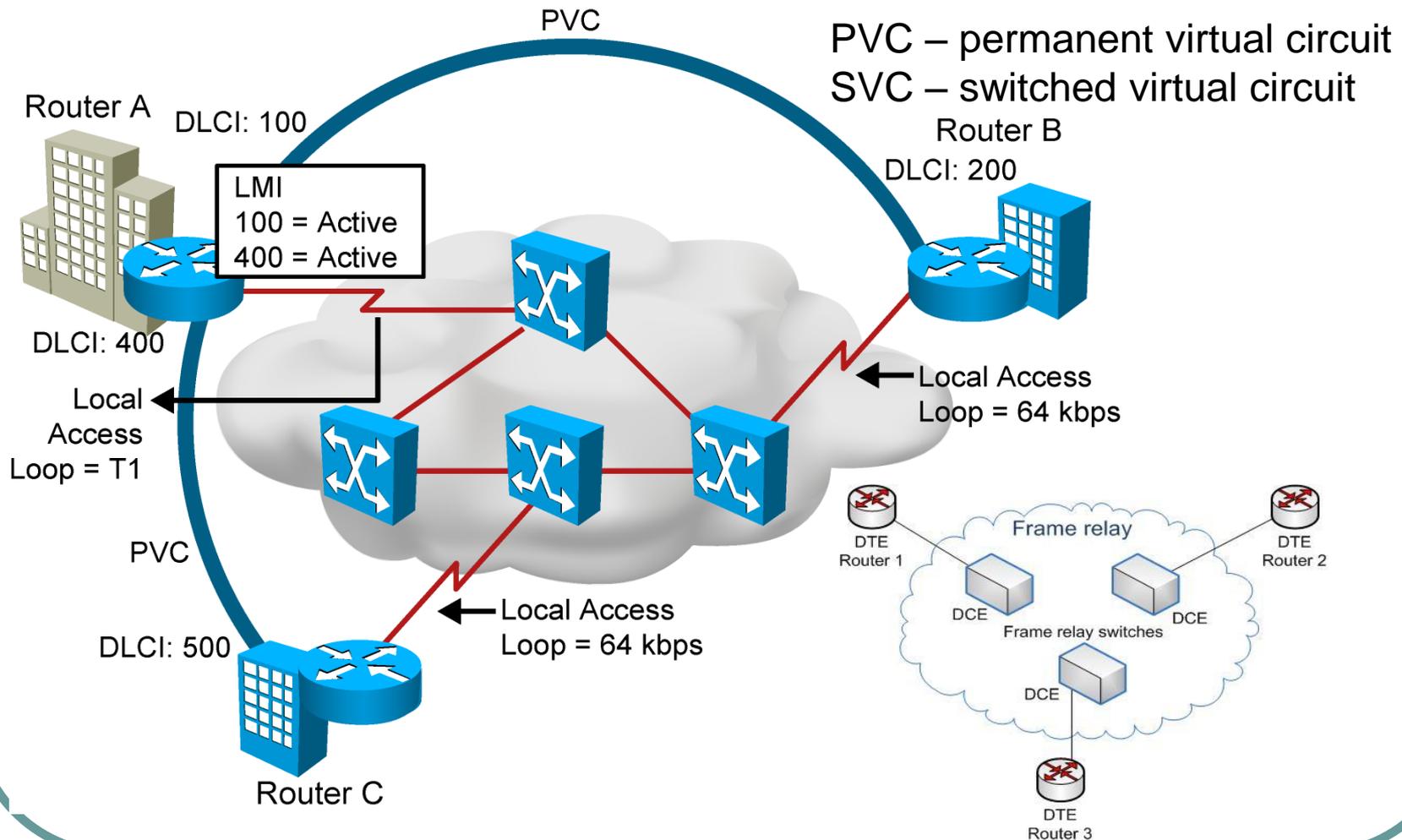
PRI – Primary Rate Interface, основной интерфейс

Состав - 30В+1D (Европа, Россия) или 23В+1D (США, Япония)

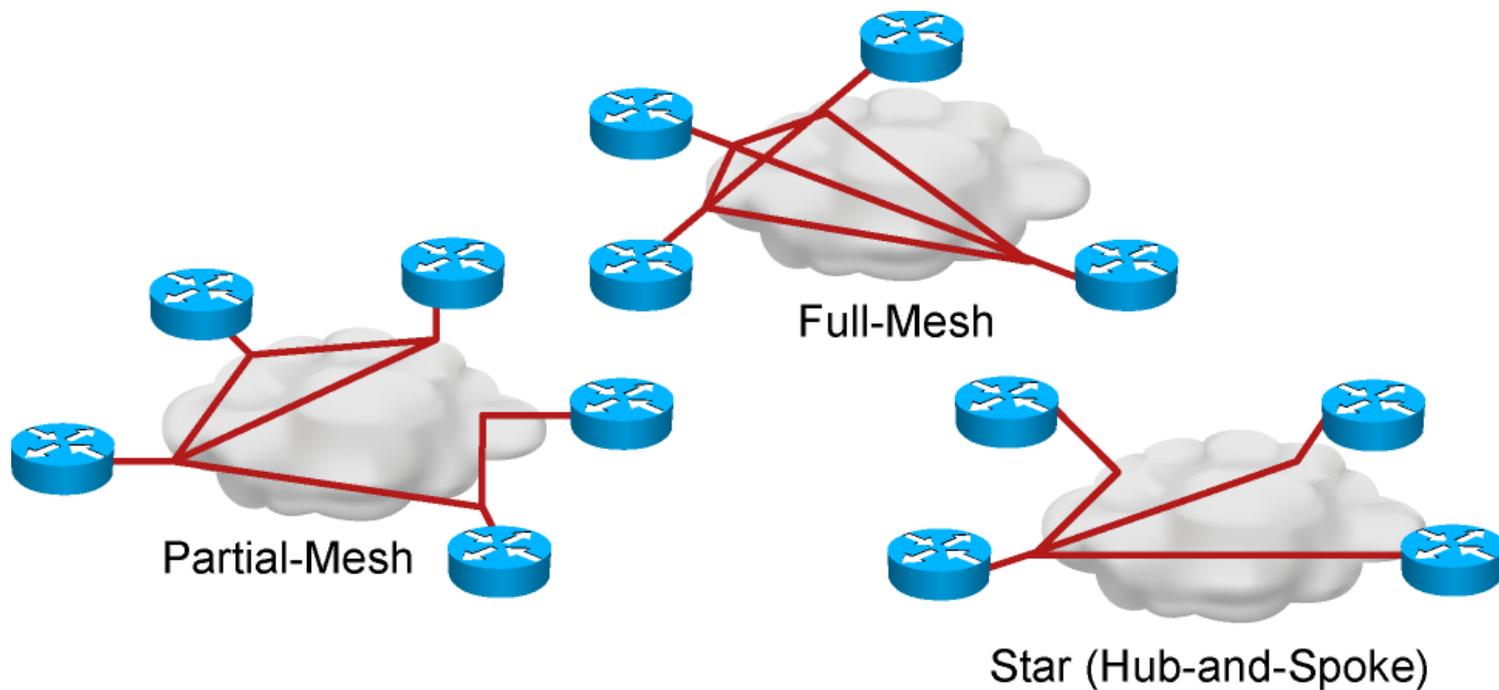
После ISDN, после ATM

- Требования к пропускной способности быстро состарили ISDN и привели к появлению новой платформы для ISDN – ATM. Старые интерфейсы стали называть N-ISDN (Narrowband), а новые B-ISDN (Broadband)
- ATM из-за сложности и стоимости, повсеместно заменяется (заменено) на MPLS
 - Идея – создания гибрида ATM (форвардинг на основе VPI/VCI) и IP, т.е. получить среднее между маршрутизацией IP-пакетов и коммутацией цепей ATM. По-прежнему это один из видов «label substitution», т.е. сеть с заменой меток на каждом участке.
- Next Generation Networks (NGN), конвергентные сети, TriplePlay, Quadruple play
 - Основная сложность – сложность перехода к NGN от обычных сетей
 - Основное устройство – Softswitch – координатор NGN-сети
 - Наиболее известная бесплатная платформа - Asterisk

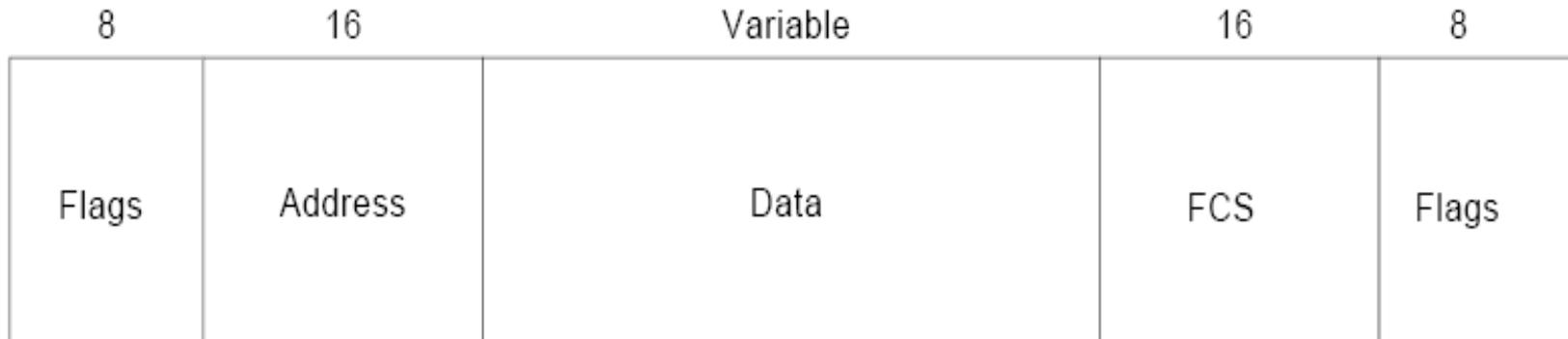
Frame Relay, сеть с коммутацией пакетов



Топологии Frame Relay

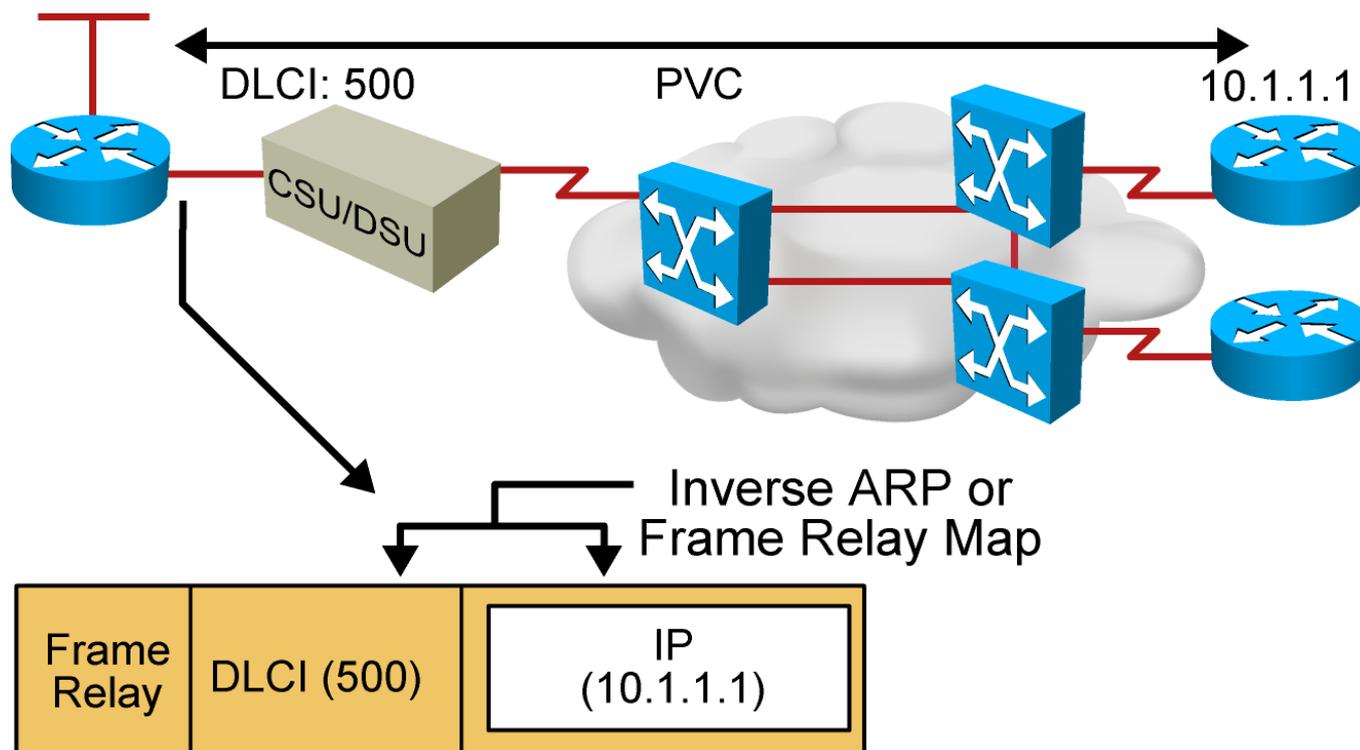


Кадр Frame Relay

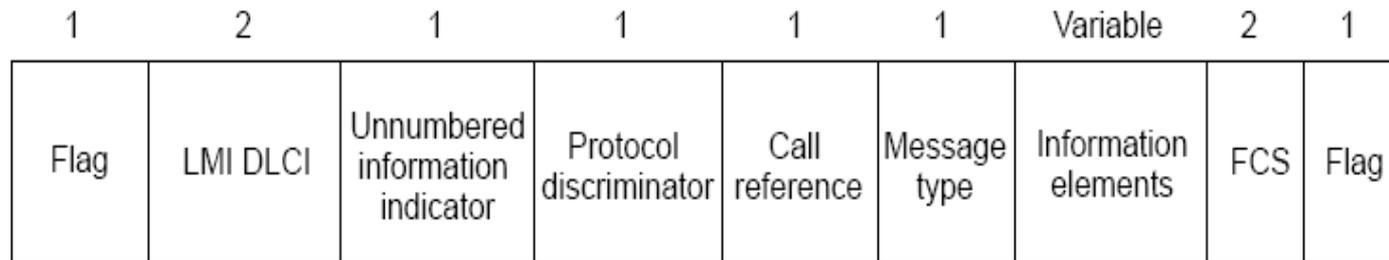


- Флаги начала и конца кадра: 7E [01111110]
- 10 бит адреса – адрес/метка направления
- 6 бит адреса – поле отслеживания перегрузок (биты-флаги FECN, BECN, DE)
- Data – содержит пакет сетевого уровня.
- FCS– frame check sequence (CRC)

Отображение DLCI в IP



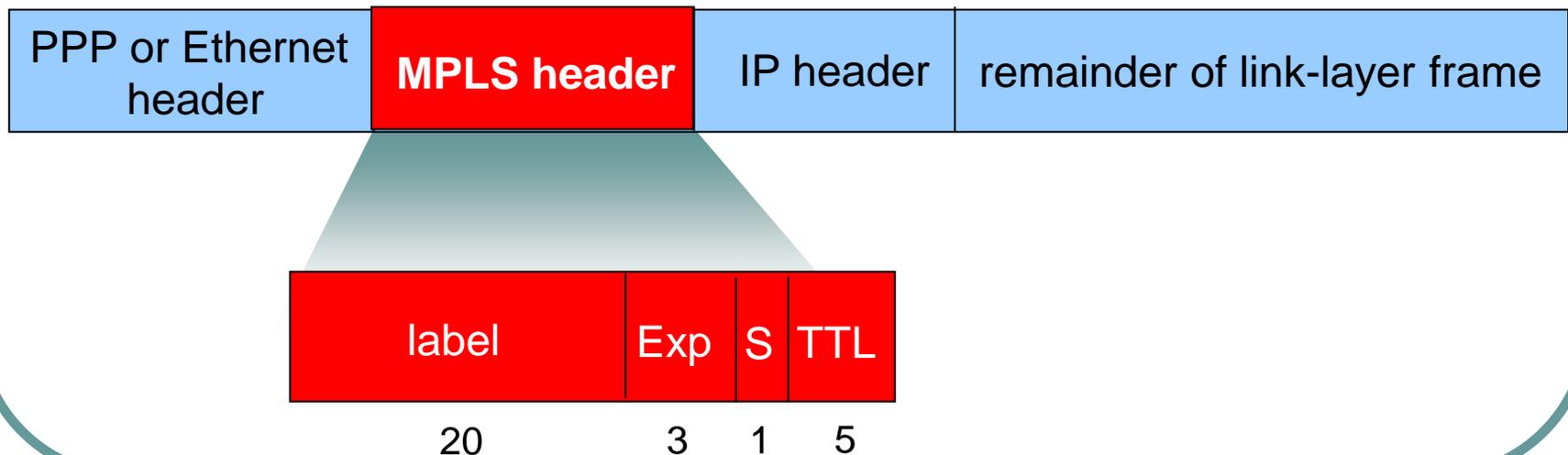
Протокол сигнализации LMI



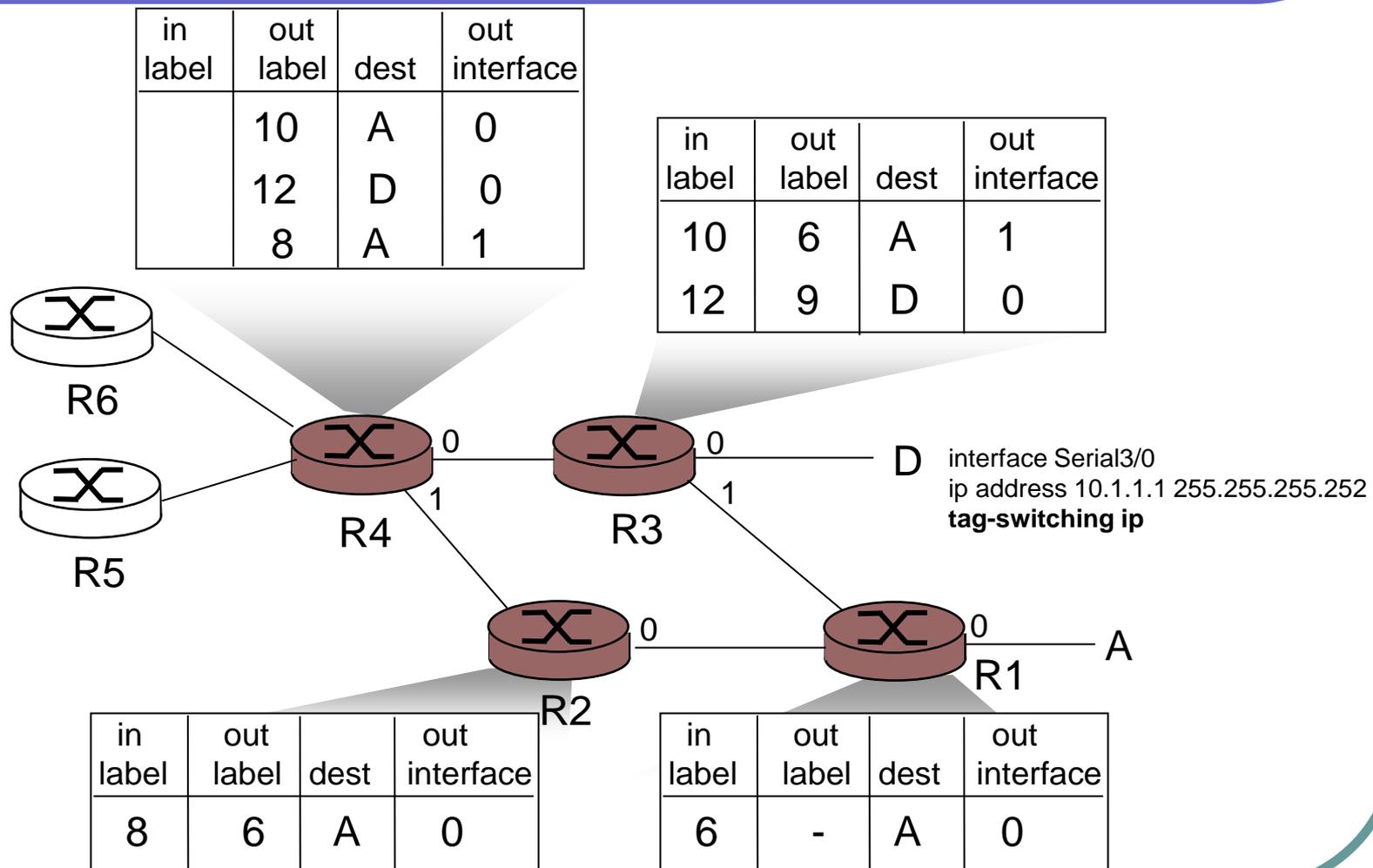
- LMI DLCI - обозначает кадр как LMI
- Message Type
 - Status-inquiry message – позволяет DTE запрашивать статус сети
 - Status message – передает информацию в ответ на запросы о PVC и keep-alive-ы

Multi-Protocol Label Switching (MPLS)

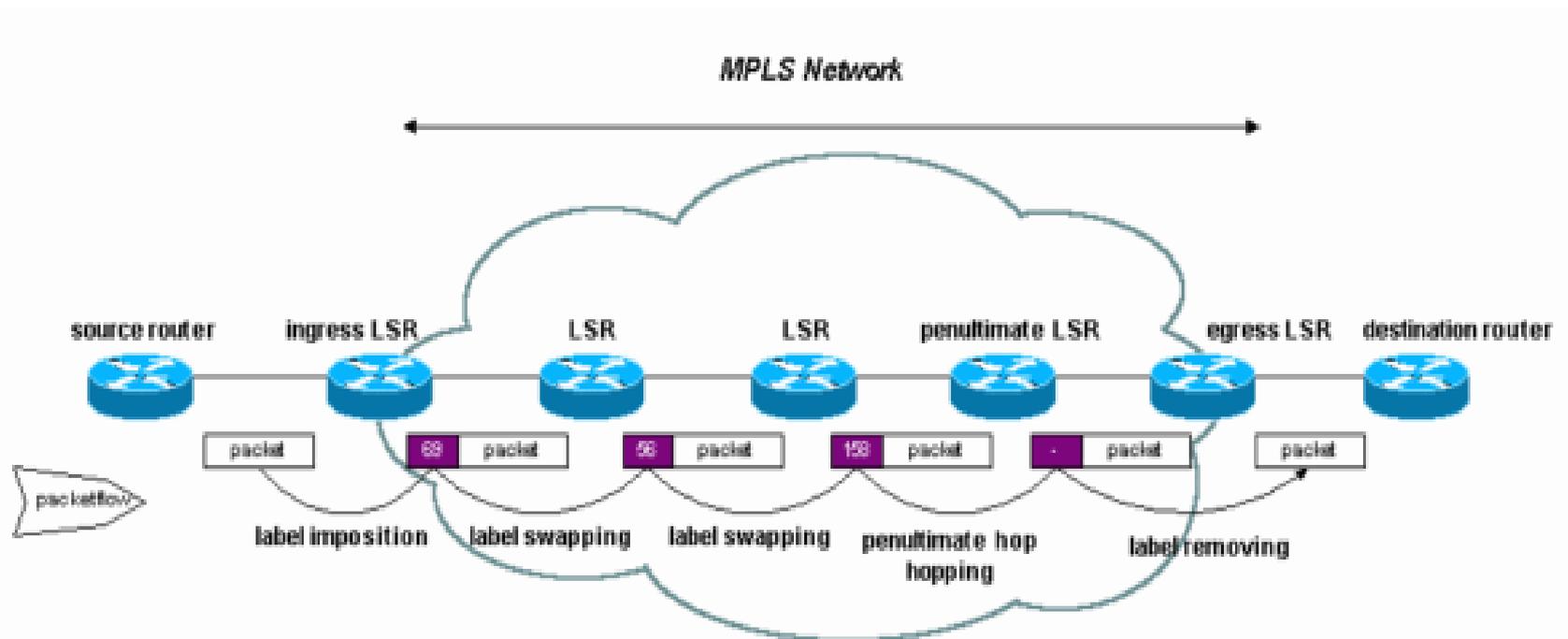
- Цель: ускорить IP доставку используя метки вместо IP адресов
 - идея Virtual Circuit (VC), «label substitution»
 - тем не менее, дейтаграмма содержит IP адрес



MPLS таблицы



Basic MPLS Using OSPF



MPLS VPN

CISCO:
“Configuring a
Basic MPLS
VPN example”

