

Представление о глобальных сетях

- Совмещение разнородных цифровых и аналоговых данных
- Передачи на большие расстояния
- Большое количество разноскоростных абонентов
- Древовидная схема дистрибуции данных и мультиплексирования и демультимплексирования

- Модуляция PCM (ИКМ) для аналоговых данных
- Коммутация каналов
- Временное разделение (тайм-слоты)

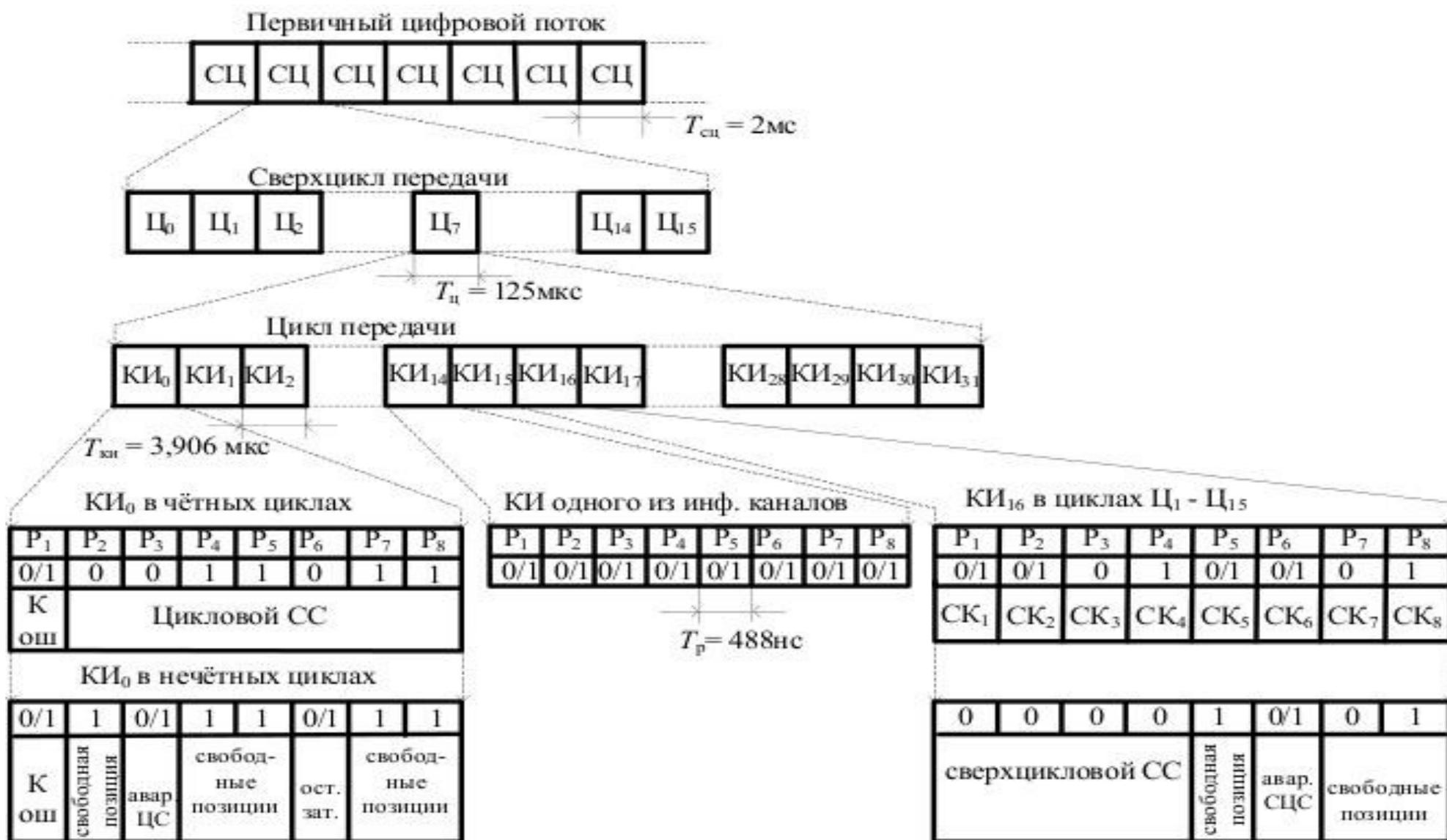
Плездохронные и синхронные иерархии (PDH, SDH)

- T/J/E 1-2-3-4 (нач. 1980-х гг)
- G.702, G.703 (1988)
- SDH/SONET (1990-е гг)
- G.707, G.774

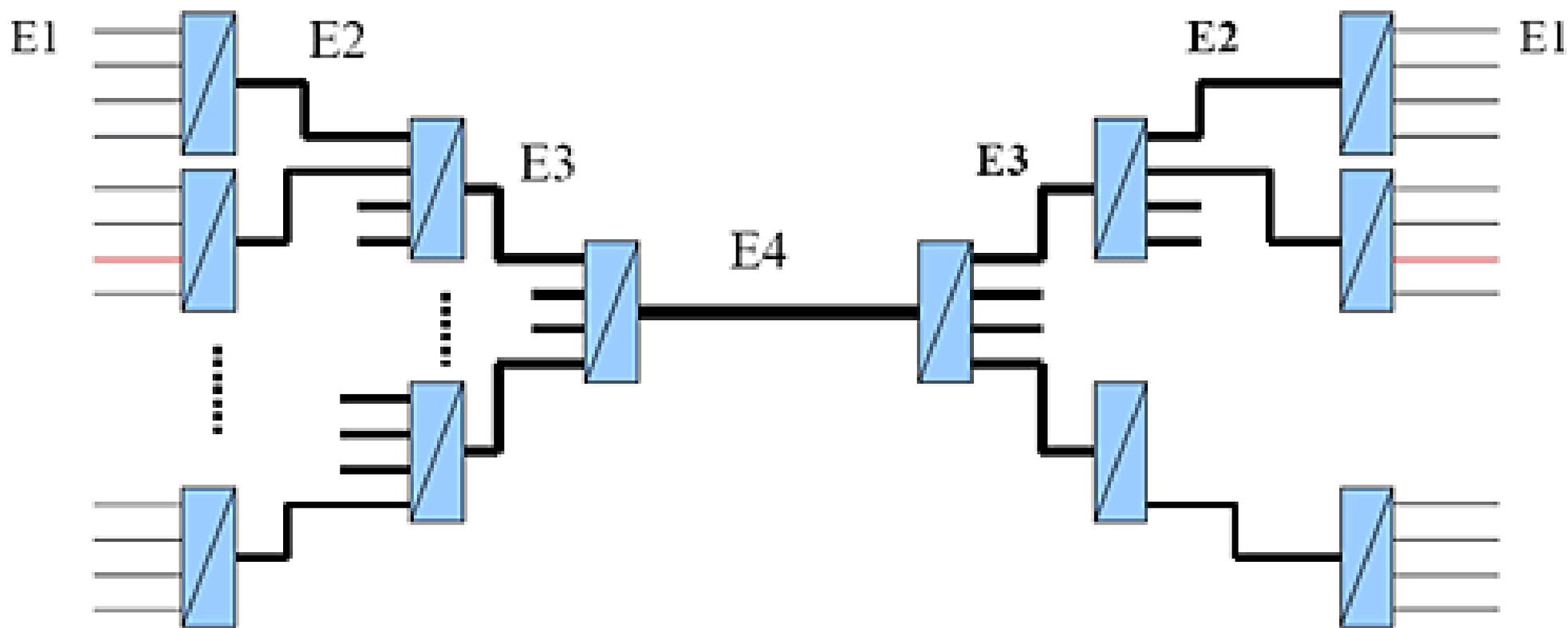
PDH

Level	USA, Tn			Japan, DSn			Europe, En		
	Speed, kbps	Quants	Mtpx	Speed, kbps	Quants	Mtpx	Speed, kbps	Quants	Mtpx
0	64	1		64	1		64	1	
1	1544	24	24	1544	24	24	2048	32	30
2	6312	96	4	6312	96	4	8448	120	4
3	44736	480	7	32064	480	5	34368	672	4
4	274176	4032	6	97728	1440	3	139264	1920	4
5	Not used			397200	7680	6	Suspended by G.702		

Мультиплексирование в канале E1



Мультиплексирование в канале E1 (продолжение)



Недостатки ПЦИ

- Издержки на подключение абонированных, но простаивающих каналов
- Кодировка РСМ без сжатия
- Сложность мультиплексирования/демупльтиплексирования
- Сложность сопряжения национальных стандартов

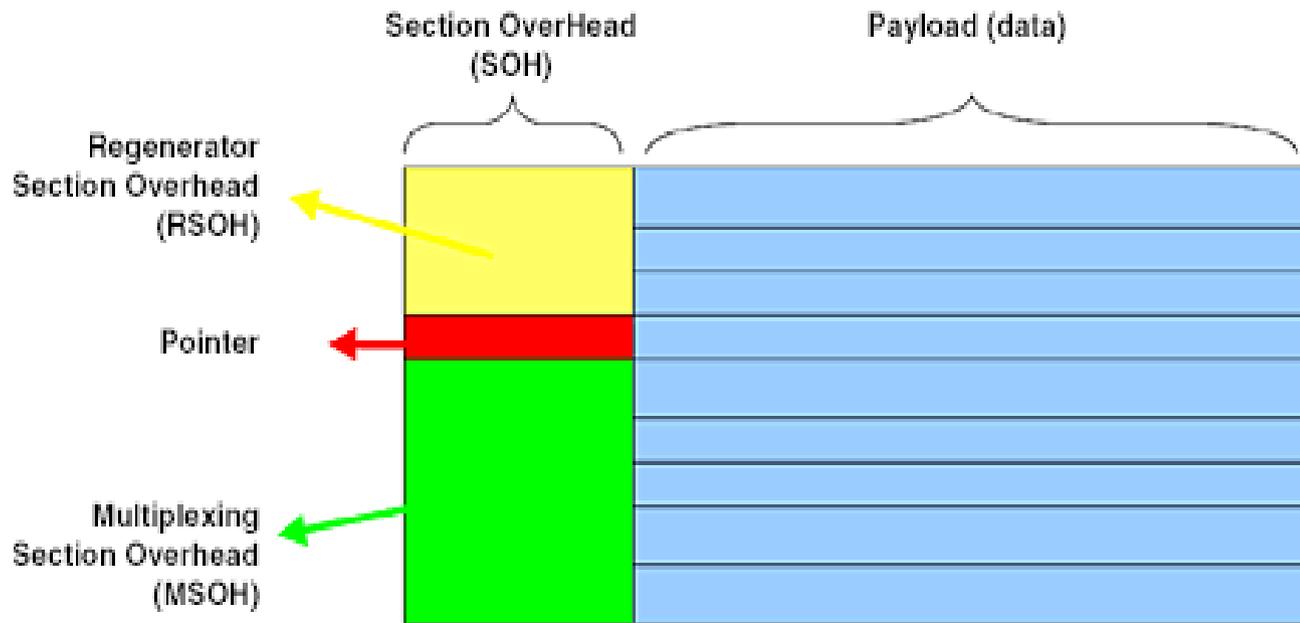
SDH

- Ориентация на цифровой контент-трафик
- Полностью синхронное мультиплексирование и демultipлексирование
- Контейнеры вместо каналов
- Топология «кольцо», «цепь», «дерево»
- РСМ со сжатием для аналоговых данных
- Совместимость с PDH-0, E-1
- Поддержка ATM, FDDI, IP, Ethernet

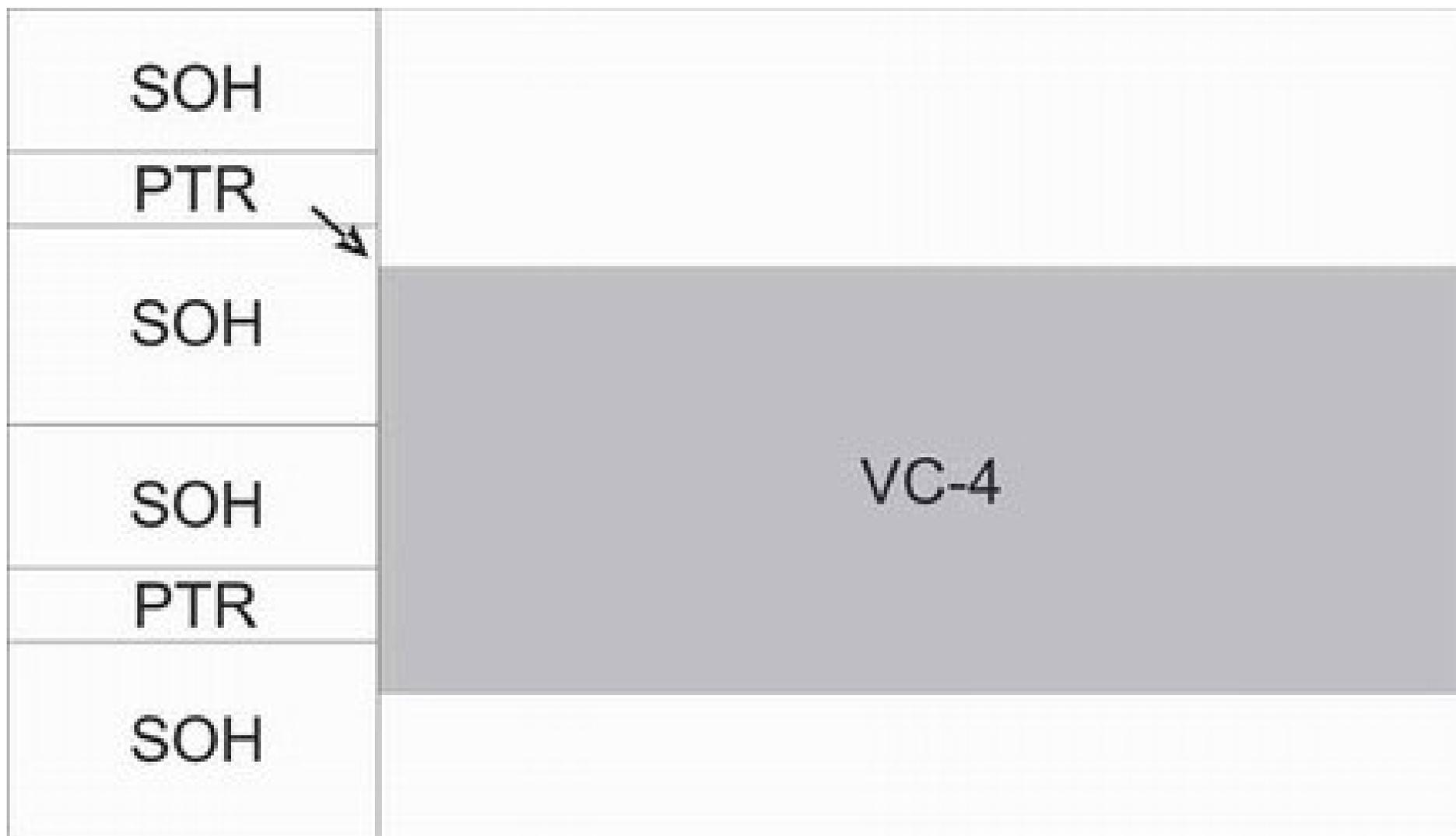
SDH

Level	Speed, kbps	Quants	Mptx
DS-0 (PDH-0)	64	1	
STM-0	50 122	783	
STM-1	155 520	2 430	3.1
STM-4	601 344	9 720	4
STM-8	1 244 160	19 440	2
STM-12	1 866 240	29160	1.5
STM-16	2 488 320	38 880	1.33
STM-64	9 953 280	155 520	4
STM-256	39 813 120	622 080	4

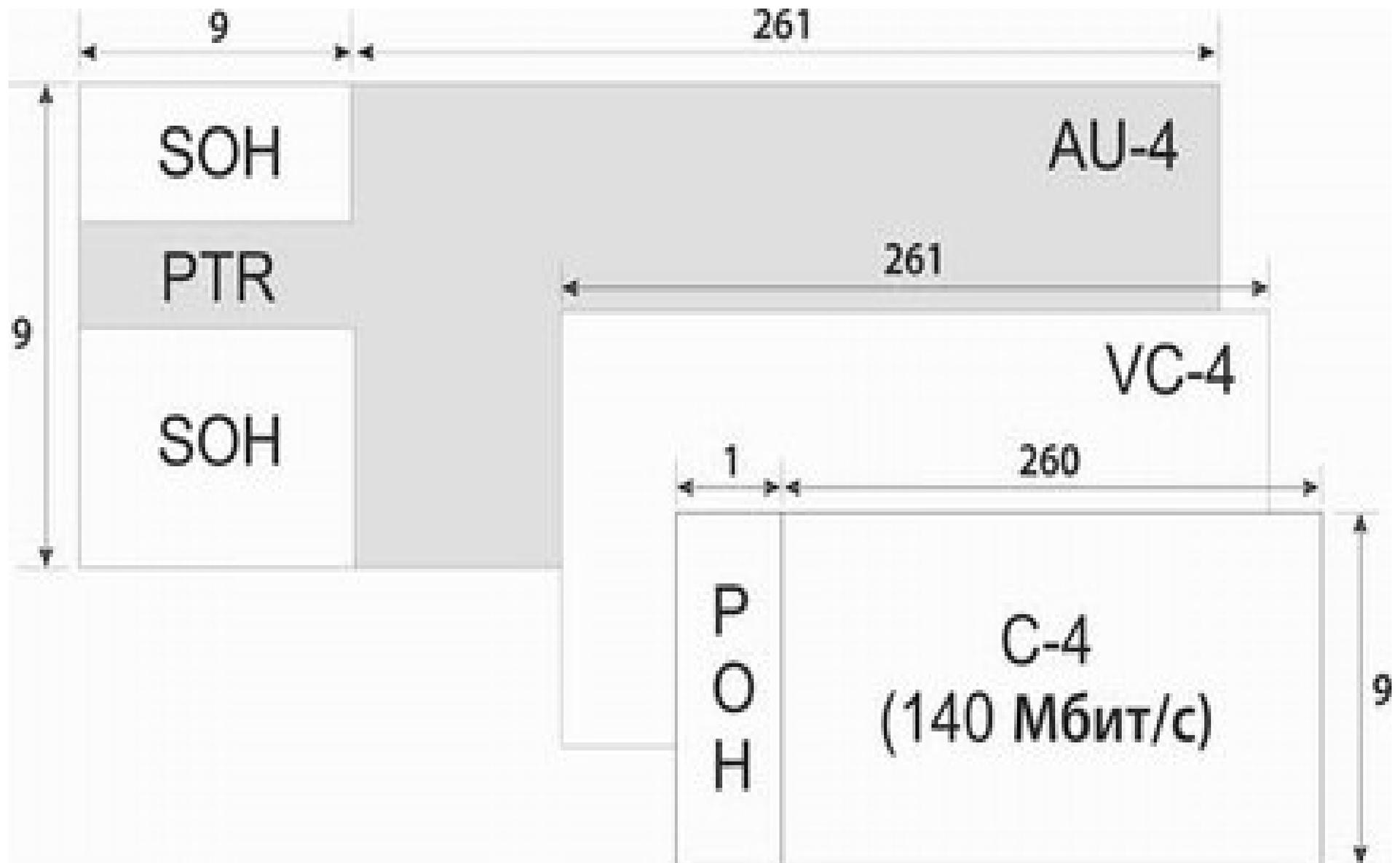
Кадры SDH



Кадры SDH (продолжение)



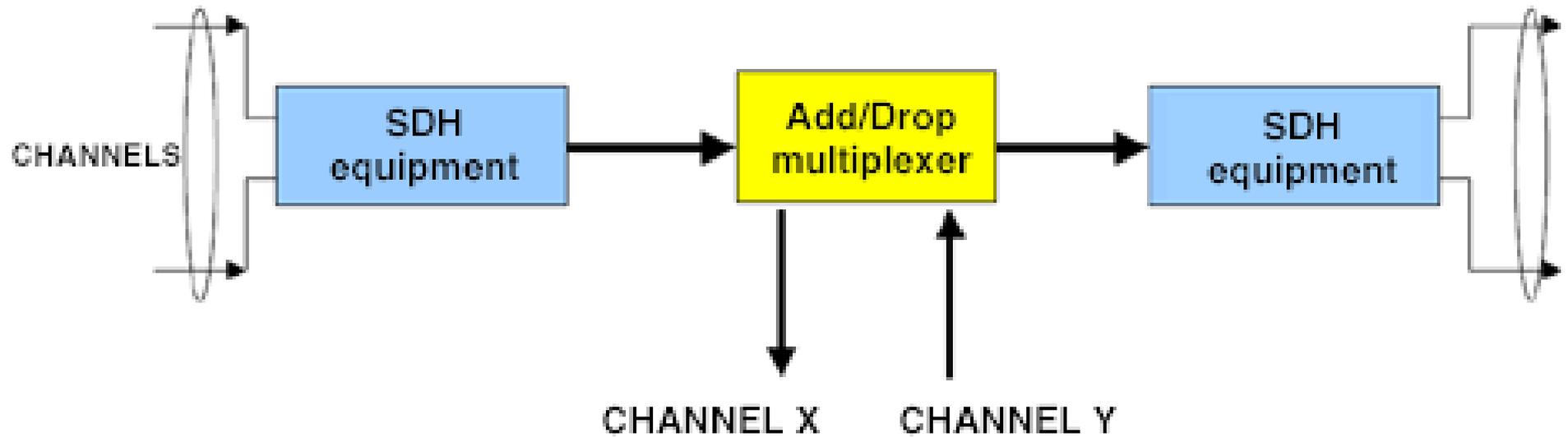
Кадры SDH (продолжение)



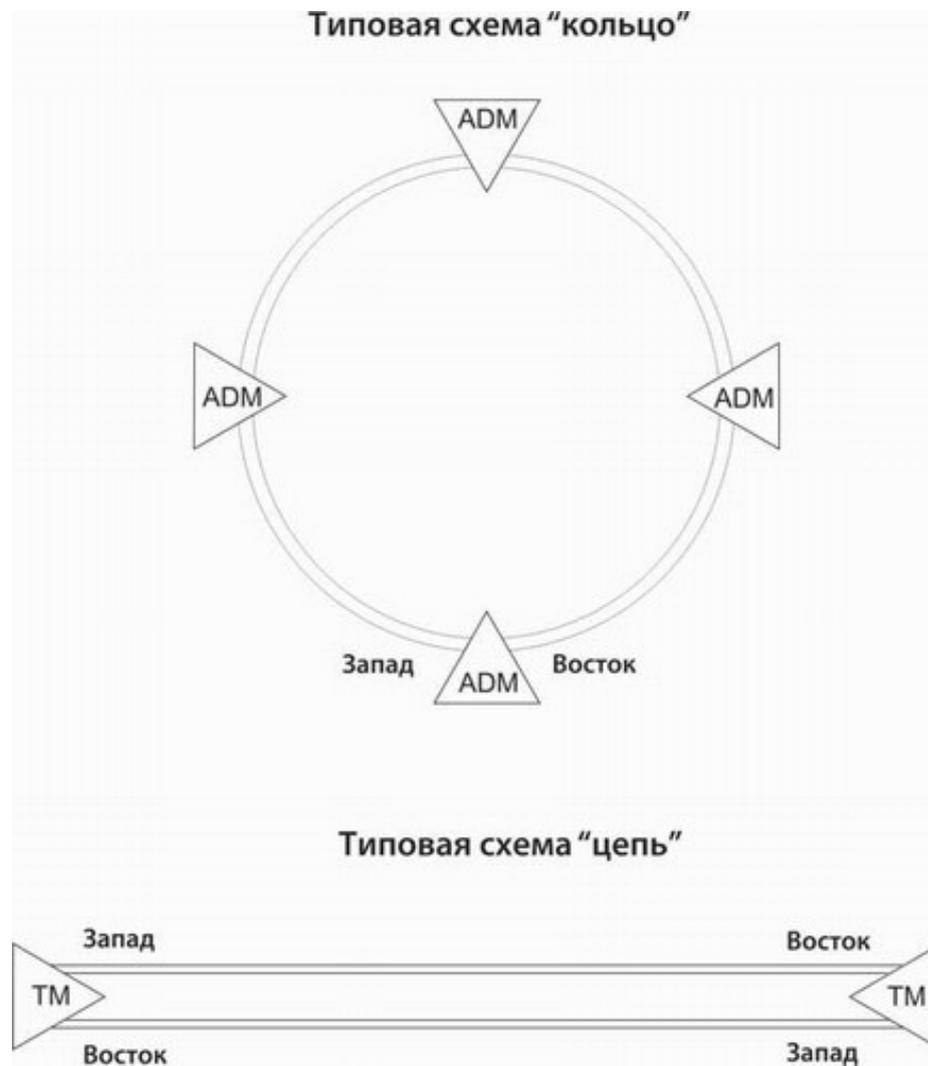
Контейнеры SDH

Contaner	Speed, kbps
C11	1 544
C12	2 048
C2	6 312
C3	44 736 or 34 368
C4	139 264

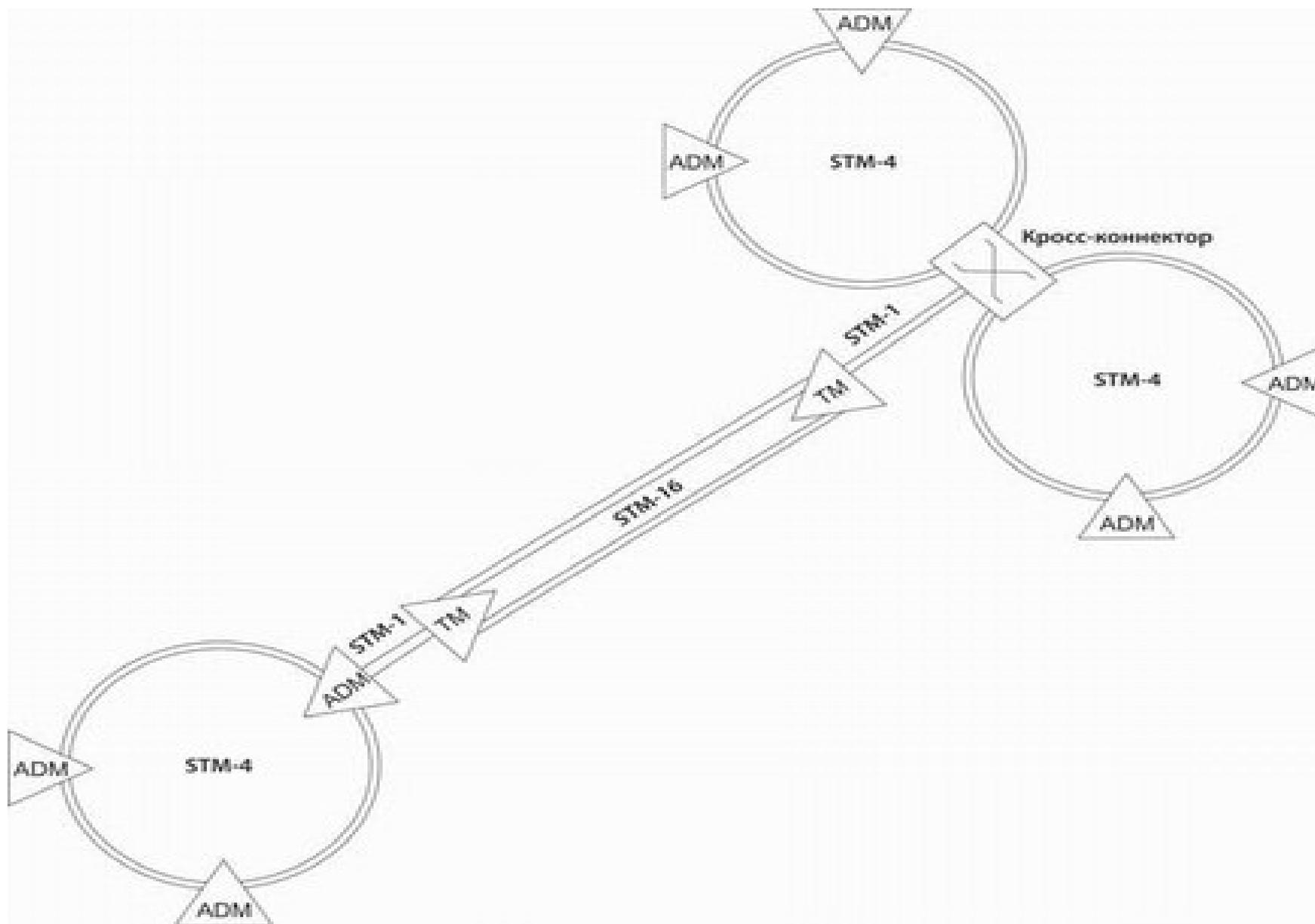
Мультиплексирование SDH



Глобальные сети SDH



Глобальные сети SDH (продолжение)



Недостатки SDH

- Недостаточная гибкость иерархии
- Издержки на подключение абонированных, но простаивающих каналов (особенно аналоговых)
- Отсутствие информации о кодировке аналоговых данных
- Отсутствие поддержки кодировок с потерей данных

АТМ

- Ориентация на потребности пользователей, а не на имеющиеся возможности оборудования (проектирование «сверху»)
- Переменные потоки данных
- Разноскоростные потоки данных
- Топологии «точка-точка», «точка-multicast», «multicast-multicast»

Виртуальные каналы

- Permanent Virtual Circuit (PVC)
- Switched Virtual Circuit (SVC)
- Soft Permanent Virtual Circuit (SPVC)

Пространство имён ATM

- Virtual path identifier (VPI)
- Virtual circuit identifier (VCI)
- VPI:VCI

Ячейка ATM (NNI)



- GFC -- Generic Flow Control
- VPI -- Virtual Path Identifier
- VCI -- Virtual channel identifier
- PT -- Payload Type
- CLP -- Cell Loss Priority
- HEC -- Header Error Control

Ячейка АТМ (UNI)



- GFC -- Generic Flow Control
- VPI -- Virtual Path Identifier
- VCI -- Virtual channel identifier
- PT -- Payload Type
- CLP -- Cell Loss Priority
- HEC -- Header Error Control

ATM. Типы трафика

QoS class	1	2	3	4	5
ATM class	A	B	C	D	x
Traffic bitrate	CBR	VBR	VBR	ABR	UBR
ATM Adapatation Level	AAL1	AAL2	AAL3/4	AAL3/4	n/u
Sincronisation	+		-		
Speed	Constant	Variable			
Virtual connection	+			-	
Encapsulation	E1,T1	Video	Audio	Data	

Недостатки АТМ

- Вместо IP или вместе с IP?
- «Теория массового обслуживания» -- нагрузка на сеть имеет фрактальный характер
- Коммутация пакетов вместо коммутации каналов

Frame Relay

- Топология «точка-точка»
- Максимальная скорость 34,368 Mbps (E3)
- Формат кадра

Start flag (01111110)	Adress/Control	Payload	CRC16	Stop flag (01111110)
1 octet	2-4 octets	Variable	2 octets	1 octet

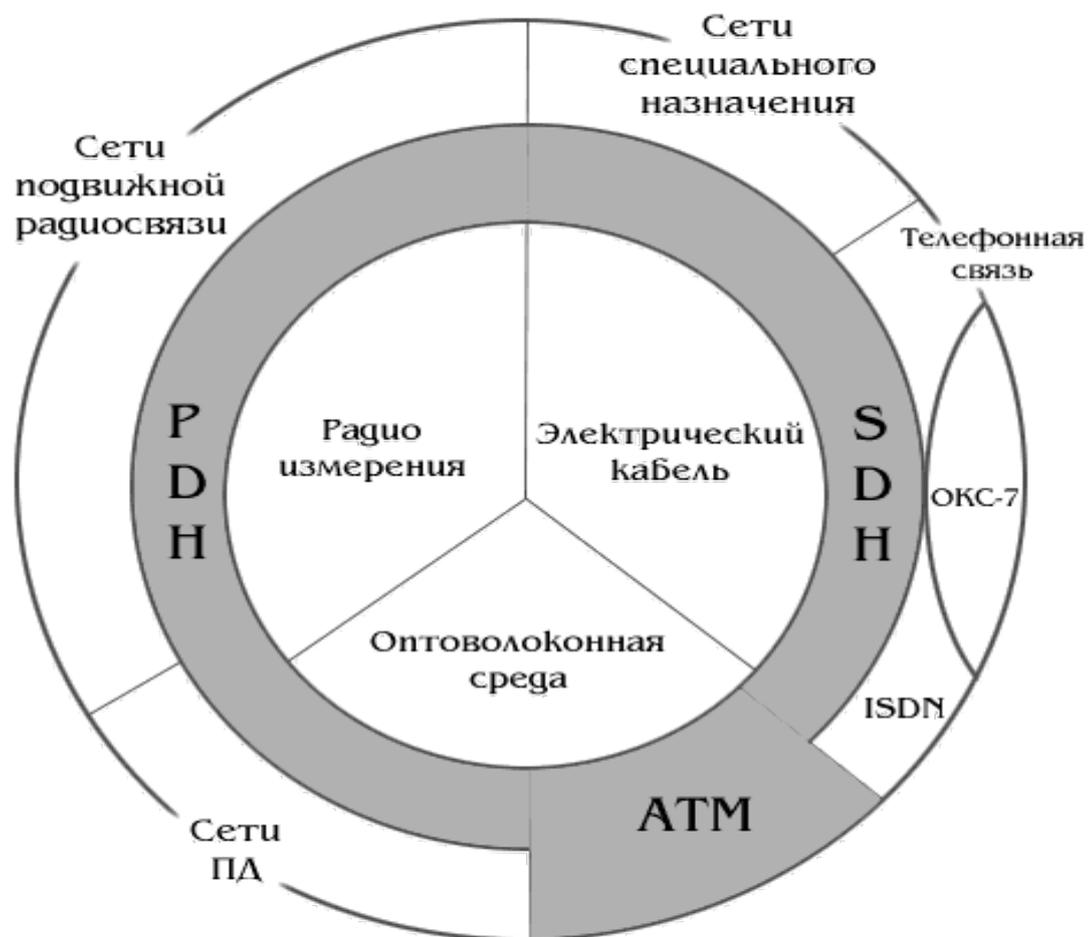
Frame Relay (продолжение)

- Adress/Control

DLCI	C/R	EA	DLCI	FECN	BECN	DE	EA
6 bit	1 bit	1 bit	4 bit	1 bit	1 bit	1 bit	1 bit

- **DLCI** Data Link Connection Identifier
- **C/R** Command / Response
- **EA** Address Field Extension Bit
- **FECN** Forward Explicit Congestion Notification
- **BECN** Backward Explicit Congestion Notification
- **DE** Discard Eligibility Indicator

Зоны ответственности цифровых иерархий (2004)



Поколения цифровых иерархий и сетей

- PDH → SDH → ATM → FrameRelay → 1G Ethernet → 10G Ethernet?
- ISDN → xDSL → Ethernet PPP
- (TokenRing, AppleTalk, FDDI, Ethernet) → Ethernet 100 Base-TX → 1G Ethernet
- GSM/GPRS → EDGE → 3G → 4G (LTE)