

# 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)

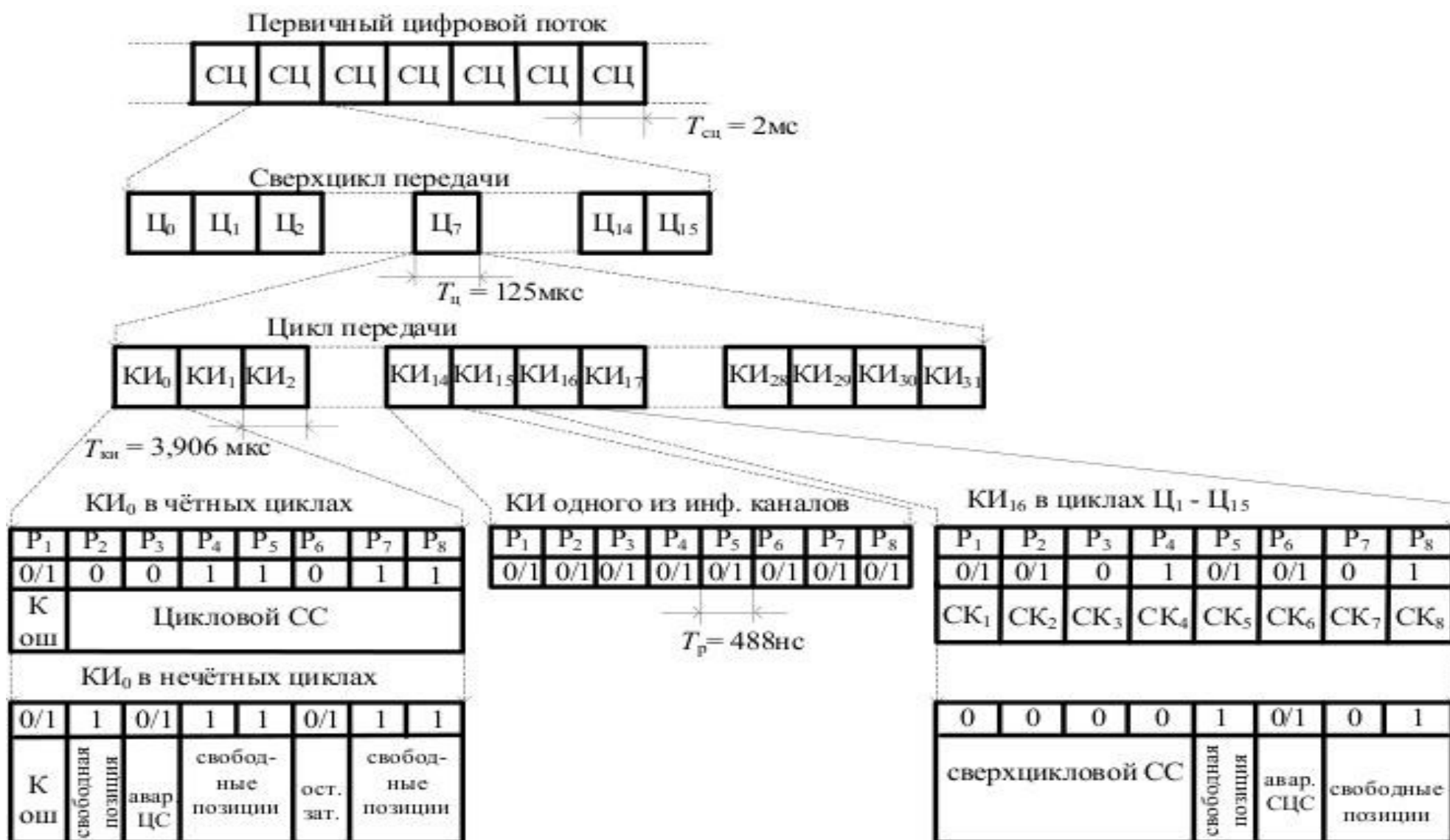
# Плезиохронные и синхронные иерархии (PDH, SDH)

- 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

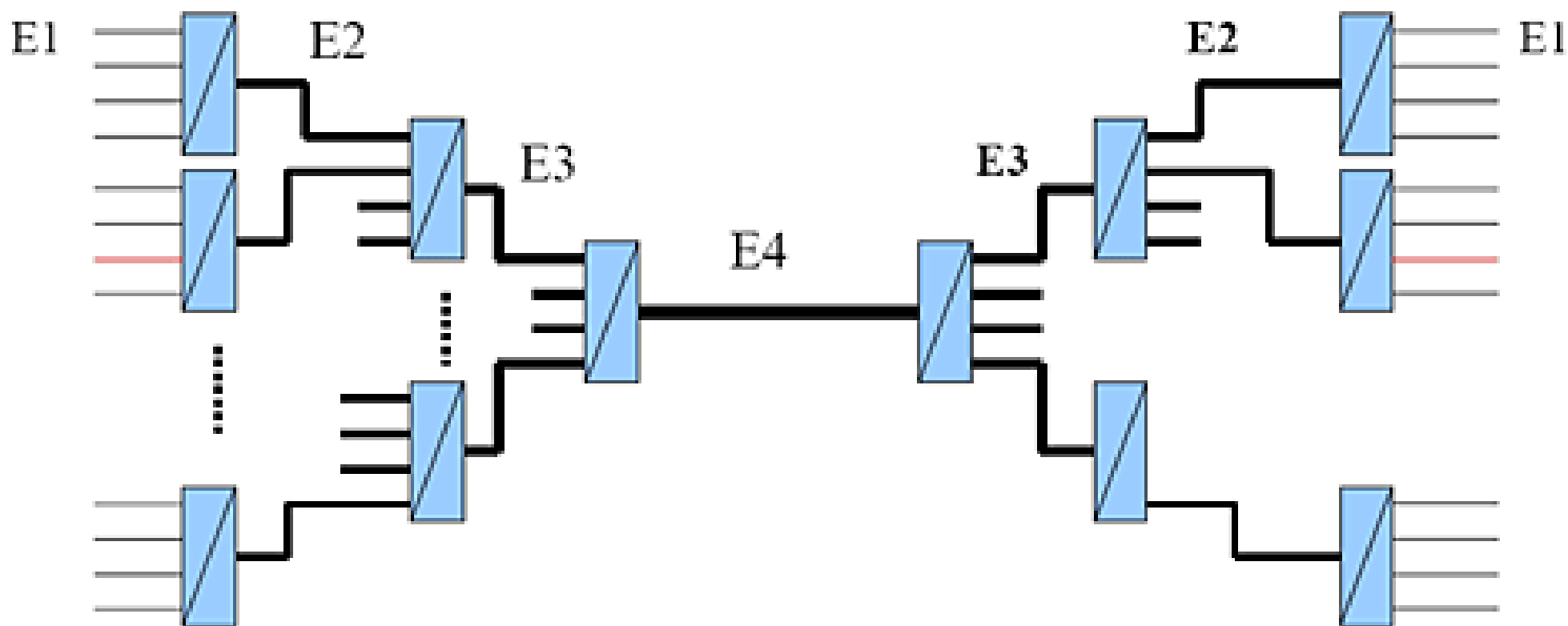
# PDH

Level	USA, Tn			Japan, DSn			Europe, En		
	Speed, kbps	Quants	Mtpx	Speed, kbps	Quants	Mtpx	Speed, kbps	Quants	Mtpx
<b>0</b>	<b>64</b>	<b>1</b>		<b>64</b>	<b>1</b>		<b>64</b>	<b>1</b>	
<b>1</b>	<b>1544</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>1544</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>2048</b>	<b>32</b>	<b>30</b>
<b>2</b>	<b>6312</b>	<b>96</b>	<b>4</b>	<b>6312</b>	<b>96</b>	<b>4</b>	<b>8448</b>	<b>120</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>44736</b>	<b>480</b>	<b>7</b>	<b>32064</b>	<b>480</b>	<b>5</b>	<b>34368</b>	<b>672</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>274176</b>	<b>4032</b>	<b>6</b>	<b>97728</b>	<b>1440</b>	<b>3</b>	<b>139264</b>	<b>1920</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	Not used			<b>397200</b>	<b>7680</b>	<b>6</b>	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/демультимплексирования
- Сложность сопряжения национальных стандартов



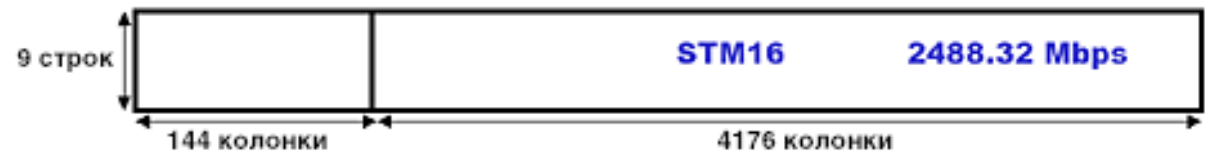
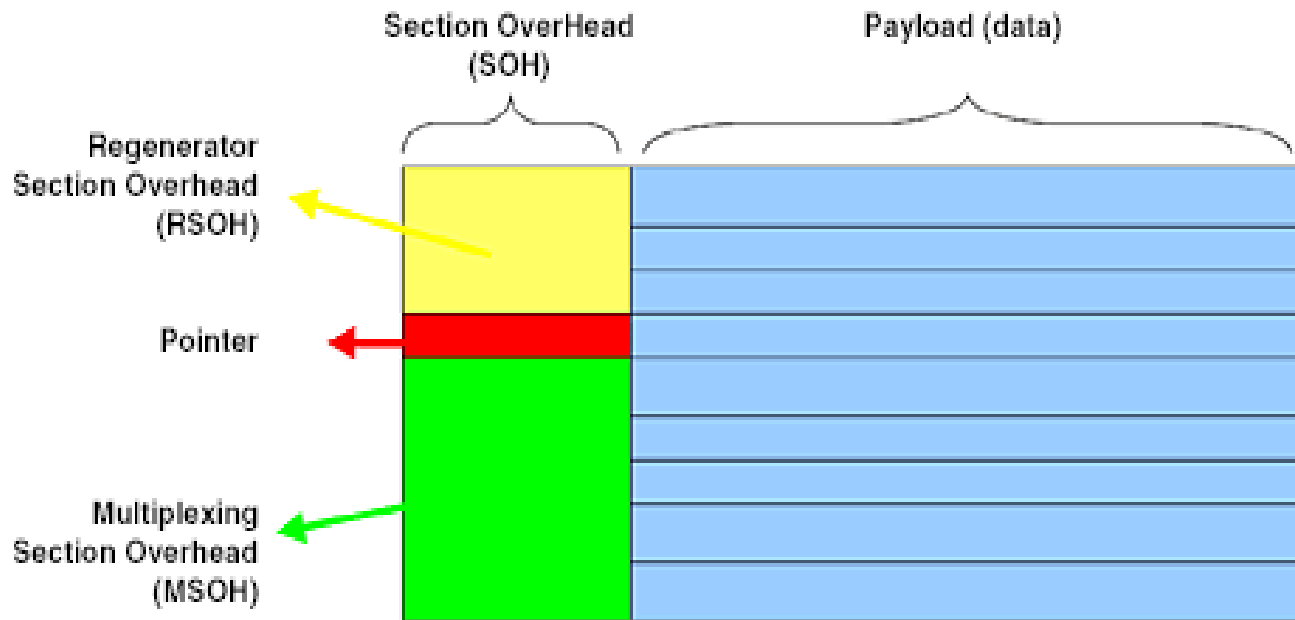
# SDH

- 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

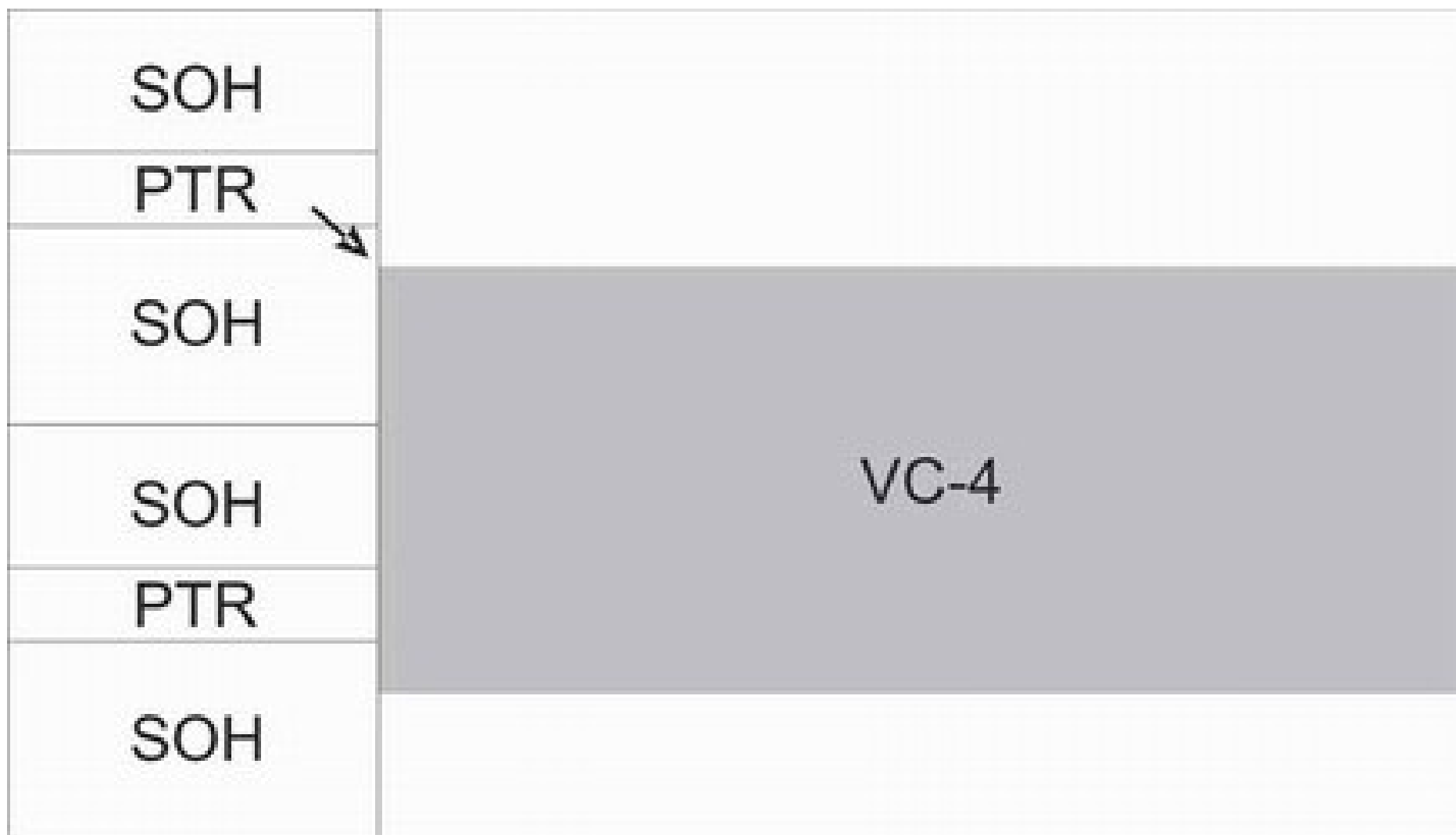
# SDH

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

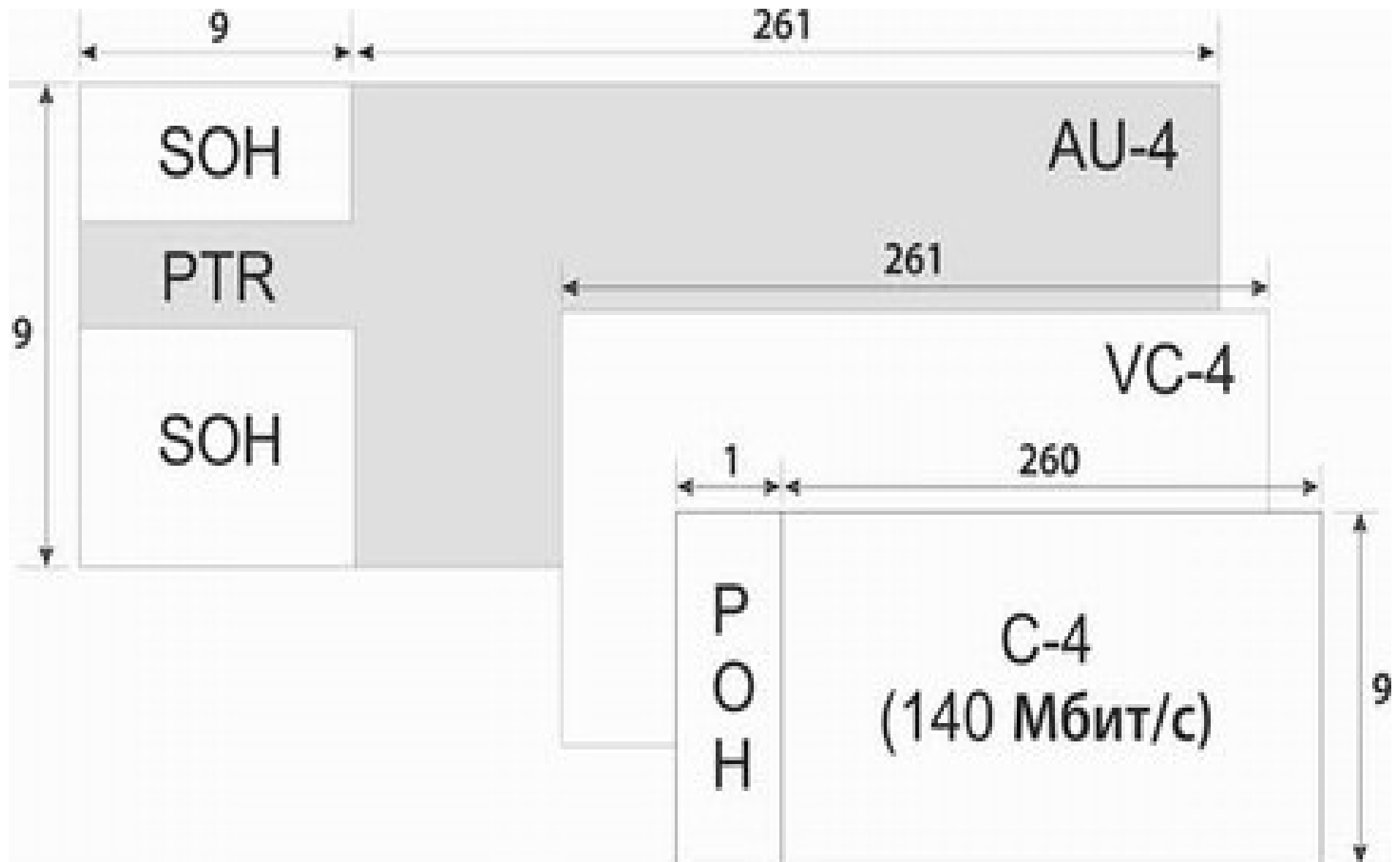
# Кадры SDH



# Кадры SDH (продолжение)



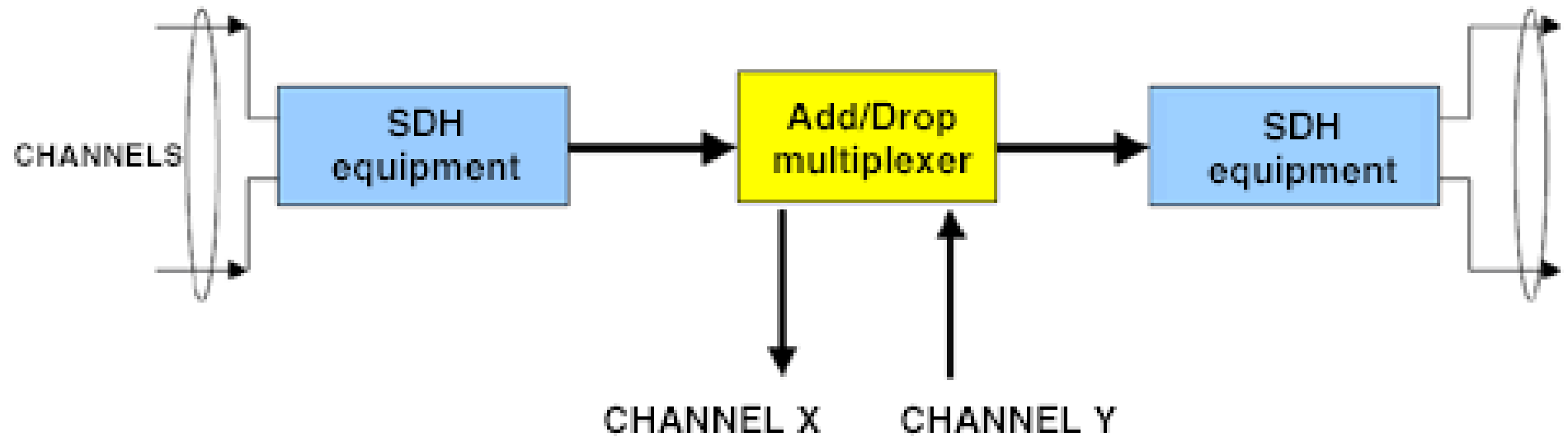
# Кадры SDH (продолжение)



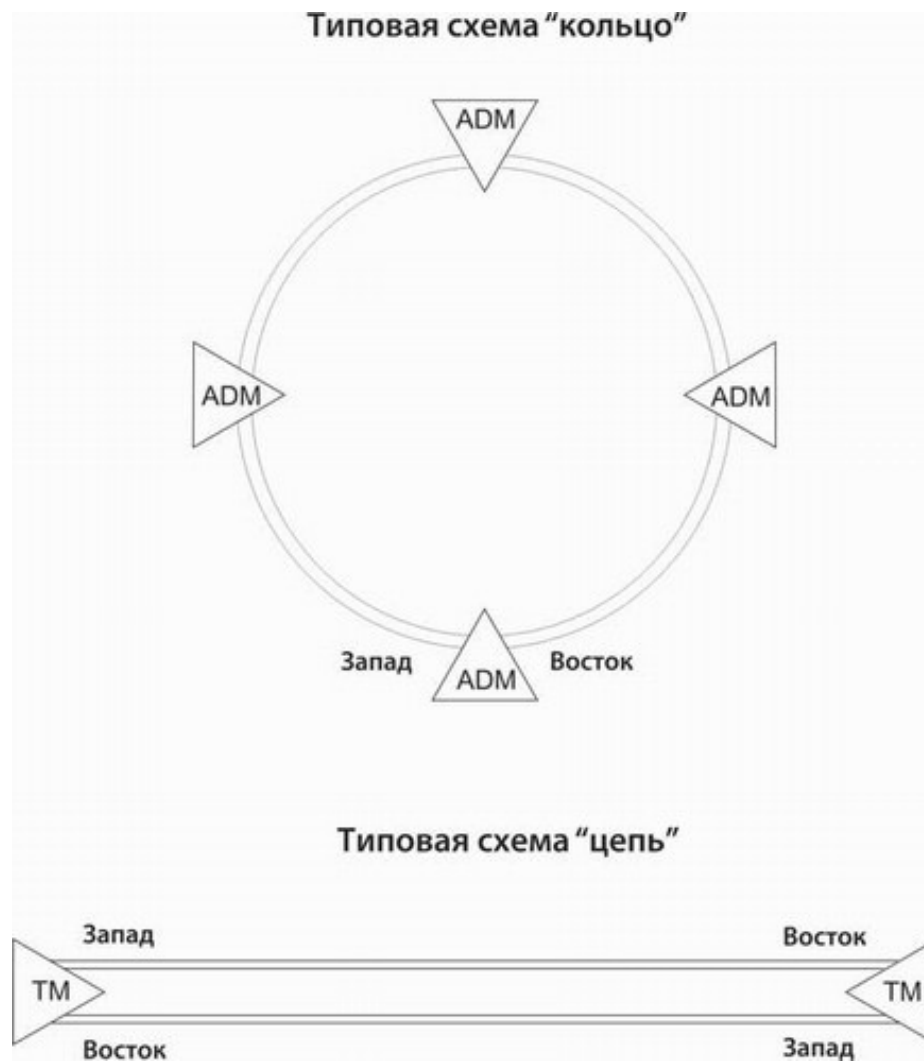
# Контейнеры SDH

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

# Мультиплексирование SDH

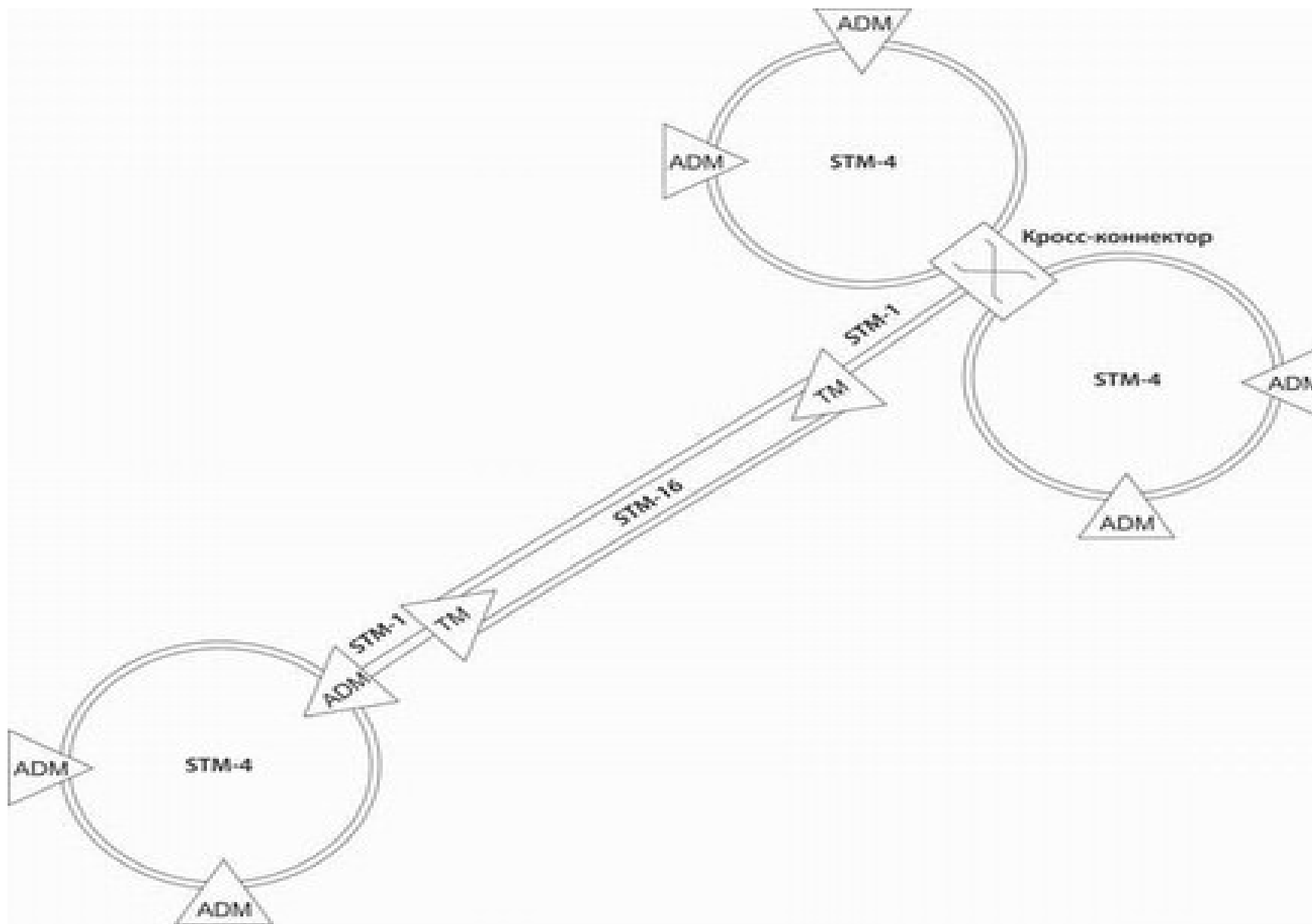


# Глобальные сети SDH





# Глобальные сети SDH (продолжение)



# Недостатки SDH

- Недостаточная гибкость иерархии
- Издержки на подключение абонируемых, 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 АТМ (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

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

# 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

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

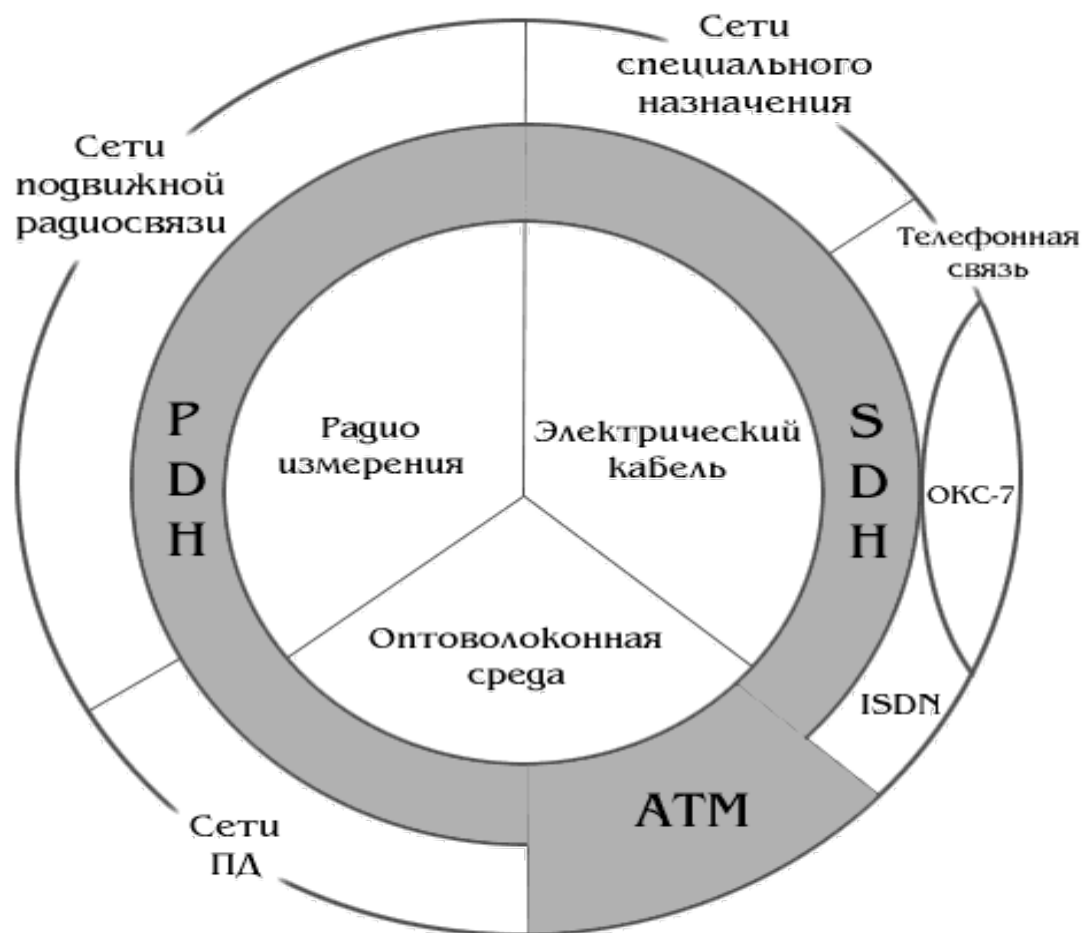
# Frame Relay (продолжение)

- Adress/Control

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

- **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)