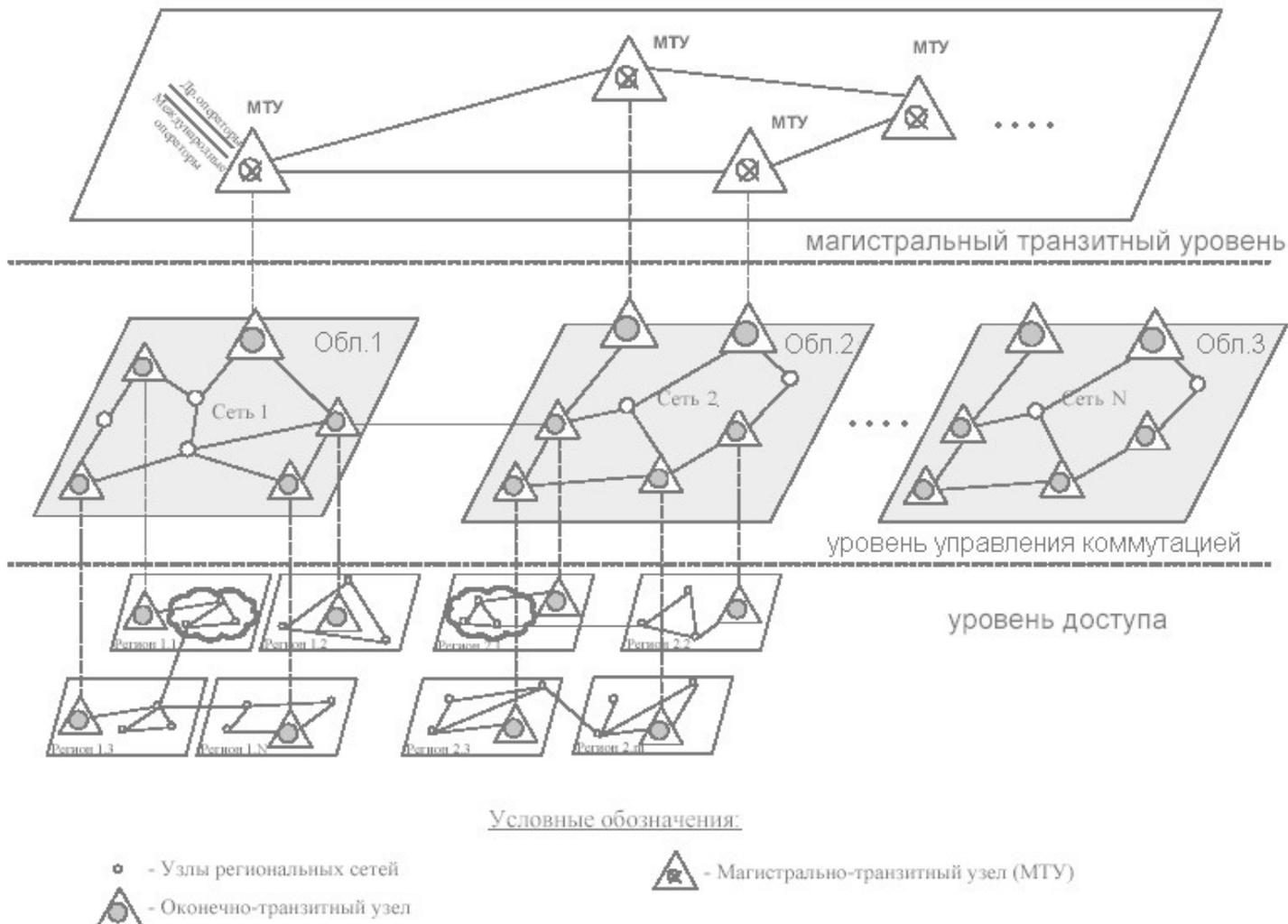


---

# ОСНОВЫ SDH

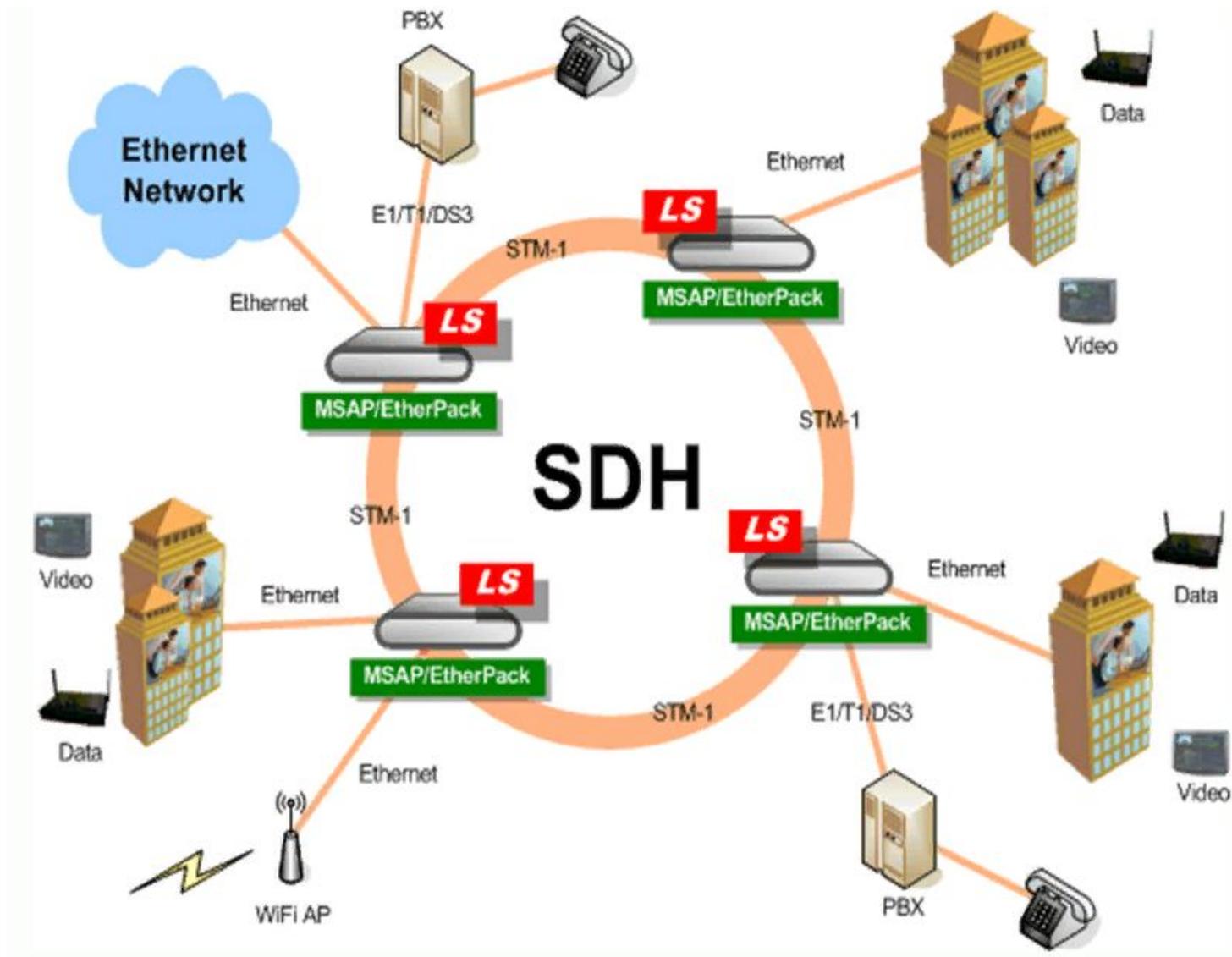
# Структура реальных глобальных сетей



**\*Магистральный уровень глобальных сетей является «прозрачным» для каналов передачи данных всех ниже лежащих уровней передачи.**

**Магистральный уровень представлен такими технологиями передачи как SDH, OTN, DWDM, CWDM.**

# Пример современного применения региональной сети SDH



# Формирование ОЦК

Запись Основного Цифрового Канала в Европейском стандарте.

## E0

$$8 \text{ бит} * 8000 \text{ кГц} = 64\,000 \text{ кБит/с.}$$

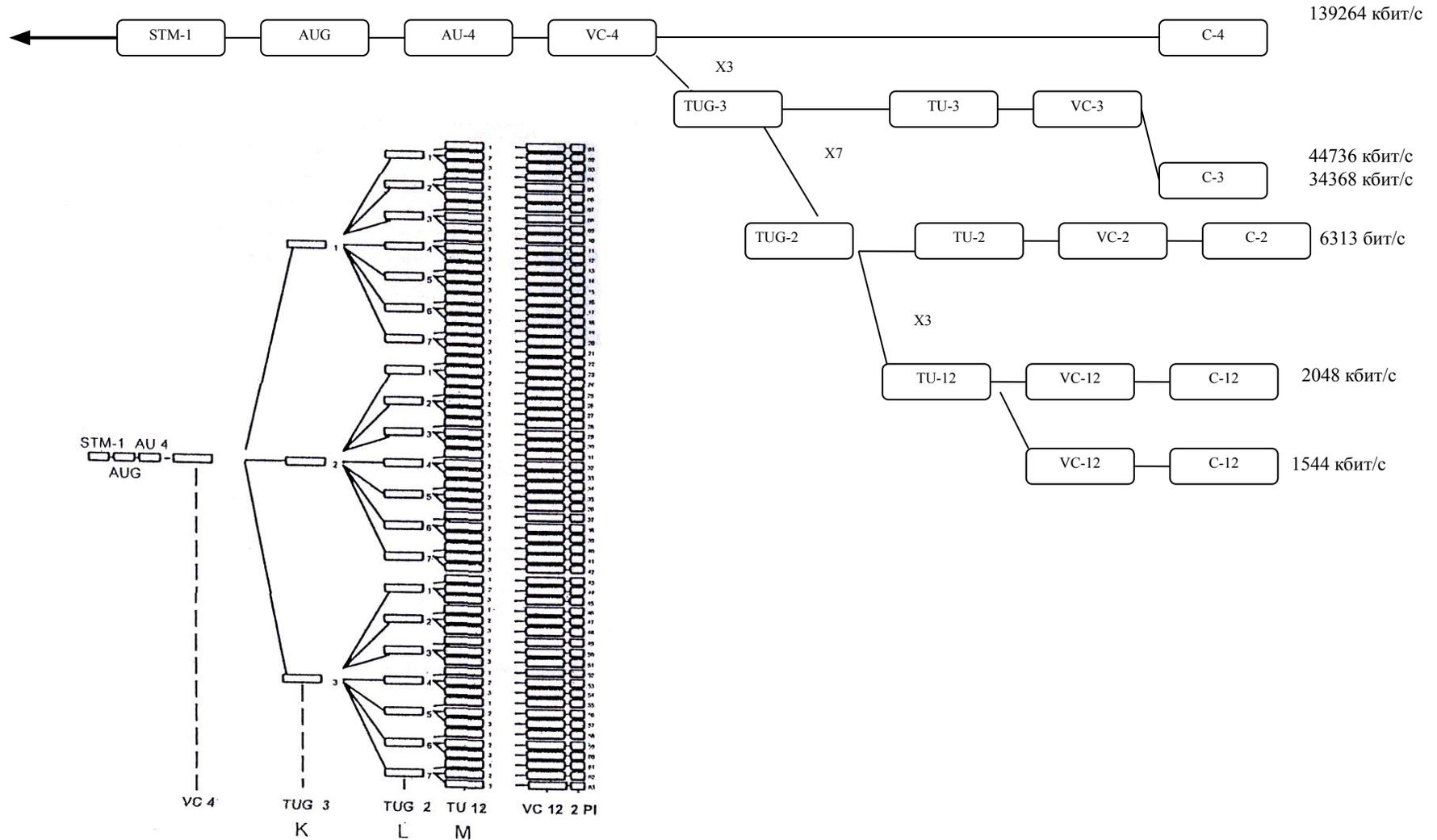
Европейский , Американский и Японский стандарт передачи основного цифрового канала равны.

### E0 – DS0 –DSJ - 64 kb/s

	уровень - 0	мультиплексир.	уровень - 1
Европейский стандарт PDH	64	*32	2048
Американский стандарт PDH	64	*24	1544
Японский стандарт PDH	64	*24	1544

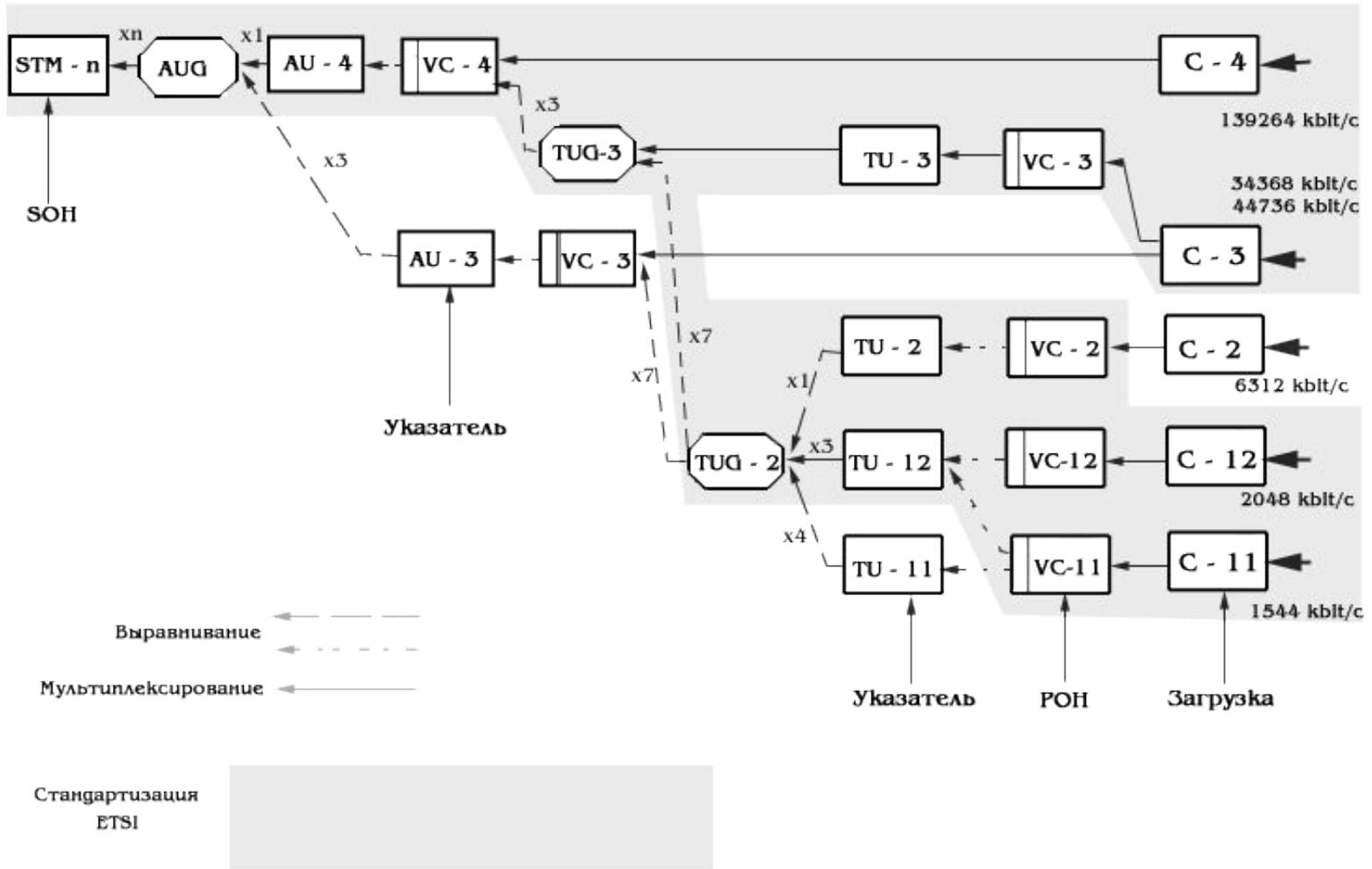
# Мультиплексирование в SDH

## Базовая структура SDH: матрица мультиплексирования



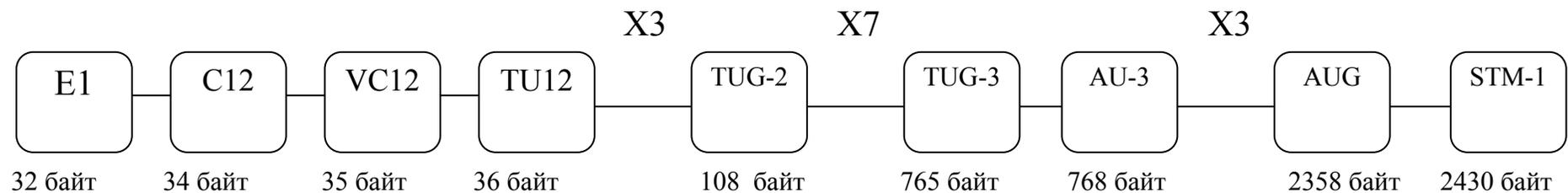
# Структура транспортного модуля SDH

## Базовая структура SDH: матрица мультиплексирования



# Мультиплексирование в SDH

## Изменение размеров структурных элементов SDH



*9\*270 байт*

*2,048 мб/с*

*E1\*63 ≈ STM-1*

*155,52 мб/с*

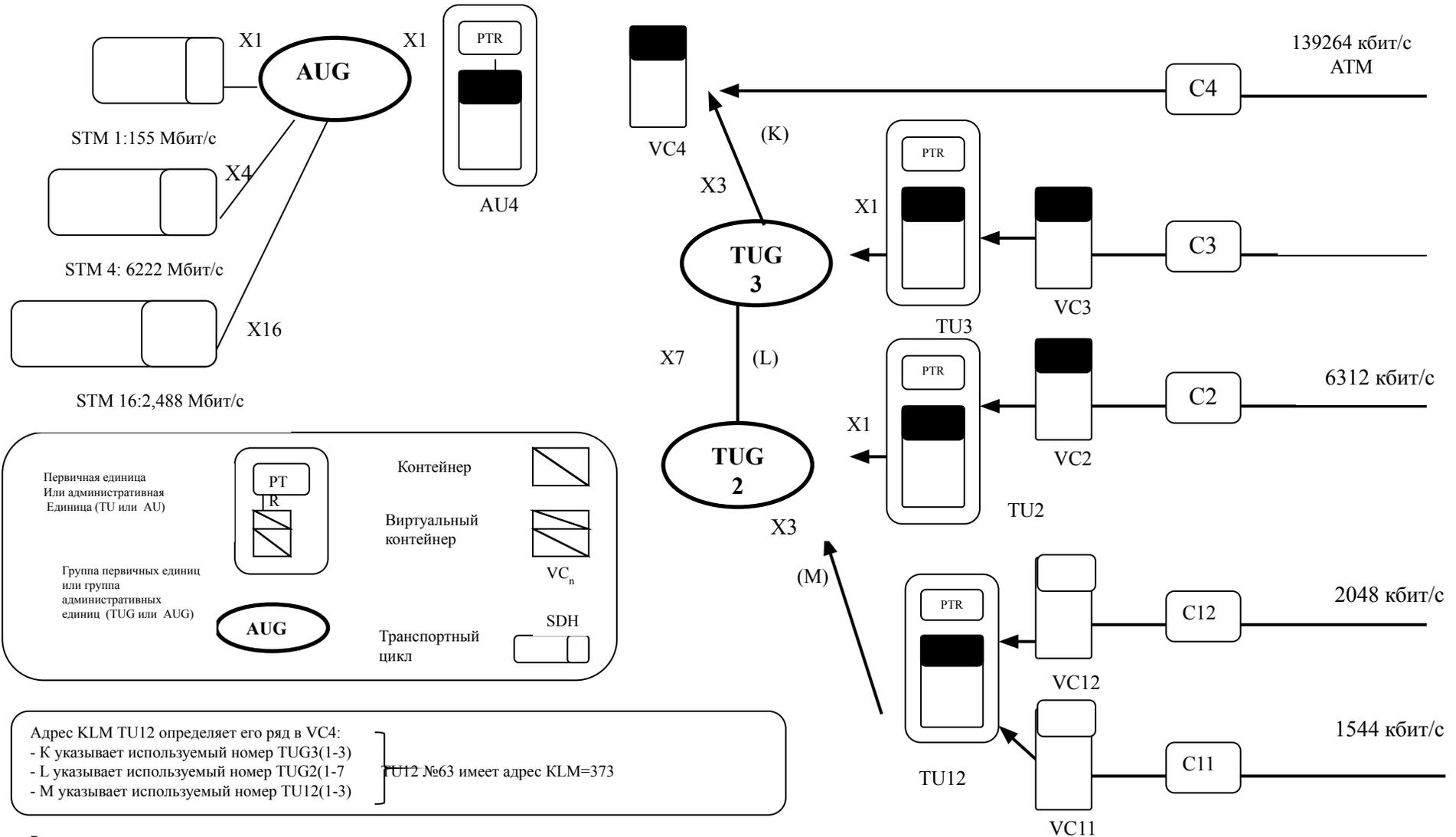
# Терминология SDH

---

## Базовая структура SDH: определения

- **C -i** (Контейнер *i* – ого уровня от 1 до 4)  
Информационная структура, которая образует синхронную информационную полезную нагрузку сети для виртуального контейнера
- **VC -i** (Виртуальный контейнер): 2 типа  
LO VC (VC низкого порядка) состоит из одиночного контейнера *i* (*i*=1,2) и связанного с ним POH (заголовка тракта)  
HO VC (VC высокого порядка) состоит из одиночного контейнера *i* (*i*=3,4) или из набора групп первичных единиц, вместе с POH виртуального контейнера соответствующим уровню.
- **TU-i** (Первичная единица)  
Состоит из VC и связанного с ним указателя
- **TUG-i** (Группа первичных единиц):  
Позволяет смешивать полезные нагрузки, составленные из TU различного размера, чтобы увеличить гибкость транспортной сети.
- **AU-i** (Административная единица):  
Состоит из информационной полезной нагрузки (виртуальный контейнер высокого порядка) и связанного с ним указателя.
- **AUG-i** (Группа административных единиц):  
Состоит из однородных AU-3 или AU-4
- **STM-N** (Синхронный транспортный модуль):  
STM-N содержит N групп AUG совместно с SDH

# Структура мультиплексирования SDH



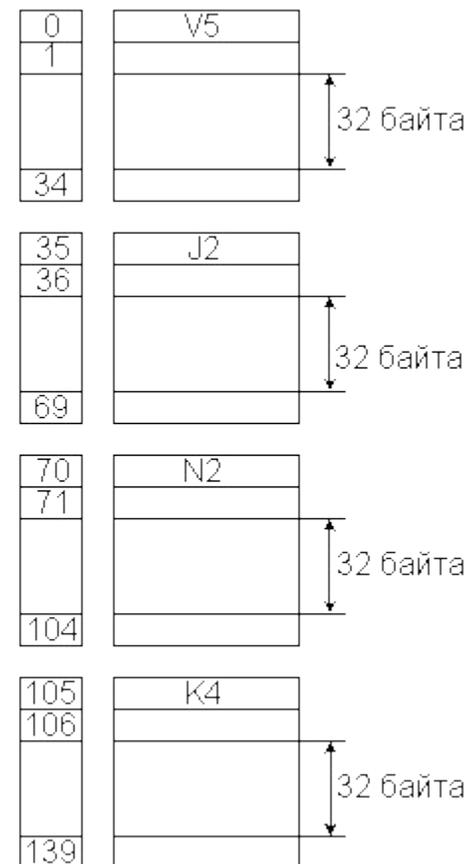
# VC низкого порядка. Сверхцикловая синхронизация.

Трастовые заголовки виртуальных контейнеров низкого порядка (VC-2/VC-1 POH)

состоят из четырех байтов V5, J2, N2 и K4.

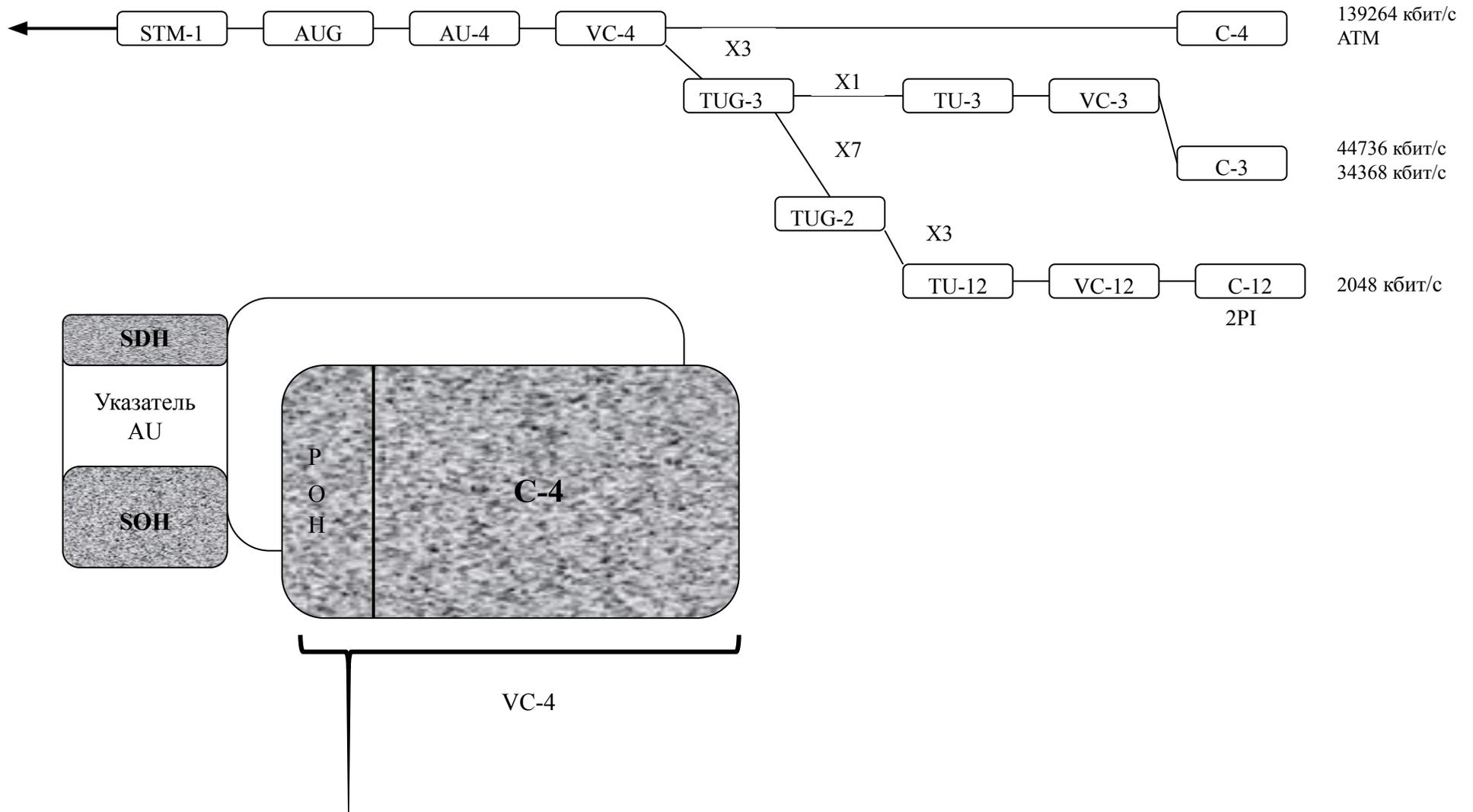
Из-за относительно небольшого размера VC низкого порядка для переноса всей информации о сигнале недостаточно одного байта, зарезервированного для указателей и заголовка. По этой причине применяются сверхциклы; сверхцикл - это структура, в которой служебная информация разбивается на части и разделяется между несколькими последовательными циклами.

Сверх циклы принято называть в SDH – мультифреймом. Полная длинна мультифрейма составляет – 4 фрейма, тоесть 500 мкс.



# Основы технологии синхронной передачи данных SDH

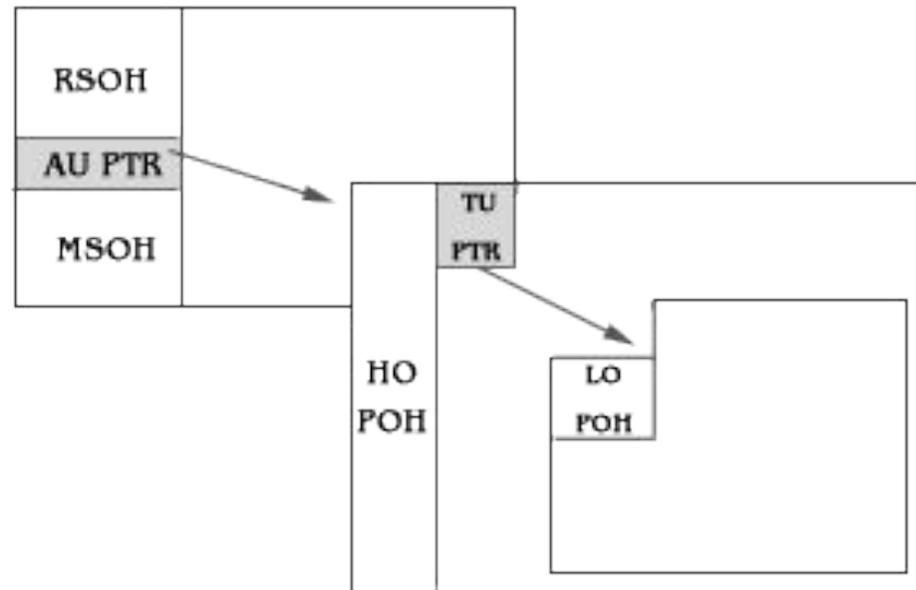
## Этапы мультиплексирования (1)





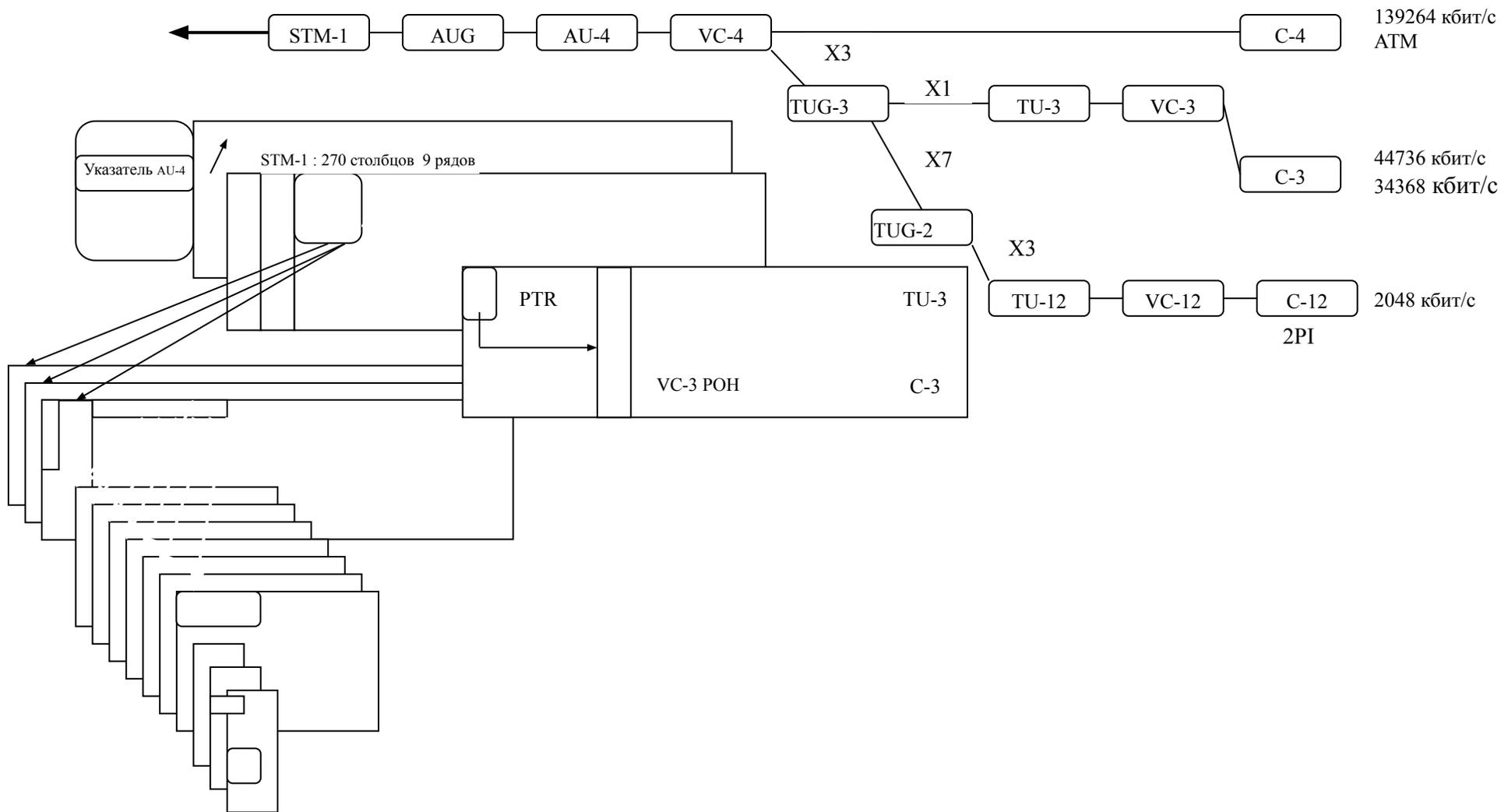
# Функции указателя в SDH

Первая функция указателей является наиболее важной, поскольку именно с ней связано основное преимущество технологии SDH - отсутствие необходимости пошагового мультиплексирования/ демultipлексирования. Указатели административных блоков AD PTR и блоков нагрузки TU PTR обеспечивают прямой доступ к загруженному в синхронный транспортный модуль потоку на любом уровне (рис.4.10). Как видно из рис.4.10, в системах передачи SDH используются два типа указателей - административной (AU-PTR) и трибуutarной групп (TU-PTR). Указатели образуются байтами H, описанными в предыдущем разделе.



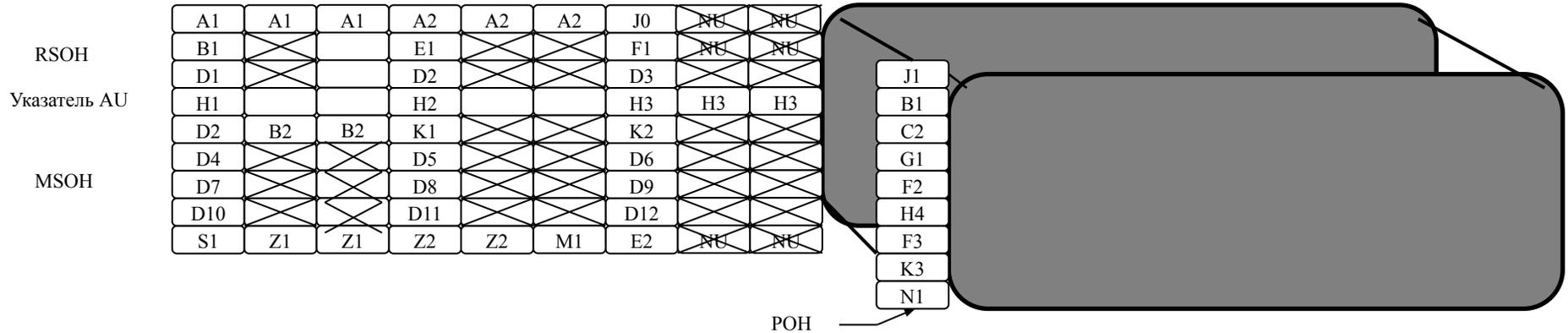


# Этапы мультиплексирования



# Сборка транспортного модуля STM-1

## Структура цикла



- A1, A2 : Цикловая синхронизация
- B1, B2 : Функция контроля ошибок
- J0 : Идентификатор секции регенерирования
- D1, D12 : Каналы передачи данных (DCC)
- E1, E2 : Каналы служебной связи (Речевые)
- F1 : Канал пользователя
- H1, H2, H3 : Указатель AU
- K1, K2 : Канал автоматического переключения на резерв (APS)
- S1 : Качество синхронизации
- M1 : Индикация ошибок на удаленном конце, обнаруженных с помощью B2
- Z1, Z2 : Резервные байты

 : Национальное использование



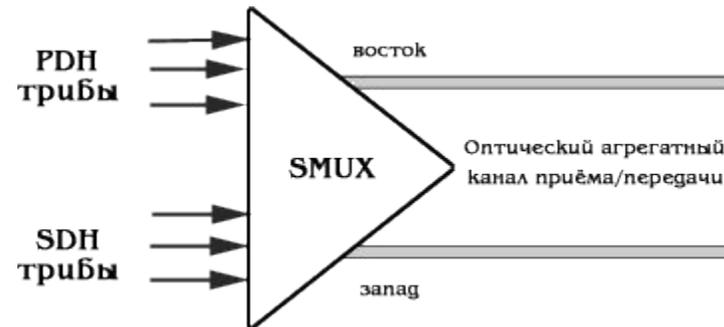
: Подлежит международной стандартизации в будущем

- J1 : Идентификатор тракта
- B3 : Функция контроля ошибок тракта
- C2 : Индикация VC
- G1 : Состояние удаленного тракта
- F2, F3 : Каналы пользователя тракта
- H4 : Индикатор позиции
- K3 : Автоматическое переключение на резерв (APS)
- N1 : Байт оператора сети

# Функциональные виды элементов SDH

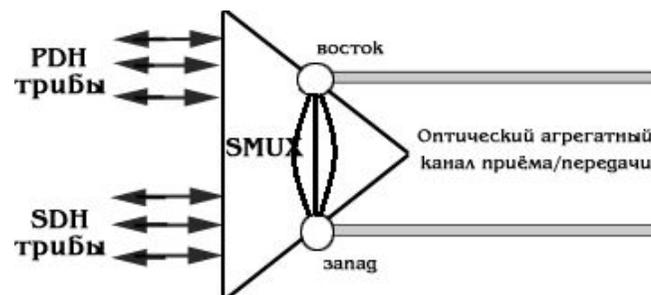
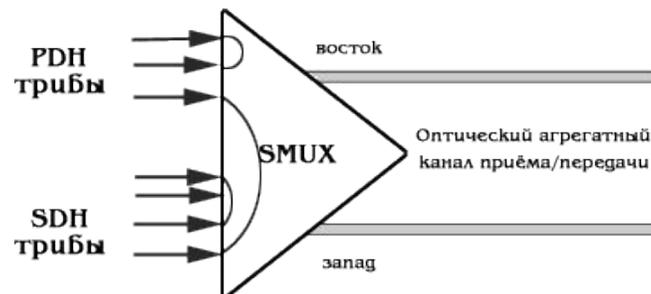
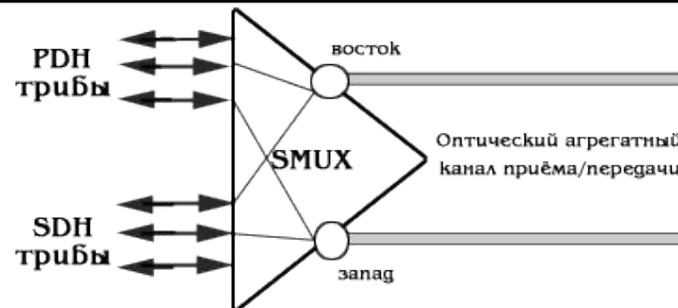
**Мультиплексор.** Основным функциональным модулем сетей SDH является мультиплексор.

Мультиплексоры SDH выполняют как функции собственно мультиплексора, так и функции устройств терминального доступа, позволяя подключать низкоскоростные каналы PDH иерархии, SDH, Ethernet. Это оказывается возможным в силу модульной конструкции SDH мультиплексора - SMUX, при которой выполняемые функции определяются лишь возможностями системы управления и составом модулей, включённых в спецификацию мультиплексора.



Мультиплексор ввода/вывода ADM

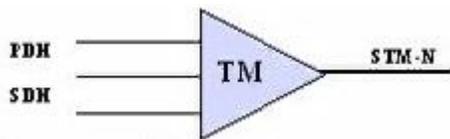
# Функциональные виды элементов SDH



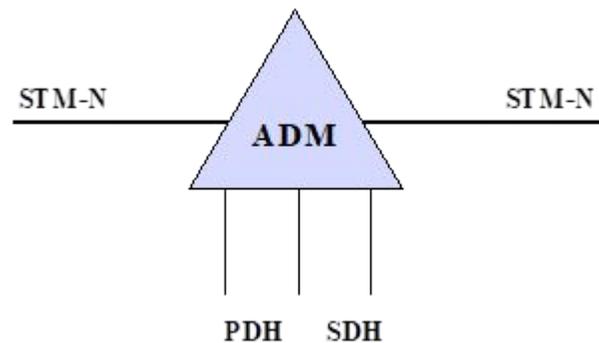
Мультиплексор ввода/вывода ADM

# Функциональные элементы SDH

Терминальный мультиплексор



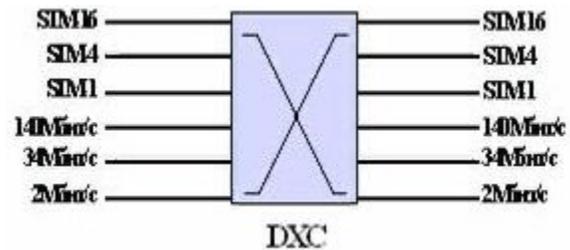
Мультиплексор ввода-вывода



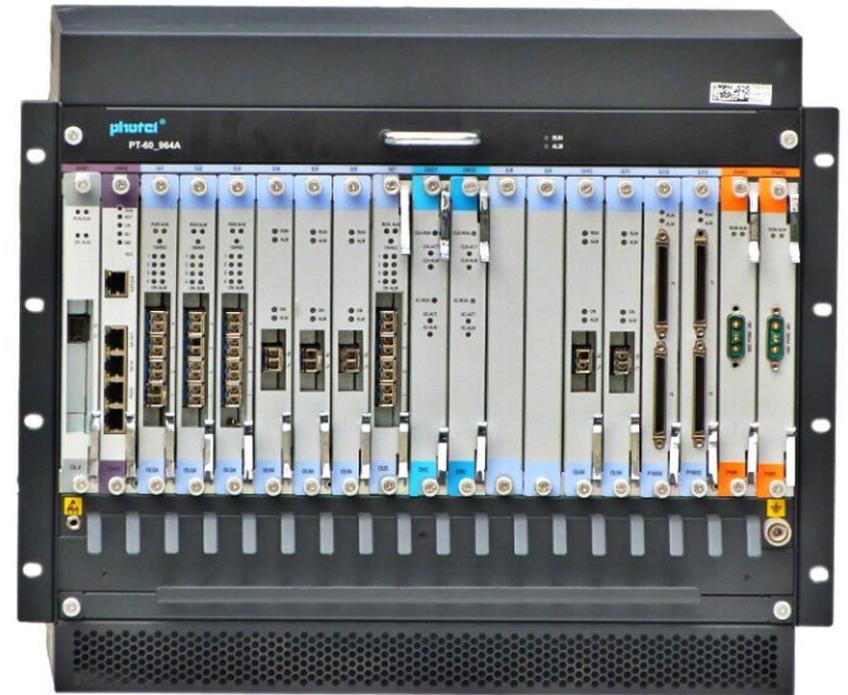
Регенератор



Кросс-коммутатор



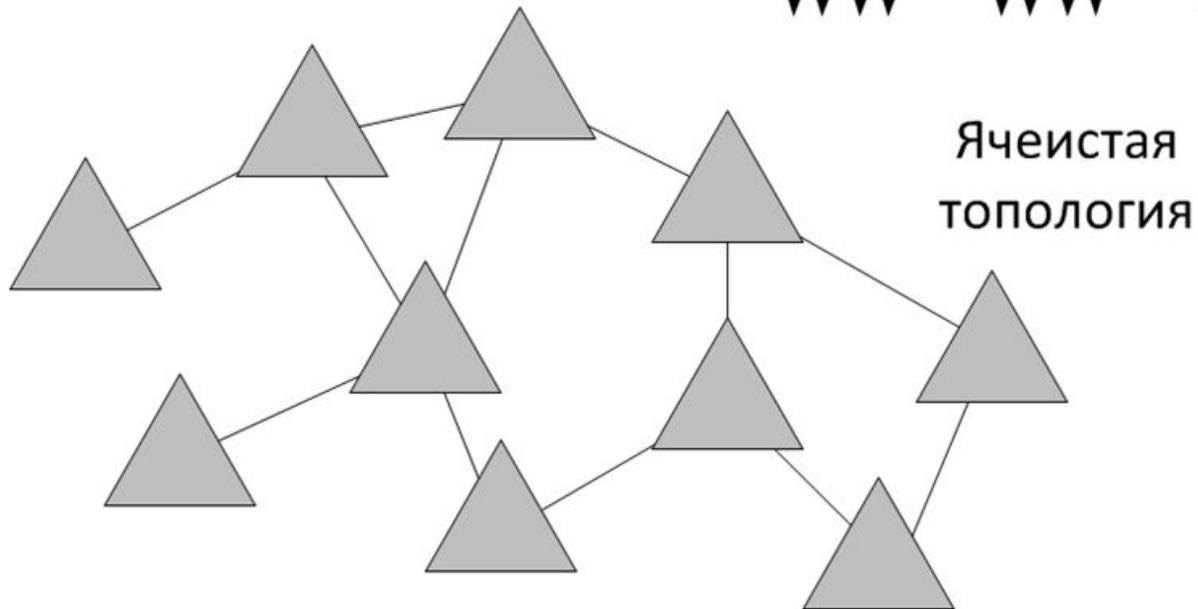
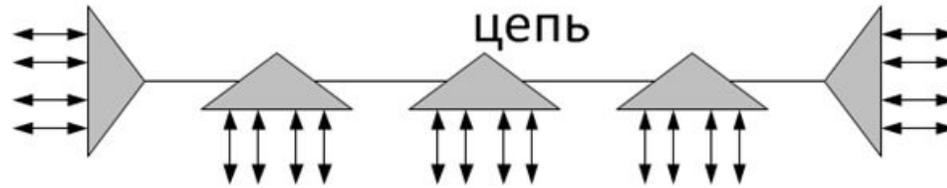
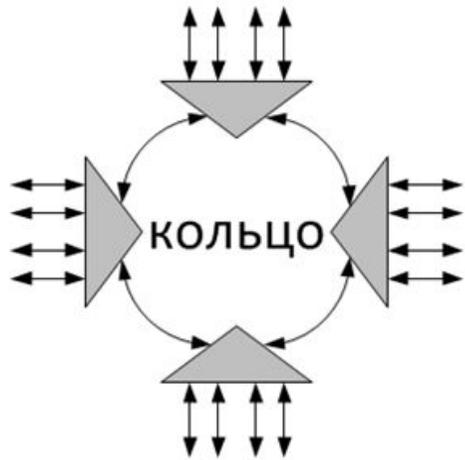
# Функциональные элементы SDH



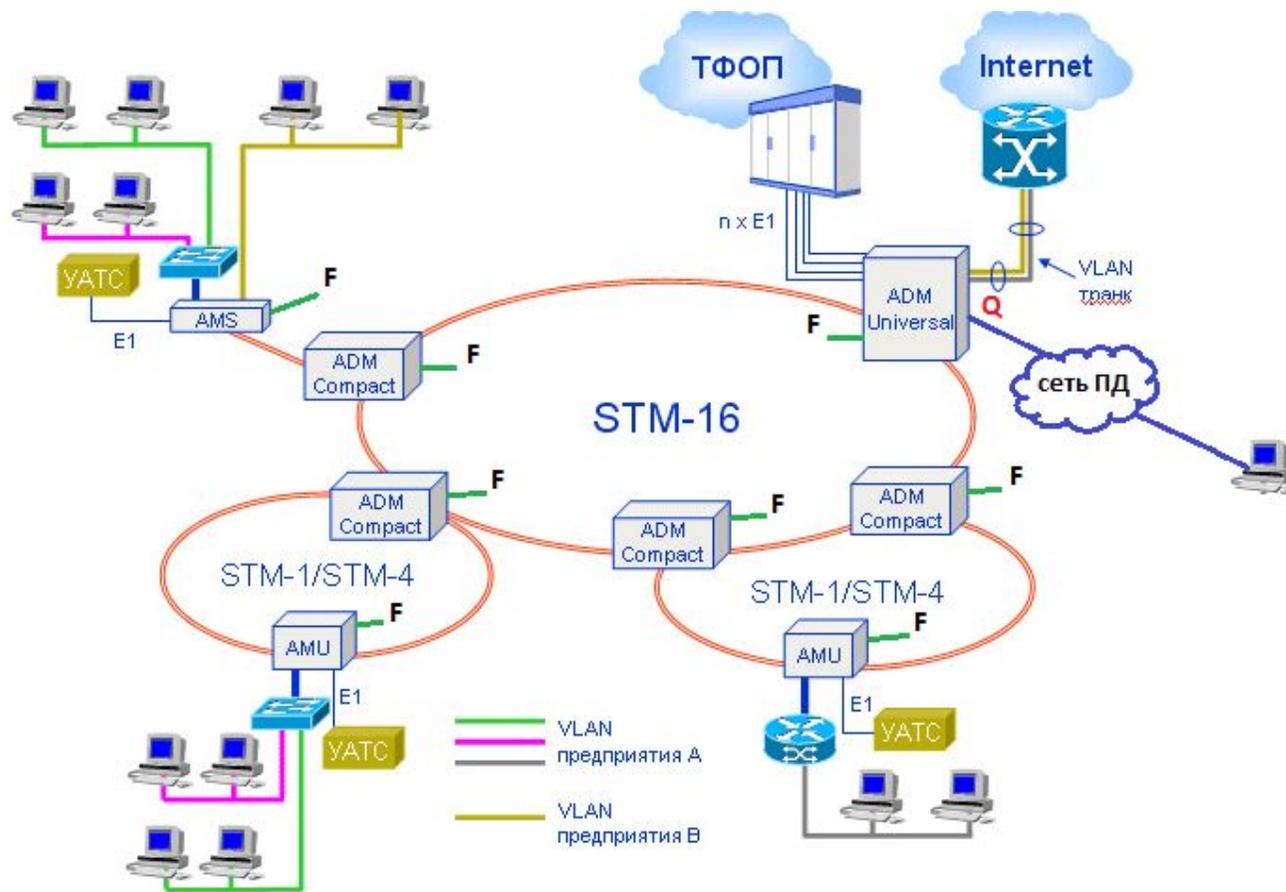
# Функциональные элементы SDH



# Топологии SDN



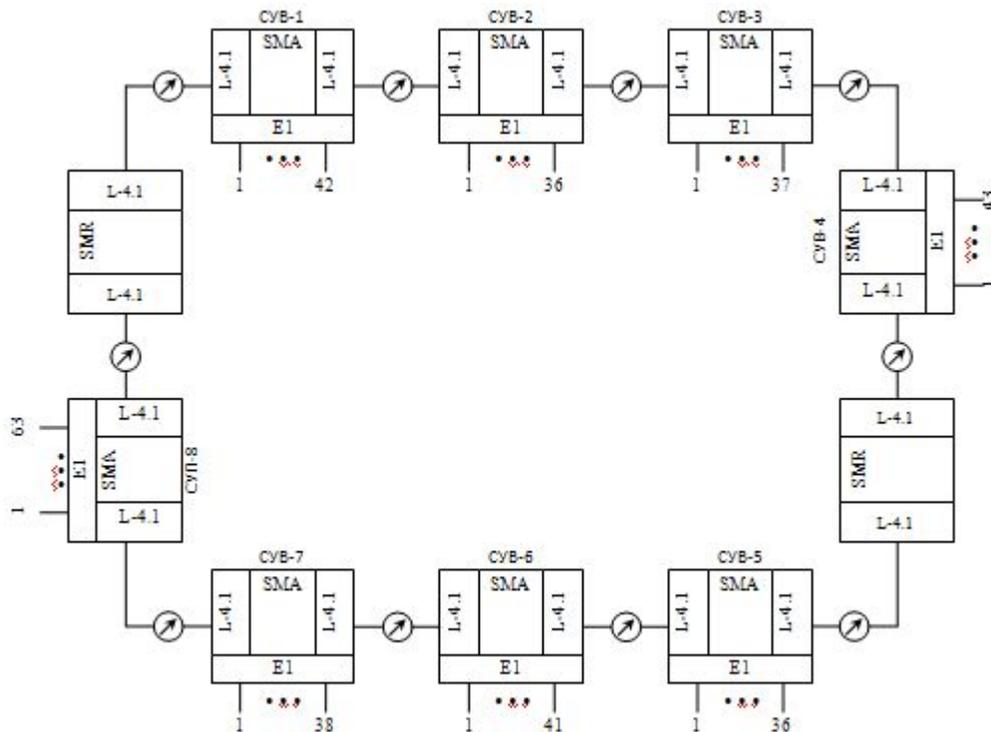
# Принципы управления SDH



**Q-интерфейс. Интерфейс управления сетью**

**F-интерфейс. Интерфейс управления элементом**

# Пример отображения схемы SDH



Пример схемы SDH уровня STM-4

## L-4.1/1

L – длинная секция 40-80 км.  
4 – линейный уровень STM-4  
.1 – длина волны 1310 нМ  
/1 – первый порт на данной плате

## L-1.2/2

L – длинная секция 40-80 км.  
-1 – линейный уровень STM-1  
.2 – длина волны 1550 нМ  
/2 – второй порт на данной плате

## S-16.1/1

S – длинная секция 10-40 км.  
-16 – линейный уровень STM-16  
.1 – длина волны 1310 нМ  
/1 – первый порт на данной плате

# Аварийные сообщения SDH

---

**LOS** (LOSS OF SIGNAL) – пропадание входного сигнала

**FAL** (FRAME ALIGNMENT LOSS) – потеря циклового фазирования

**TIM** (MISMATCH OF LO/HO PATH ID) – искажение идентификатора трассы тракта уровня LO/HO

**SLM** (MISMATCH OF LO/HO SIGNAL LABEL) – искажение идентификатора трассы тракта уровня LO/HO

**BER** (BIT ERROR) – коэффициент битовых ошибок

**E-BER** (EXCESSIVE BIT ERROR) – чрезмерный коэффициент битовых ошибок

**SD** (SIGNAL DEGRADE) – деградация сигнала

**LOP** (LOSS OF TU/AU POINTER) – потеря указателя

**LOF** (LOSS OF FRAME) – пропадание цикла сигнала STM-1

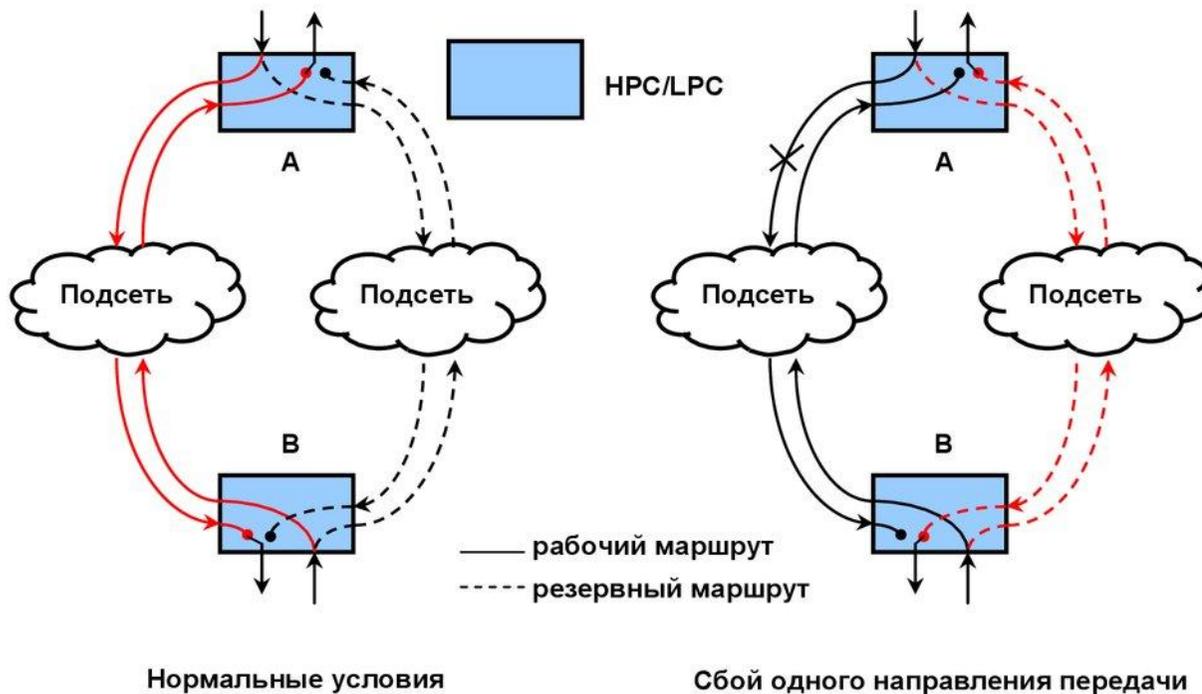
**RDI** (REMOTE DEFECT INDICATION) – индикатор удаленного дефекта

**REI** (REMOTE ERROR INDICATION) – индикатор удаленной ошибки

**AIS** (ALARM INDICATION SIGNAL) – сигнал индикации аварии

# Резервирование тракта в SDH

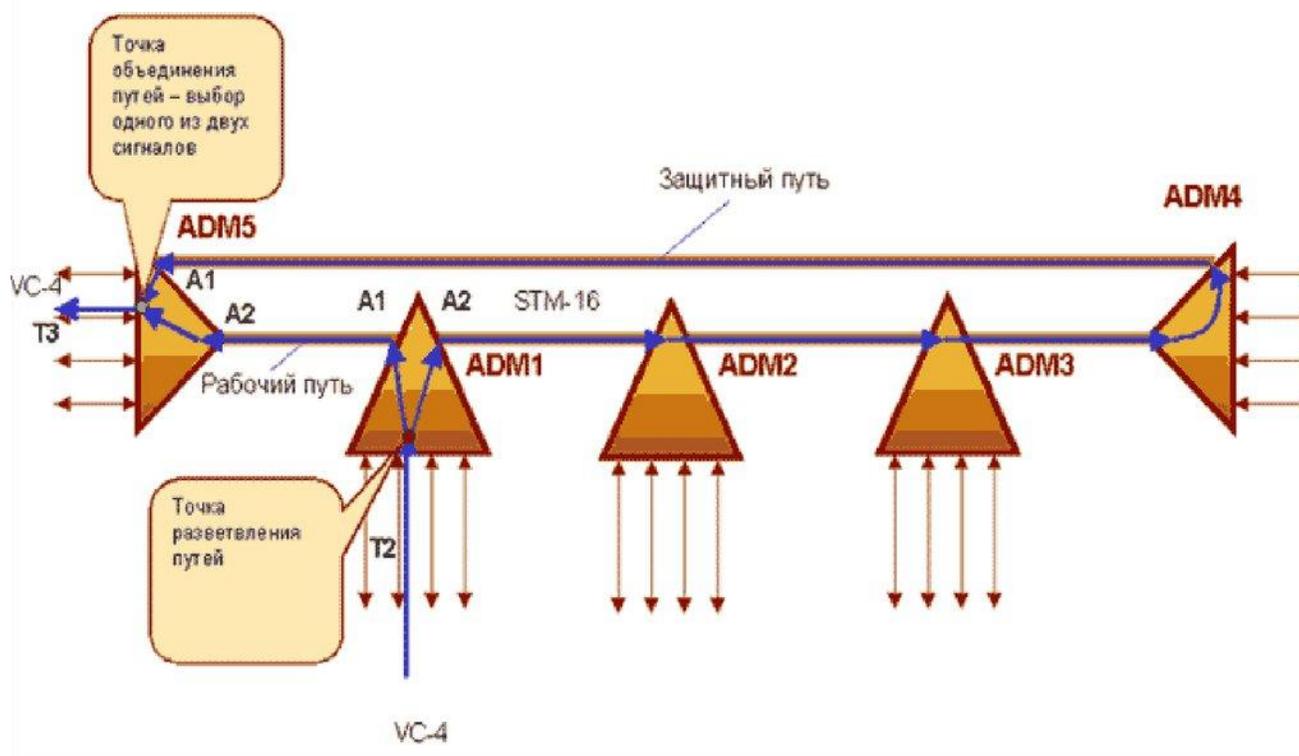
Двухнаправленное переключение при резервировании подсети (SNCP) типа 1+1



Пример SNCP резервирования (Sub-Network Connection Protection).

# Резервирование тракта в SDH

## Защита соединения (Sub-Network Connection Protection, SNC-P)



Пример SNCP резервирования (Sub-Network Connection Protection).

# Синхронизация в сетях SDH

## Необходимость тактовой синхронизации цифровой сети связи

Тактовая сетевая синхронизация (ТСС) предназначена для установления и поддержания определенных фазовых соотношений между цифровыми сигналами систем коммутации, а также между цифровыми сигналами систем передачи и коммутации. Необходимость в ТСС возникает тогда, когда цифровые системы передачи интегрируются с электронными цифровыми системами коммутации в единую сеть, обеспечивающую передачу и коммутацию сигналов в цифровой форме.

В реальной ситуации на цифровых сетях большой протяженности может наблюдаться расхождение тактовых частот, что приводит к проскальзыванию.

Проскальзывание - исключение или повторение в цифровом сигнале одного или нескольких бит, происходящее в следствии различия в скоростях записи и считывания буферных устройств, установленных на входе коммутационного оборудования, где запись производится с тактовой частотой приходящего цифрового потока, а считывание с тактовой частотой коммутационного оборудования.



Первичный эталонный генератор  
«VCH-001»

# Синхронизация в сетях SDH

## Проявления рассинхронизации в сетях

Службы	Характер влияния	Допустимый интервал между проскальзываниями
Телефония	Только 5% проскальзываний вызывают слышимые щелчки	1 мин.
Вещание	Щелчки из которых все 100% - слышимые	1 час
Передача данных: с блоками постоянной длины; с блоками переменной длины; по каналу ТЧ аппаратуры ИКМ	Потеря синхронизации Одна или несколько ошибок на блок Одиночные или групповые ошибки, но без сбоя синхронизации	1 час 3 часа 4 мин.

Требования к значению проскальзываний при соединении от абонента до абонента по каналу 64 кбит/с нормируется согласно рекомендации МСЭ-Т G.822 для эталонного соединения длиной 27 500 км, которое представляет собой соединение двух национальных сетей через несколько международных транзитов и насчитывает в общей сложности 13 узлов и станций. По рек.G.822 в этом соединении должно происходить:

- а) не более 5 проскальзываний за 24 ч в течении 98,9% времени работы;
- д) более 5 проскальзываний за 24ч, но менее 30 за 1 ч в течении 1% времени работы;
- с) более 30 проскальзываний за 1 ч в течение 0,1% времени работы.

При этом считается, что общее время работы должно составлять не менее 1 года, а категория а) соответствует случаю нормальной работы эталонной цепи. оборудования.

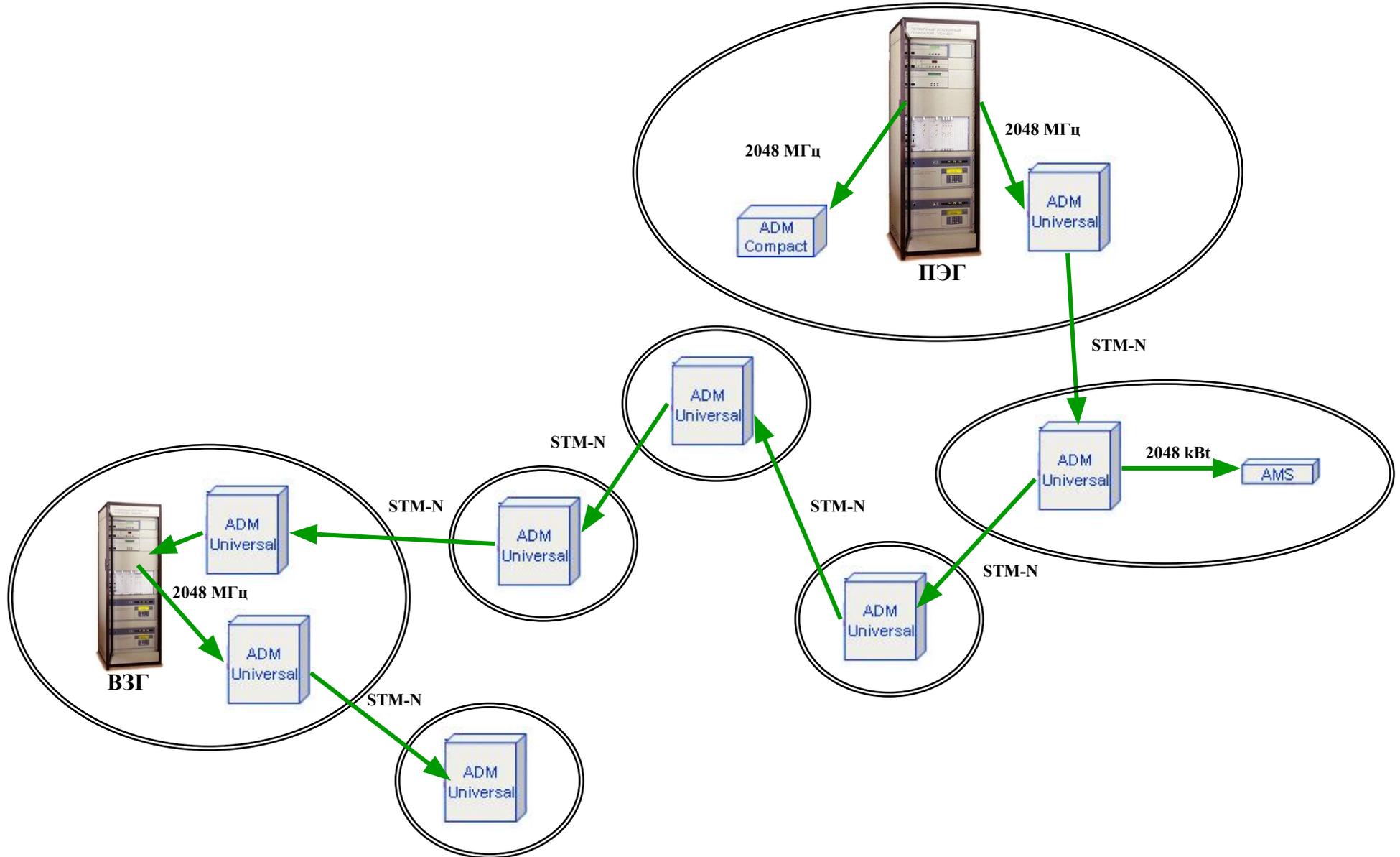
# Синхронизация в сетях SDH

Рекомендацией МСЭ-Т G/803 определены четыре режима работы задающих генераторов в сети тактовой синхронизации.

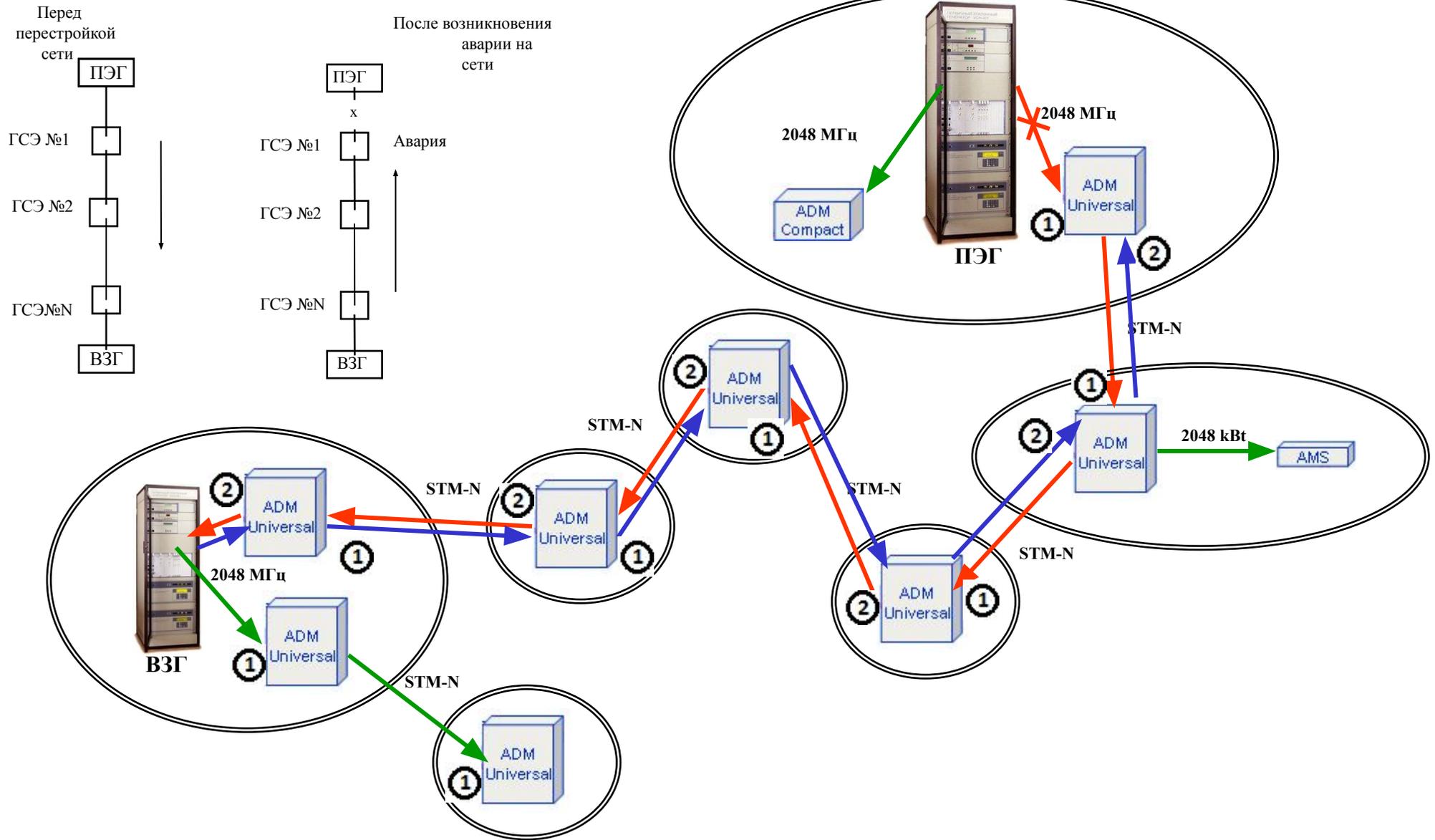
Фактически на этом рисунке указаны временные интервалы возникновения управляемых проскальзываний при различной стабильности задающих генераторов сети тактовой синхронизации.



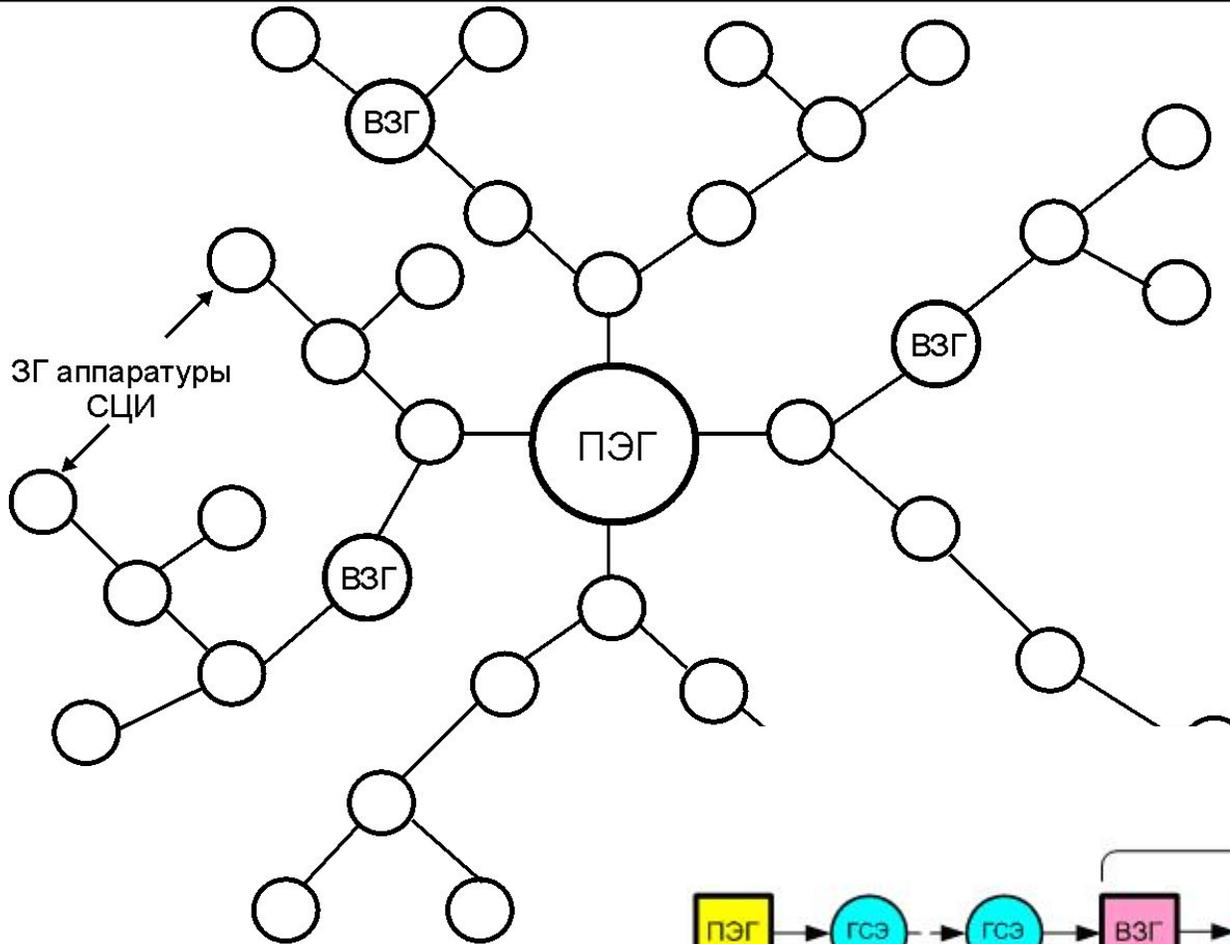
# Синхронизация в сетях SDH



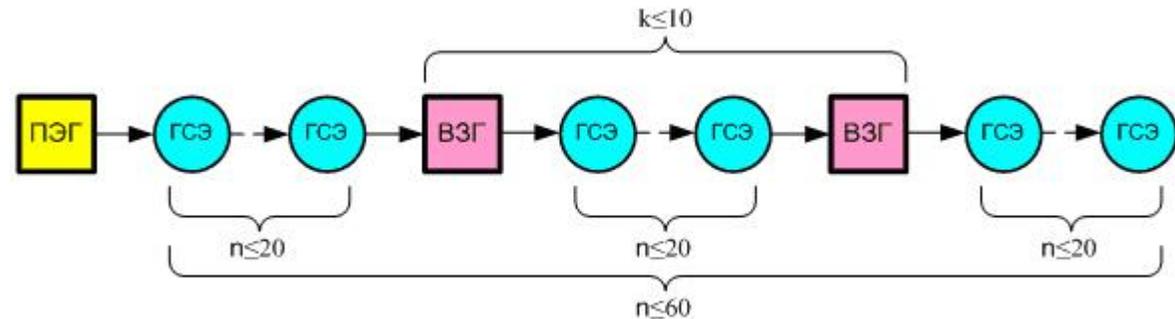
# Синхронизация в сетях SDH



# Синхронизация в сетях SDH

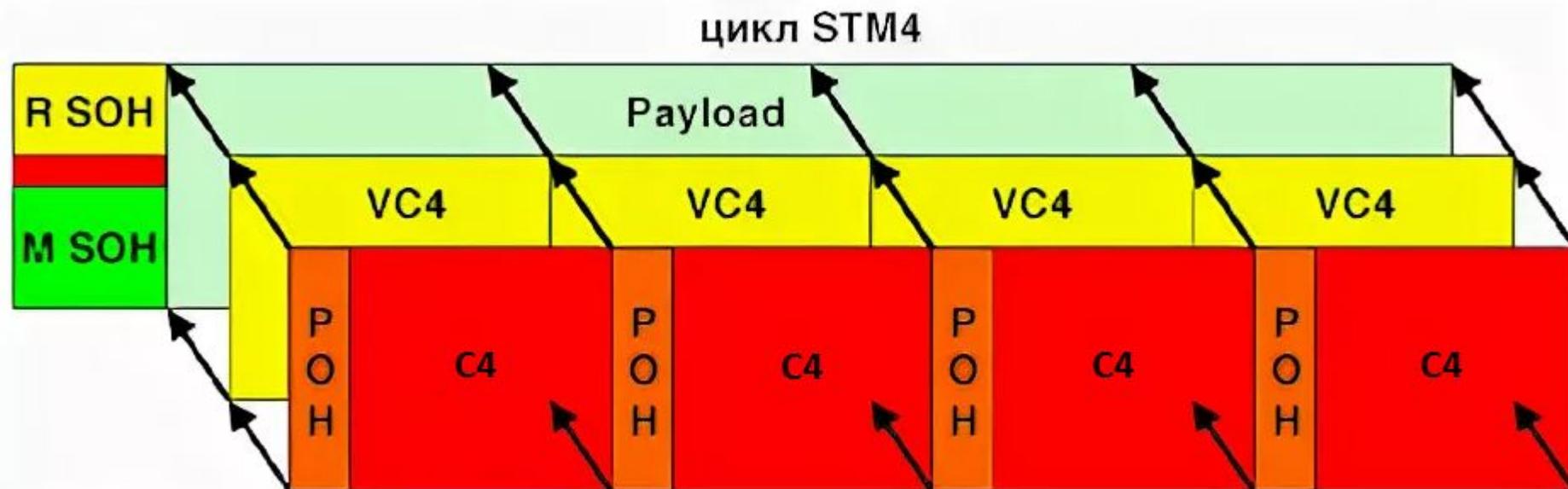


**G.811**



# Мультиплексирование STM-N

Условное представление транспортного модуля STM-4

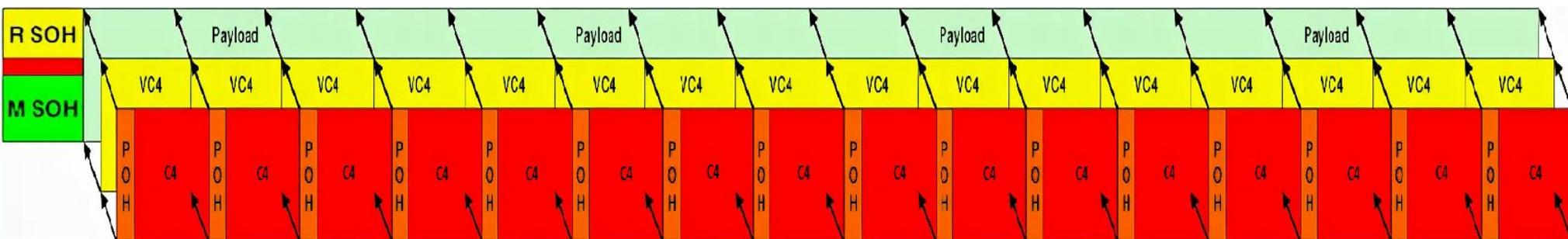


Побайтовое мультиплексирование четырех AUG-4 образует структуру из 9 строк и 1044 столбцов ( $261 * 4$ ), к четвертой строке которой последовательно присоединяются 36 байт ( $9 * 4$ ), относящиеся к указателям четырех мультиплексируемых потоков AU-4.



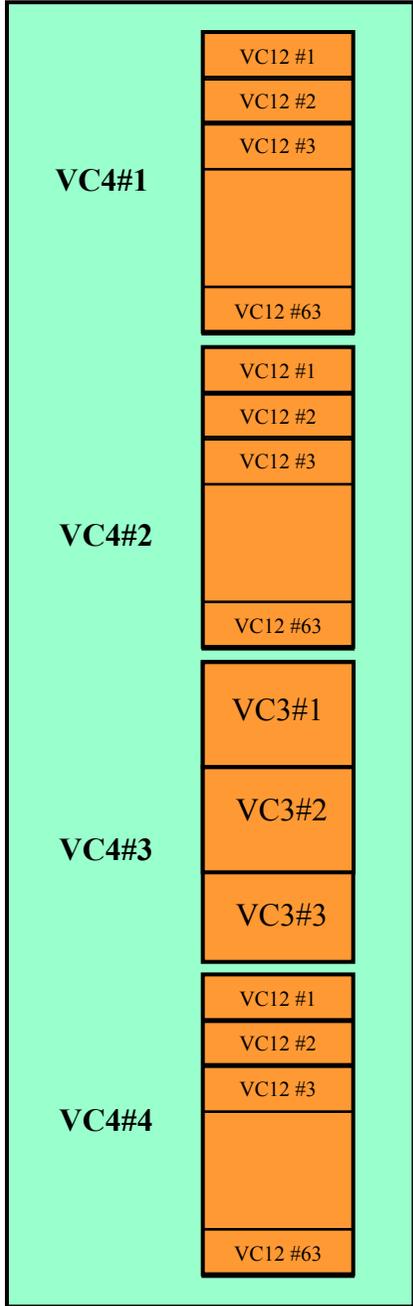
# Мультиплексирование STM-N

Условное представление транспортного модуля STM-16

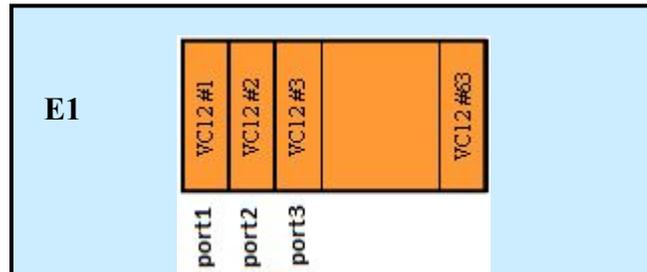


Побайтовое мультиплексирование 16 цифровых потоков AU-4 образует структуру из 9 строк и 4176 столбцов ( $261 \cdot 16$ ), к четвертой строке которой последовательно присоединяются 144 байта ( $9 \cdot 16$ ), относящиеся к указателям 16 мультиплексируемых потоков AU-4.

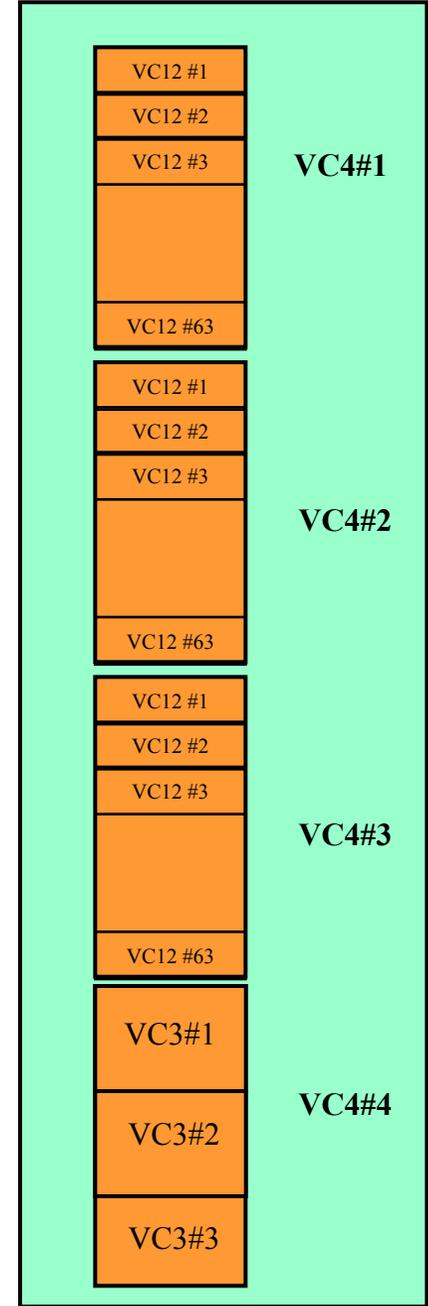
# STM-4 (Запад)



# Мультиплексор Ввода-вывода



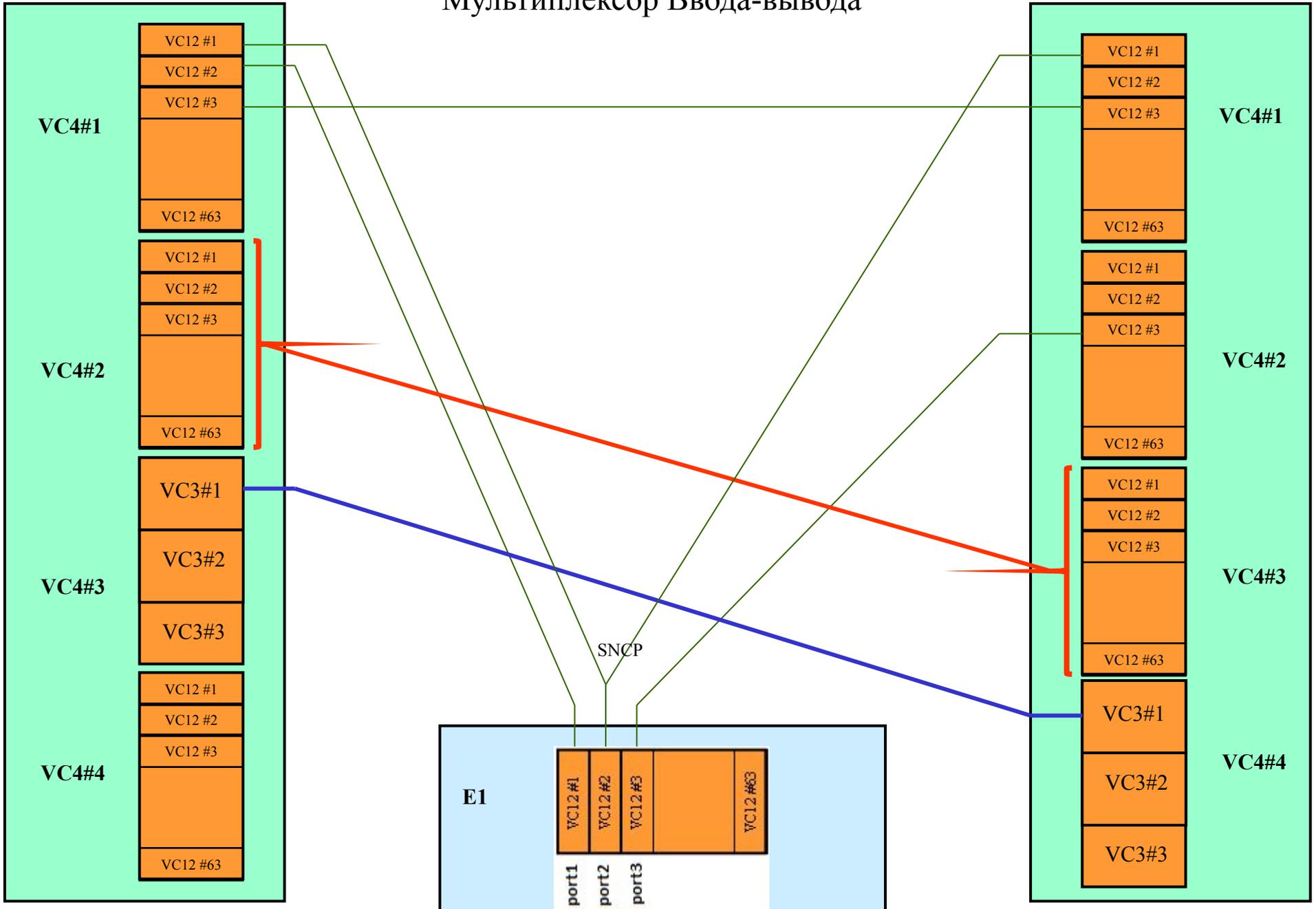
# STM-4 (Восток)



STM-4 (Запад)

Мультиплексор Ввода-вывода

STM-4 (Восток)





# Соответствие порядковых номеров номерам KLM

Схема расчета ресурсов

	1		
	1	2	3
1	1	2	3
2	4	5	6
3	7	8	9
4	10	11	12
5	13	14	15
6	16	17	18
7	19	20	21

	2		
	1	2	3
1	22	23	24
2	25	26	27
3	28	29	30
4	31	32	33
5	34	35	36
6	37	38	39
7	40	41	42

	3		
	1	2	3
1	43	44	45
2	46	47	48
3	49	50	51
4	52	53	54
5	55	56	57
6	58	59	60
7	61	62	63

# Мультиплексирование STM-N

E1 Number	TUG3-TUG2-VT		
	KLM	ITU- T	Alca tel
1	1-1-1	1-1-1	1-1-1
2	1-1-2	2-1-1	1-2-1
3	1-1-3	3-1-1	1-3-1
4	1-2-1	1-2-1	1-4-1
5	1-2-2	2-2-1	1-5-1
6	1-2-3	3-2-1	1-6-1
7	1-3-1	1-3-1	1-7-1
8	1-3-2	2-3-1	1-1-2
9	1-3-3	3-3-1	1-2-2
10	1-4-1	1-4-1	1-3-2
11	1-4-2	2-4-1	1-4-2
12	1-4-3	3-4-1	1-5-2
13	1-5-1	1-5-1	1-6-2
14	1-5-2	2-5-1	1-7-2
15	1-5-3	3-5-1	1-1-3
16	1-6-1	1-6-1	1-2-3
17	1-6-2	2-6-1	1-3-3
18	1-6-3	3-6-1	1-4-3
19	1-7-1	1-7-1	1-5-3
20	1-7-2	2-7-1	1-6-3
21	1-7-3	3-7-1	1-7-3

E1 Number	TUG3-TUG2-VT		
	KLM	ITU- T	Alca tel
22	2-1-1	1-1-2	2-1-1
23	2-1-2	2-1-2	2-2-1
24	2-1-3	3-1-2	2-3-1
25	2-2-1	1-2-2	2-4-1
26	2-2-2	2-2-2	2-5-1
27	2-2-3	3-2-2	2-6-1
28	2-3-1	1-3-2	2-7-1
29	2-3-2	2-3-2	2-1-2
30	2-3-3	3-3-2	2-2-2
31	2-4-1	1-4-2	2-3-2
32	2-4-2	2-4-2	2-4-2
33	2-4-3	3-4-2	2-5-2
34	2-5-1	1-5-2	2-6-2
35	2-5-2	2-5-2	2-7-2
36	2-5-3	3-5-2	2-1-3
37	2-6-1	1-6-2	2-2-3
38	2-6-2	2-6-2	2-3-3
39	2-6-3	3-6-2	2-4-3
40	2-7-1	1-7-2	2-5-3
41	2-7-2	2-7-2	2-6-3
42	2-7-3	3-7-2	2-7-3

E1 Number	TUG3-TUG2-VT		
	KLM	ITU- T	Alca tel
43	3-1-1	1-1-3	3-1-1
44	3-1-2	2-1-3	3-2-1
45	3-1-3	3-1-3	3-3-1
46	3-2-1	1-2-3	3-4-1
47	3-2-2	2-2-3	3-5-1
48	3-2-3	3-2-3	3-6-1
49	3-3-1	1-3-3	3-7-1
50	3-3-2	2-3-3	3-1-2
51	3-3-3	3-3-3	3-2-2
52	3-4-1	1-4-3	3-3-2
53	3-4-2	2-4-3	3-4-2
54	3-4-3	3-4-3	3-5-2
55	3-5-1	1-5-3	3-6-2
56	3-5-2	2-5-3	3-7-2
57	3-5-3	3-5-3	3-1-3
58	3-6-1	1-6-3	3-2-3
59	3-6-2	2-6-3	3-3-3
60	3-6-3	3-6-3	3-4-3
61	3-7-1	1-7-3	3-5-3
62	3-7-2	2-7-3	3-6-3
63	3-7-3	3-7-3	3-7-3

# Инкапсуляция Ethernet в SDH

Таблица V.1/G.7041/Y.1303 – Максимальная (не)отмеченная битовая скорость MAC на сигнал сервера MAC "10 Мбит/с"

		Битовая скорость полезной нагрузки (номинальная битовая скорость для Ethernet)									
		10 000	9 600	11 200	8 704	10 880					
		Битовая скорость MAC (кбит/с), пропускная способность (%) по отношению к максимальной битовой скорости MAC									
GFP-FCS	Ter VLAN	Размер MAC (байты)	10Base-T	VC-11-6v	Пропускная способность	VC-11-7v	Пропускная способность	VC-12-4v	Пропускная способность	VC-12-5v	Пропускная способность
0	0	64	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	0	128	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	0	256	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	0	512	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	0	1 024	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	0	1 518	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	0	9 618	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	1	64	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	1	128	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	1	256	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	1	512	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	1	1 024	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	1	1 518	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
0	1	9 618	10 000	9 600	96,0	11 200	112	8 704	87,0	10 880	109
1	0	64	10 000	9 035	90,4	10 541	105	8 192	81,9	10 240	102
1	0	128	10 000	9 309	93,1	10 861	109	8 440	84,4	10 550	106
1	0	256	10 000	9 452	94,5	11 028	110	8 570	85,7	10 713	107
1	0	512	10 000	9 526	95,3	11 113	111	8 637	86,4	10 796	108
1	0	1 024	10 000	9 563	95,6	11 156	112	8 670	86,7	10 838	108
1	0	1 518	10 000	9 575	95,7	11 171	112	8 681	86,8	10 851	109
1	0	9 618	10 000	9 596	96,0	11 195	112	8 700	87,0	10 875	109
1	1	64	10 000	9 067	90,7	10 578	106	8 220	82,2	10 276	103
1	1	128	10 000	9 318	93,2	10 871	109	8 448	84,5	10 560	106
1	1	256	10 000	9 455	94,5	11 030	110	8 572	85,7	10 715	107
1	1	512	10 000	9 526	95,3	11 114	111	8 637	86,4	10 796	108
1	1	1 024	10 000	9 563	95,6	11 157	112	8 670	86,7	10 838	108
1	1	1 518	10 000	9 575	95,7	11 171	112	8 681	86,8	10 851	109
1	1	9 618	10 000	9 596	96,0	11 195	112	8 700	87,0	10 875	109

# Инкапсуляция Ethernet в SDH

Таблица V.2/G.7041/Y.1303 – Максимальная (не)отмеченная битовая скорость MAC на сигнал сервера MAC "100 Мбит/с"

		Битовая скорость полезной нагрузки (номинальная битовая скорость для Ethernet)					
		100 000	96 768	149 760			
		Битовая скорость MAC (кбит/с), пропускная способность (%) по отношению к максимальной битовой скорости MAC					
GFP-FCS	Ter VLAN	Размер MAC (байты)	100Base-T	VC-3-2v	Пропускная способность	VC-4	Пропускная способность
0	0	64	76 190	86 016	100,0	133 120	100,0
0	0	128	86 486	91 076	100,0	140 951	100,0
0	0	256	92 754	93 836	100,0	145 222	100,0
0	0	512	96 241	95 279	99,0	147 456	100,0
0	0	1 024	98 084	96 018	97,9	148 599	100,0
0	0	1 518	98 700	96 261	97,5	148 975	100,0
0	0	9 618	99 792	96 688	96,9	149 636	100,0
0	1	64	77 273	86 582	100,0	133 996	100,0
0	1	128	86 842	91 238	100,0	141 202	100,0
0	1	256	92 857	93 879	100,0	145 290	100,0
0	1	512	96 269	95 291	99,0	147 474	100,0
0	1	1 024	98 092	96 021	97,9	148 604	100,0
0	1	1 518	98 703	96 262	97,5	148 977	100,0
0	1	9 618	99 793	96 688	96,9	149 636	100,0
1	0	64	76 190	81 489	100,0	126 114	100,0
1	0	128	86 486	88 474	100,0	136 923	100,0
1	0	256	92 754	92 435	99,7	143 054	100,0
1	0	512	96 241	94 552	98,2	146 330	100,0
1	0	1 024	98 084	95 647	97,5	148 025	100,0
1	0	1 518	98 700	96 009	97,3	148 585	100,0
1	0	9 618	99 792	96 647	96,8	149 573	100,0
1	1	64	77 273	82 253	100,0	127 296	100,0
1	1	128	86 842	88 704	100,0	137 280	100,0
1	1	256	92 857	92 499	99,6	143 153	100,0
1	1	512	96 269	94 569	98,2	146 356	100,0
1	1	1 024	98 092	95 651	97,5	148 032	100,0
1	1	1 518	98 703	96 011	97,3	148 588	100,0
1	1	9 618	99 793	96 647	96,8	149 573	100,0

# Инкапсуляция Ethernet в SDN

Таблица V.3/G.7041/Y.1303 – Максимальная (не)отмеченная битовая скорость MAC на сигнал сервера MAC "1 Гбит/с"

		Битовая скорость полезной нагрузки (номинальная битовая скорость для Ethernet)					
		1 000 000	898 560			1 048 320	
		Битовая скорость MAC (кбит/с), пропускная способность (%) по отношению к максимальной битовой скорости MAC					
GFP-FCS	Tag VLAN	Размер MAC (байты)	1000Base-X	VC-4-6v	Пропускная способность	VC-4-7v	Пропускная способность
0	0	64	761 905	798 720	100,0	931 840	100,0
0	0	128	864 865	845 704	97,8	986 654	100,0
0	0	256	927 536	871 331	93,9	1 016 553	100,0
0	0	512	962 406	884 736	91,9	1 032 192	100,0
0	0	1 024	980 843	891 594	90,9	1 040 193	100,0
0	0	1 518	986 996	893 849	90,6	1 042 824	100,0
0	0	9 618	997 925	897 813	90,0	1 047 449	100,0
0	1	64	772 727	803 975	100,0	937 971	100,0
0	1	128	868 421	847 214	97,6	988 416	100,0
0	1	256	928 571	871 737	93,9	1 017 027	100,0
0	1	512	962 687	884 842	91,9	1 032 315	100,0
0	1	1 024	980 916	891 621	90,9	1 040 225	100,0
0	1	1 518	987 030	893 862	90,6	1 042 839	100,0
0	1	9 618	997 926	897 814	90,0	1 047 449	100,0
1	0	64	761 905	756 682	99,3	882 796	100,0
1	0	128	864 865	821 541	95,0	958 464	100,0
1	0	256	927 536	858 326	92,5	1 001 380	100,0
1	0	512	962 406	877 982	91,2	1 024 313	100,0
1	0	1 024	980 843	888 152	90,5	1 036 177	100,0
1	0	1 518	986 996	891 512	90,3	1 040 098	100,0
1	0	9 618	997 925	897 440	89,9	1 047 014	100,0
1	1	64	772 727	763 776	98,8	891 072	100,0
1	1	128	868 421	823 680	94,8	960 960	100,0
1	1	256	928 571	858 918	92,5	1 002 071	100,0
1	1	512	962 687	878 138	91,2	1 024 495	100,0
1	1	1 024	980 916	888 192	90,5	1 036 224	100,0
1	1	1 518	987 030	891 531	90,3	1 040 119	100,0
1	1	9 618	997 926	897 441	89,9	1 047 014	100,0

# Инкапсуляция Ethernet в SDN

Таблица V.4/G.7041/Y.1303 – Максимальная (не)отмеченная битовая скорость MAC на сигнал сервера MAC "10 Гбит/с"

Битовая скорость полезной нагрузки (номинальная битовая скорость для Ethernet)

10 000 000    9 884 160                      9 953 280                      9 995 277

Битовая скорость MAC (кбит/с), пропускная способность (%) по отношению к максимальной битовой скорости MAC

GFP-FCS	Тег VLAN	Размер MAC (байты)	10GBase-R	VC-4-66v	Пропускная способность	ODU1-4v	Пропускная способность	ODU2	Пропускная способность
0	0	64	8 311 688	8 785 920	100,0	8 847 360	100,0	8 884 691	100,0
0	0	128	9 078 014	9 302 739	100,0	9 367 793	100,0	9 407 319	100,0
0	0	256	9 516 729	9 584 640	100,0	9 651 665	100,0	9 692 390	100,0
0	0	512	9 752 381	9 732 096	99,8	9 800 153	100,0	9 841 503	100,0
0	0	1 024	9 874 638	9 807 539	99,3	9 876 123	100,0	9 917 794	100,0
0	0	1 518	9 915 088	9 832 343	99,2	9 901 100	99,9	9 942 877	100,0
0	0	9 618	9 986 502	9 875 945	98,9	9 945 008	99,6	9 986 970	100,0
0	1	64	8 395 062	8 843 722	100,0	8 905 566	100,0	8 943 143	100,0
0	1	128	9 103 448	9 319 351	100,0	9 384 521	100,0	9 424 118	100,0
0	1	256	9 523 810	9 589 110	100,0	9 656 167	100,0	9 696 910	100,0
0	1	512	9 754 253	9 733 257	99,8	9 801 322	100,0	9 842 677	100,0
0	1	1 024	9 875 120	9 807 834	99,3	9 876 421	100,0	9 918 093	100,0
0	1	1 518	9 915 309	9 832 478	99,2	9 901 237	99,9	9 943 014	100,0
0	1	9 618	9 986 508	9 875 949	98,9	9 945 011	99,6	9 986 974	100,0
1	0	64	8 311 688	8 323 503	100,0	8 381 709	100,0	8 417 075	100,0
1	0	128	9 078 014	9 036 946	99,5	9 100 142	100,0	9 138 539	100,0
1	0	256	9 516 729	9 441 586	99,2	9 507 611	99,9	9 547 727	100,0
1	0	512	9 752 381	9 657 805	99,0	9 725 342	99,7	9 766 377	100,0
1	0	1 024	9 874 638	9 769 672	98,9	9 837 991	99,6	9 879 502	100,0
1	0	1 518	9 915 088	9 806 637	98,9	9 875 215	99,6	9 916 883	100,0
1	0	9 618	9 986 502	9 871 843	98,9	9 940 877	99,5	9 982 822	100,0
1	1	64	8 395 062	8 401 536	100,0	8 460 288	100,0	8 495 985	100,0
1	1	128	9 103 448	9 060 480	99,5	9 123 840	100,0	9 162 337	100,0
1	1	256	9 523 810	9 448 094	99,2	9 514 165	99,9	9 554 309	100,0
1	1	512	9 754 253	9 659 520	99,0	9 727 069	99,7	9 768 112	100,0
1	1	1 024	9 875 120	9 770 112	98,9	9 838 434	99,6	9 879 947	100,0
1	1	1 518	9 915 309	9 806 839	98,9	9 875 419	99,6	9 917 087	100,0
1	1	9 618	9 986 508	9 871 848	98,9	9 940 882	99,5	9 982 827	100,0

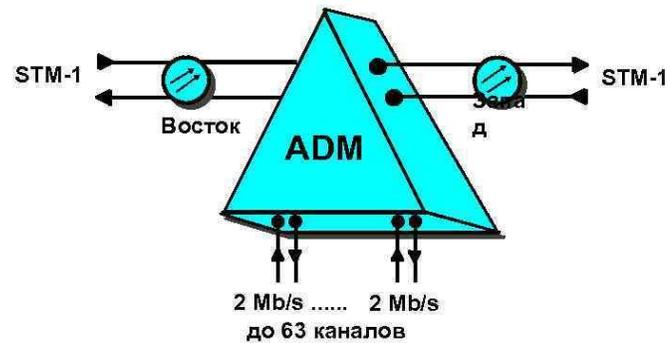
	TU-12 № 1	TU-12 № 2	TU-12 № 3	TUG-2			Построение цикла (125мкс) сверхцикла TUG-2														
	V1	V1	V1	V1 <sup>1</sup>	V1 <sup>2</sup>	V1 <sup>3</sup>			V1 <sup>1</sup>	V1 <sup>2</sup>	V1 <sup>3</sup>	105 <sup>1</sup>	105 <sup>2</sup>	105 <sup>3</sup>	106 <sup>1</sup>	106 <sup>2</sup>	106 <sup>3</sup>	107 <sup>1</sup>	107 <sup>2</sup>	107 <sup>3</sup>	
	105	105	105	105 <sup>1</sup>	105 <sup>2</sup>	105 <sup>3</sup>			V5	108 <sup>2</sup>	108 <sup>3</sup>	109 <sup>1</sup>	109 <sup>2</sup>	109 <sup>3</sup>	110 <sup>1</sup>	110 <sup>2</sup>	110 <sup>3</sup>	111 <sup>1</sup>	111 <sup>2</sup>	111 <sup>3</sup>	
	106	106	106	106 <sup>1</sup>	106 <sup>2</sup>	106 <sup>3</sup>			112 <sup>1</sup>	112 <sup>2</sup>	112 <sup>3</sup>										
	107	107	107	107 <sup>1</sup>	107 <sup>2</sup>	107 <sup>3</sup>			116 <sup>1</sup>	116 <sup>2</sup>											
	V5	108	108	V5	108 <sup>2</sup>	108 <sup>3</sup>			120 <sup>1</sup>	120 <sup>2</sup>											
	136	136	136	136 <sup>1</sup>	136 <sup>2</sup>	136 <sup>2</sup>			124 <sup>1</sup>	124 <sup>2</sup>											
	137	137	137	137 <sup>1</sup>	137 <sup>2</sup>	137 <sup>2</sup>			128 <sup>1</sup>	128 <sup>2</sup>											
	138	138	V5	138 <sup>1</sup>	138 <sup>2</sup>	138 <sup>3</sup>			132 <sup>1</sup>	132 <sup>2</sup>											
	139	139	139	139 <sup>1</sup>	139 <sup>2</sup>	139 <sup>3</sup>			136 <sup>1</sup>	136 <sup>2</sup>	136 <sup>2</sup>	137 <sup>1</sup>	137 <sup>2</sup>	137 <sup>2</sup>	138 <sup>1</sup>	138 <sup>2</sup>	V5	139 <sup>1</sup>	139 <sup>2</sup>	139 <sup>3</sup>	
	V2	V2	V2	V2	V2	V2			V2 <sup>1</sup>	V2 <sup>2</sup>	V2 <sup>3</sup>	0 <sup>1</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>3</sup>	1 <sup>1</sup>	1 <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	
144	0	0	0	0	0	0															
	1	1	1	1	1	1															
	2	2	2	2	2	2															
	34	34	34	34	34	34															
	V3	V3	V3	V3	V3	V3															
	35	35	35	35	35	35															
	36	V5	36	36	36	36															
	37	37	37	37	37	37															
	69	69	69	69	69	69															
	V4	V4	V4	V4	V4	V4															
	70	70	70	70	70	70															
	71	71	71	71	71	71															
	72	72	72	72	72	72															
	104	104	104	104	104	104															

Цифрами обозначена нумерация байтов, где может располагаться начало контейнера V-12 первый байт заголовка V5. Для примера в первом контейнере V-12 это позиция 108, во втором 36, в третьем 138. Эти позиции отмечены в цикле трибутарного блока TUG-2, но нача



# Мультиплексирование STM-N

Мультиплексор ввода-вывода



Цифровой коммутатор

