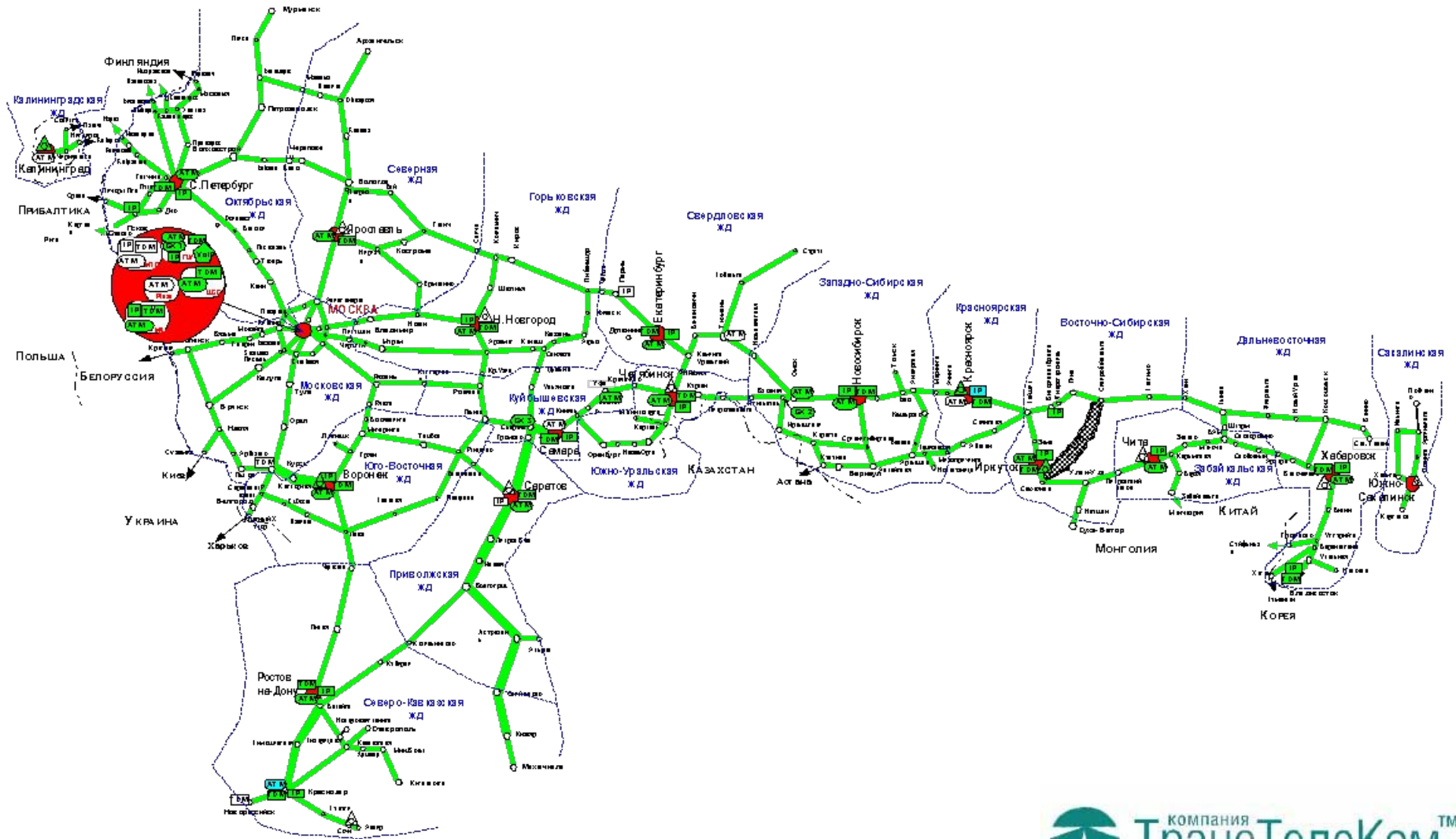


Введение в SDH



Введение в SDH



Введение в SDH

До SDH: Исторические предпосылки

- **1984: Трудности, Возникшие при взаимодействии систем с высокими скоростями передачи**
- **1985: Решение Bellcore SONET**
- **Создание основ синхронного мультиплексирования**
- **Адаптация цикла 49,920 Мбит/с для T1**
- **1986: Исследования по синхронной передаче в ССЦель: интерфейс на уровне 150 Мбит/с**
- **1987: Первая задача, поставленная в ССИТТ по данной проблеме**
- **Предложение США, основанное на решении SONET и учитывающее европейскую иерархию**
- **1988: Определение уровней SDH**

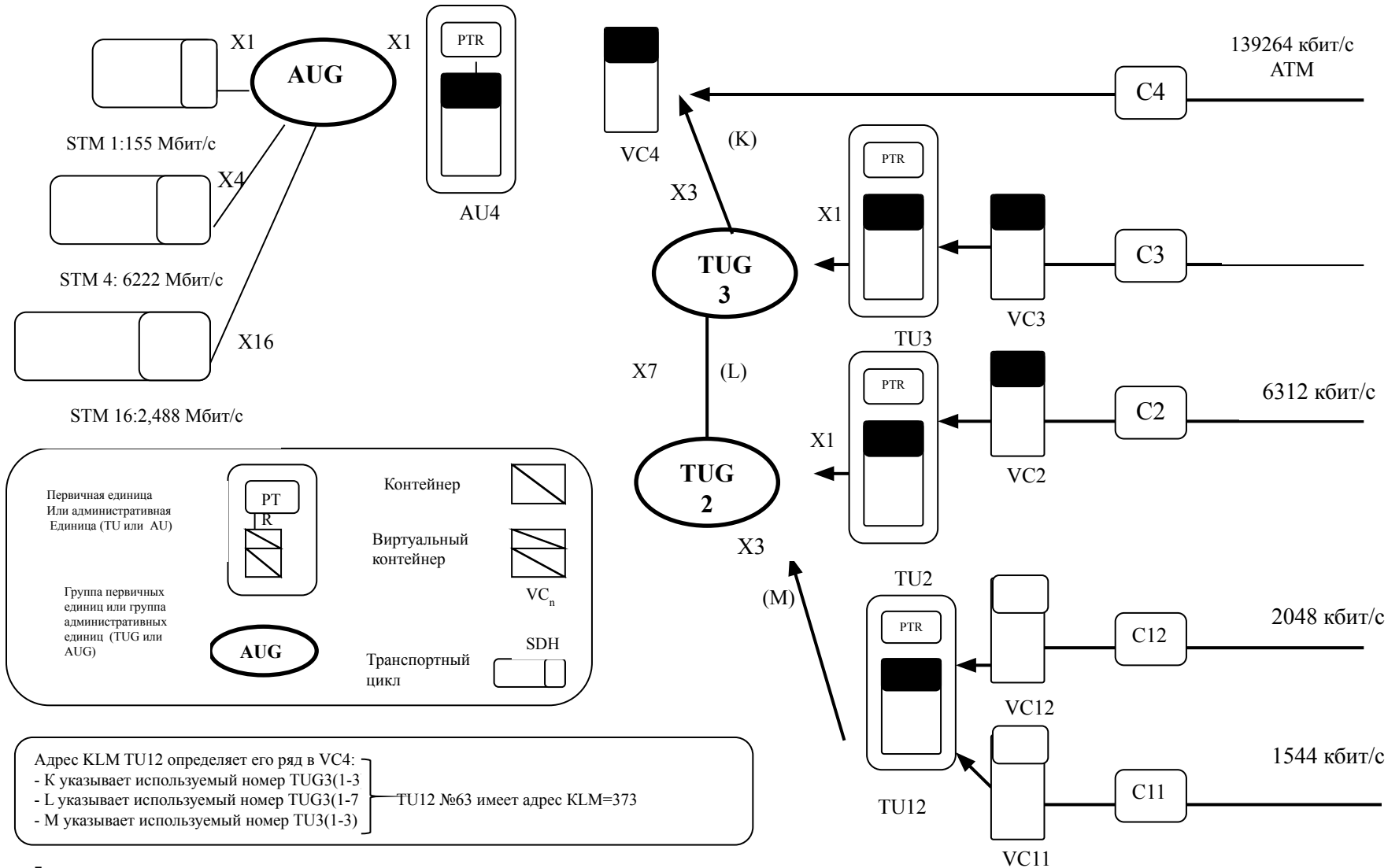
Введение в SDH

Преимущества SDH

- **Международная стандартизация**
- **Прямой доступ к сигналу 2 Мбит/с в сигнале STM-1**
- **Полезная нагрузка > 150 Мбит/с**
- **Может включать сигналы SDH и PDF**
- **Предоставляет встроенные возможности сетевого управления**
- **Поддержка оптоволоконных кабелей: высокое качество передачи**

Введение в SDH

Структура мультиплексирования SDH



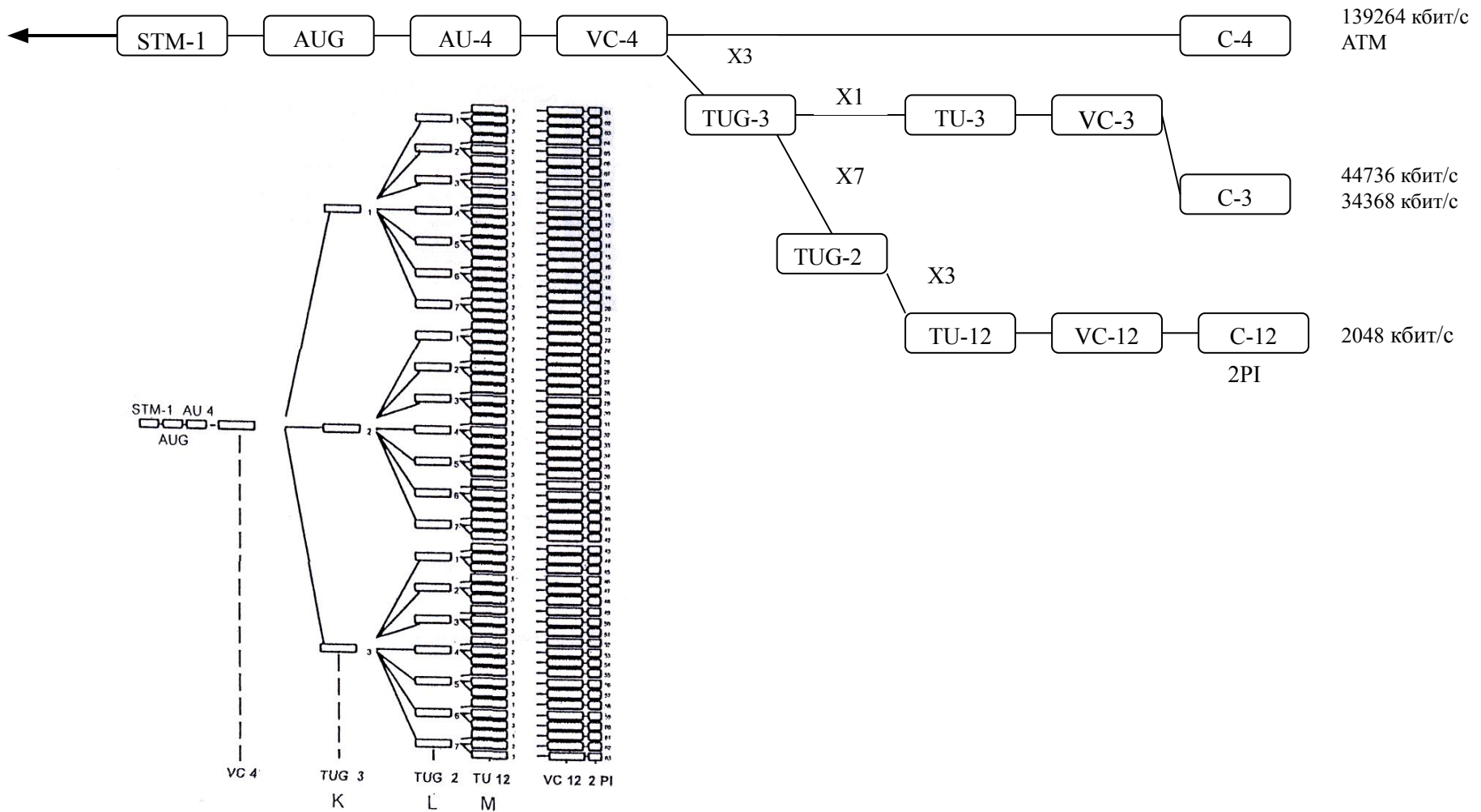
Введение в SDH

Базовая структура SDH: определения

- **C-i (Контейнер)**
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 уровнем.
- **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

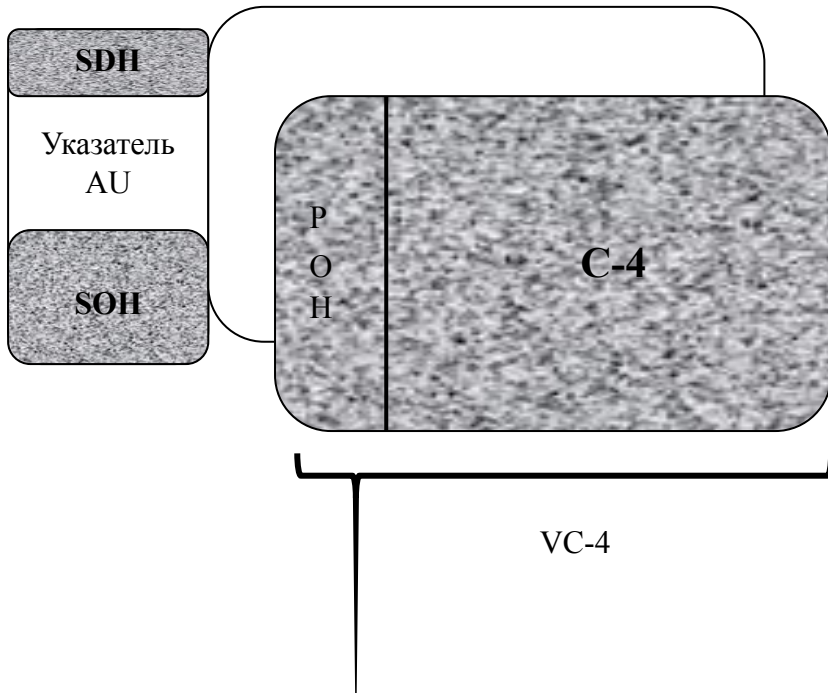
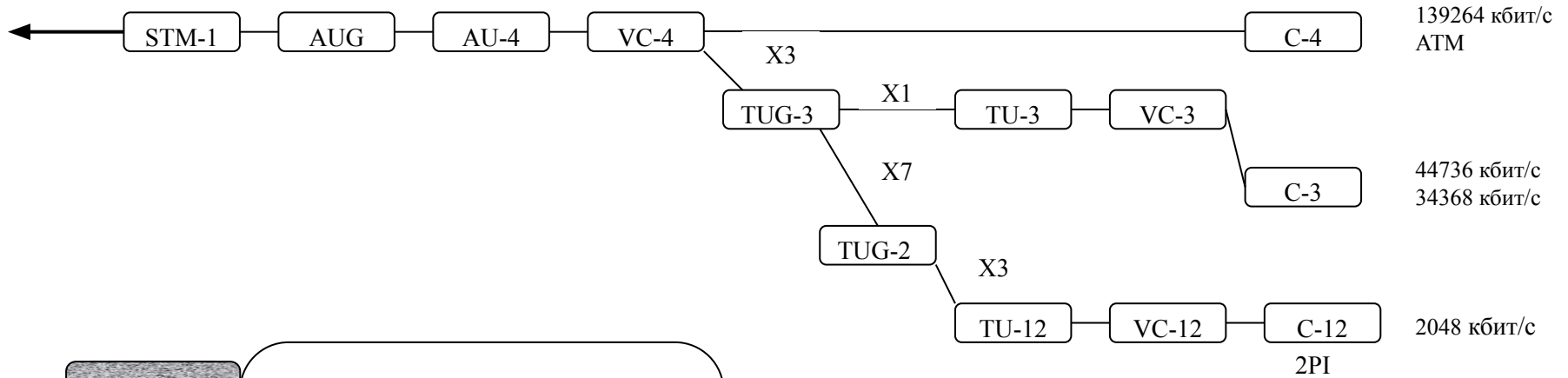
Введение в SDH

Базовая структура SDH: матрица мультиплексирования



Введение в SDH

Этапы мультиплексирования (1)



VC-4 в STM

В этом примере мы видим, как полезная нагрузка STM-1 может использоваться для переноса одного сигнала 140 Мбит/с:

- Каждая из этих девяти строк разбита на разделы в 20 блоков, состоящих из 13 байтов каждый.
- В каждой строке имеется один бит выравнивания (S) и пять битов управления выравниванием (C).
- Первый байт каждого блока состоит из:
 - восьми информационных битов (D) (байт W); или
 - восьми битов фиксированного заполнения (R) (байт Y); или
 - одного бита управления выравниванием (C) плюс пяти битов фиксированного заполнения (R) плюс пяти служебных битов (O) (байт X); или
 - шести информационных битов (D) плюс одного бита выравнивания (S) плюс одного бита фиксированного заполнения (R) (байт Z).
- Последние 12 байтов блока состоит из информационных битов (D).

Служебные биты (O) зарезервированы для служебного использования в будущем.

Набор из пяти битов управления выравниванием (C) в каждой строке используется для управления соответствующим битом выравнивания (S). CCCCC = 00000 означает, что бит S является информационным битом, а CCCCC = 11111 означает, что бит S является битом выравнивания.

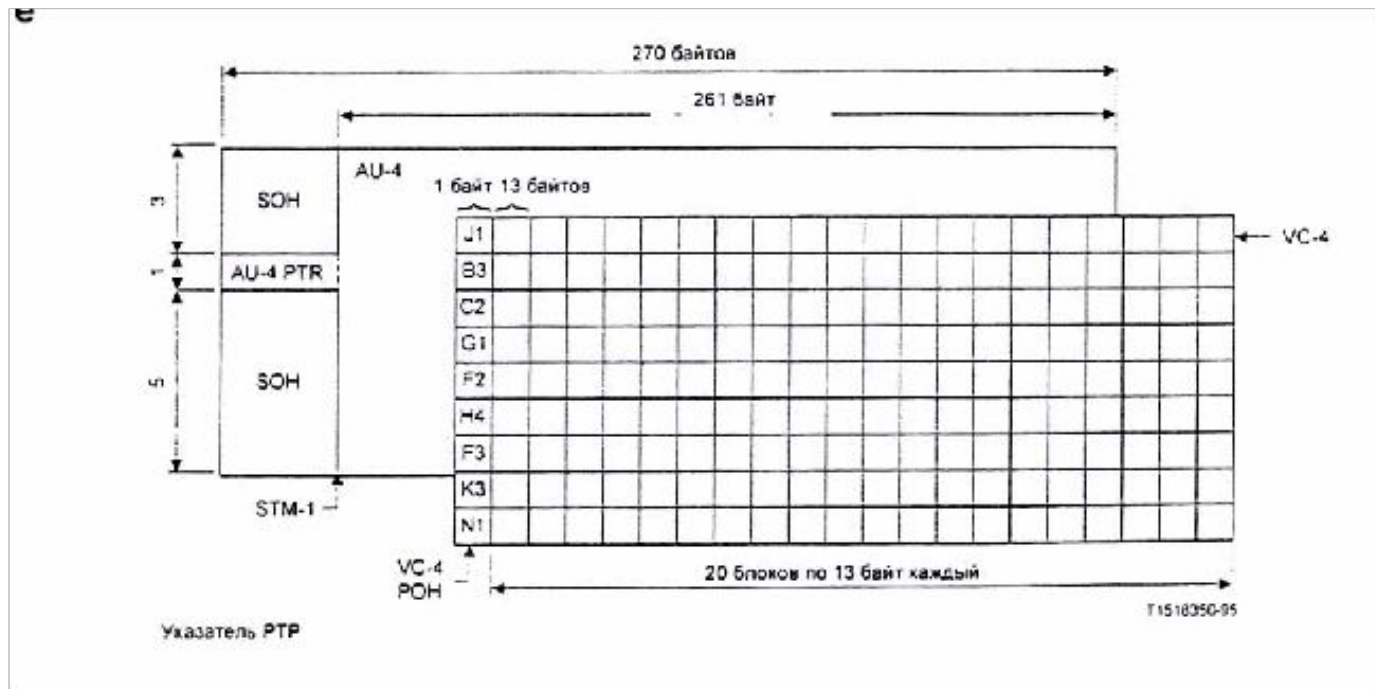
Последовательность Байтов в VC-4

Рисунок 1-12 Асинхронная упаковка первичного потока 140 Мбит/с в VC – 4



*Схематическое
представление*

Рисунок 1-11 Мультиплексирование VC-4 в STM-1



Заголовок тракта VC-4/VC-3

Краткий обзор

Заголовок тракта VC-4/VC-3 состоит из одного столбца из 9 байтов и размещен в первом столбце 9-ой строки VC-4 или VC-3. Он состоит из девяти байтов, показанных на следующем рисунке:

Рисунок 1-18 Заголовок тракта VC-4/VC-3

J1	Идентификатор тракта
V3	ВІР-8
C2	Метка сигнала
G1	Состояние тракта
F2	Канал пользователя
H4	Индикатор позиции
F3	Канал пользователя
K3	Канал пользователя APS VC-4/3
N1	Байт оператора связи

Идентификатор тракта: J1

Это первый байт виртуального контейнера; его местоположение указывается соответствующей единицей AU-n (n=3,4) или указателем TU-3. Этот байт используется для обеспечения проверки терминалом, принимающим тракт, постоянного соединения с соответствующим передатчиком. Если тракт VC-4/3 определен между двумя узлами, мы можем использовать этот байт для проверки установленного тракта.

ВІР-8: V3

Этот байт выделен для реализации функции текущего контроля ошибок тракта. Эта функция должна быть кодом ВІР-8, использующим проверку на четность.

Заголовок тракта VC-4/VC-3

Метка сигнала: C2

Этот байт выделен для указания структуры или состояния технического обслуживания VC-4 или VC-3. Байт C2 содержит значения, описанные в следующей таблице:

Таблица 1-4 Кодирование байта C» (метки сигнала)

MBC 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Шеснад- цатерич- ный код	Интерпритация
0 0 0 0	0 0 0 0	0 0	Пустой или управляющий- пустой
0 0 0 0	0 0 0 1	0 1	Заполненный - не определен
0 0 0 0	0 0 1 0	0 2	Структура TUG
0 0 0 0	0 0 1 1	0 3	Блокированная TU-n
0 0 0 0	0 1 0 0	0 4	Асинхроннаяупаковка потоков 34268 кбит/с или 44736 кбит/с в C-3
0 0 0 1	0 0 1 0	1 2	Асинхронная упаковка потоков 139264 кбит/с в C-4
0 0 0 1	0 0 1 1	1 3	Упаковка ATM
0 0 0 1	0 1 0 1	1 4	Упаковка MAN (DQDB)
0 0 0 1	1 1 1 0	1 5	Упаковка FDDI
1 1 1 1	1 1 1 0	FE	Тестовый сигнал, специальная упаковка O.181
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	VC-AIS

MAN=Metropolitan Area Network (Муниципальная сеть)

DQDB= Distributed Queue Dual (Сдвоенная шина распределенной очереди)

FDDI= (Оптический распределительный интерфейс данных)

Заголовок тракта VC-4/VC-3

**Каналы
пользователя
тракта: F2, F3**

**Индикатор
размещения: H4**

Эти байты выделены для целей связи пользователя между элементами тракта и используются в зависимости от полезной нагрузки.

Этот байт содержит общий индикатор размещения полезных нагрузок и может быть определен для конкретной полезной нагрузки. Например, H4 может использоваться как индикатор размещения сверхцикла для VC-12.

**Канал APS: K№ (b1-
b4)**

Эти биты выделены для сигнализации автоматического переключения на резерв (APS) в целях обеспечения резервирования на уровне трактов VC-4/3. Биты 5-8 этого байта выделены для будущего использования.

**Байты работы сети:
N1**

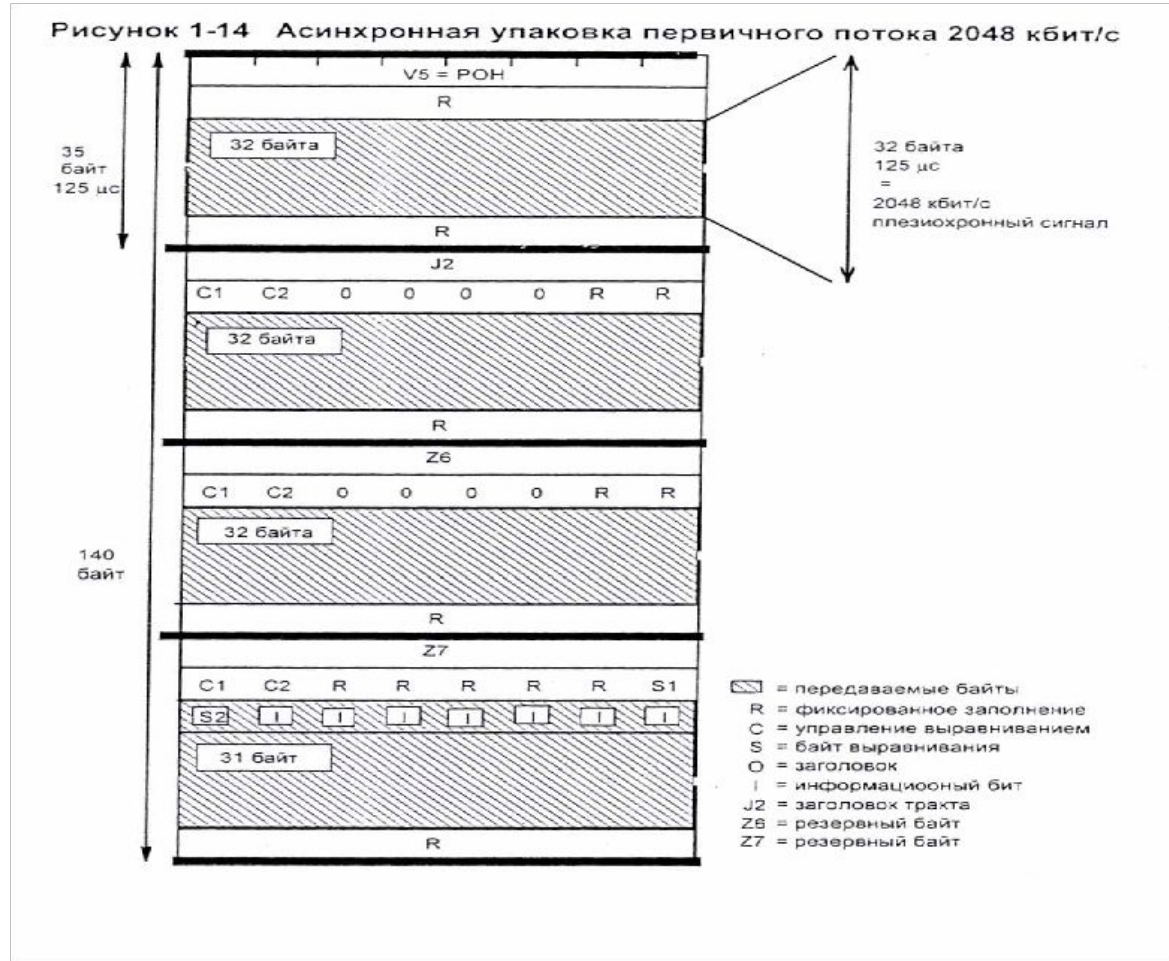
Этот байт выделен для обеспечения функции текущего контроля транзитного соединения (TMC; Tandem Connection Monitoring). Транзитное соединение (TC; tandem connection) определяется как группа контейнеров VC высокого порядка, которые транспортируются и поддерживаются вместе при передаче через одну или несколько транзитных линейных систем. Подуровень заголовка TC выполняет надежную транспортировку полезной нагрузки тракта и его заголовка в сети.

**Асинхронная
упаковка
первичного потока
2048 кбит/с**

Контейнер VC-12 каждые 125 мкс обеспечивает 32 байта для передачи сигналов PDH 2 Мбит/с. Для выравнивания скоростей предложены два бита S2 и S1. Заполнение в соответствии с положительным и отрицательным выравниванием управляется с помощью управляющих битов C2 и C1.

Заголовок тракта VC-4/VC-3

Схематическое представление



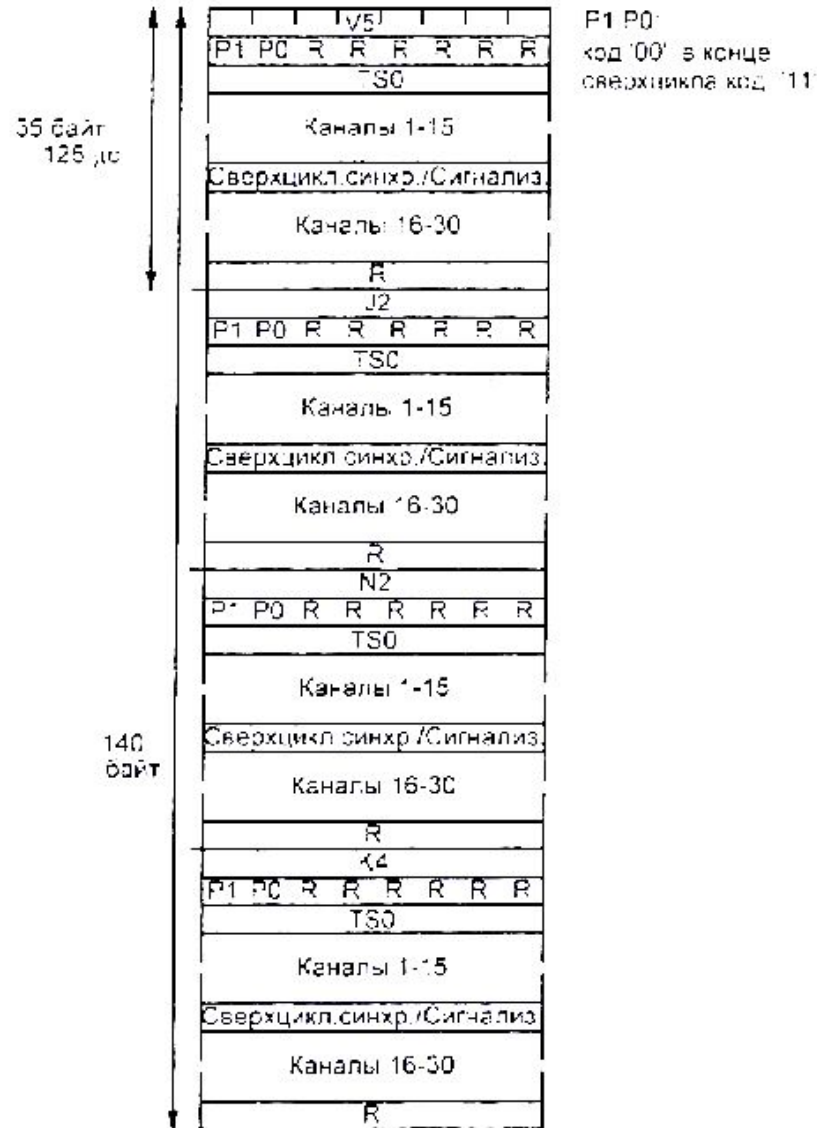
Заголовок тракта VC-4/VC-3

**Байтсинхронная
упаковка
первичного
потока 2048
кбит/с**

Может быть также выполнена байтсинхронная упаковка потоков 2 Мбит/с плавающем режиме TU (это значит, что начало VC отмечается указателем TU). Передаваемый поток 2 Мбит/с устанавливается в фазе с контейнером. Это означает, что каждый временной интервал цикла 2 Мбит/с находится в предварительно назначенном байте контейнера. В PDH 2 Мбит/с временно: интервал TS 16 может содержать сигнализацию по выделенному каналу (CAS). В этом случае биты P указывают фазу сверх цикла.

Схематическое
представление

Рисунок 1-15 Байт синхронная упаковка первичного потока
2048 кбит/с



Байт V5

Краткий обзор

Байт V5, который изображен на рисунке, приведенном ниже, обеспечивает функции проверки ошибок, метки сигнала и состояния трактов VC-12.

Рисунок 1-21 Байт V 5



- BIP-2 = Контроль по четности
- REI = Индикация ошибки на удаленном конце (Remote Error Indication)
- RFI = Индикация отказа оборудования на удаленном конце (Remote Failure Indication)
- SIGNAL LABEL = Пустой или тип упаковки
- RDI = Индикация удаленной аварии (Remote Defect Indication)

Биты 1 и 2

Эти биты используются для текущего контроля коэффициента ошибок всех байтов в предыдущем VC-12. (Проверка четности чередующихся битов (BIP, Bit Interleaved Parity)).

Бит 3

Этот бит является индикацией REI тракта VC-12, которая устанавливается в единицу и посылается обратно к источнику тракта VC-12, если в результате BIP-2 обнаружена одна или несколько ошибок; в противном случае этот бит установлен в нуль.

Индикация ошибки на удаленном конце – если ошибки обнаружены контролем четности, информируется абонентское исходящее оборудование;

Бит 4

Этот бит – это RFI тракта VC-12. Этот бит устанавливается в единицу, если обнаружен отказ, в противном случае он установлен в нуль. RFI тракта VC-12 посылается обратно окончанием VC-12.

Биты 5, 6, 7

Эти биты дают индикацию (метка сигнала) относительно того, заполнен ли VC-12 или нет, и указывает тип упаковки.

Значение этих битов поясняется в следующей таблице:

Таблица 1-5 Биты 5, 6 и 7

b5	b6	b7	Значение
0	0	0	Пустой или управляющий пустой
0	0	1	Заполненный – не определен
0	1	0	Asynchronous; Асинхронный
0	1	1	Бит синхронный
1	0	0	Байт - синхронный
1	0	1	Зарезервировано для будущих применений
1	1	0	Тестовый сигнал, специальная упаковка O.181
1	1	1	VC-AIS

Бит 8

Бит 8 установлен в 1 для указания индикации неисправности дальнего конца (RDI) тракта VC-12. Эта информация посылается обратно источнику в случае обнаружения потери сигнала.

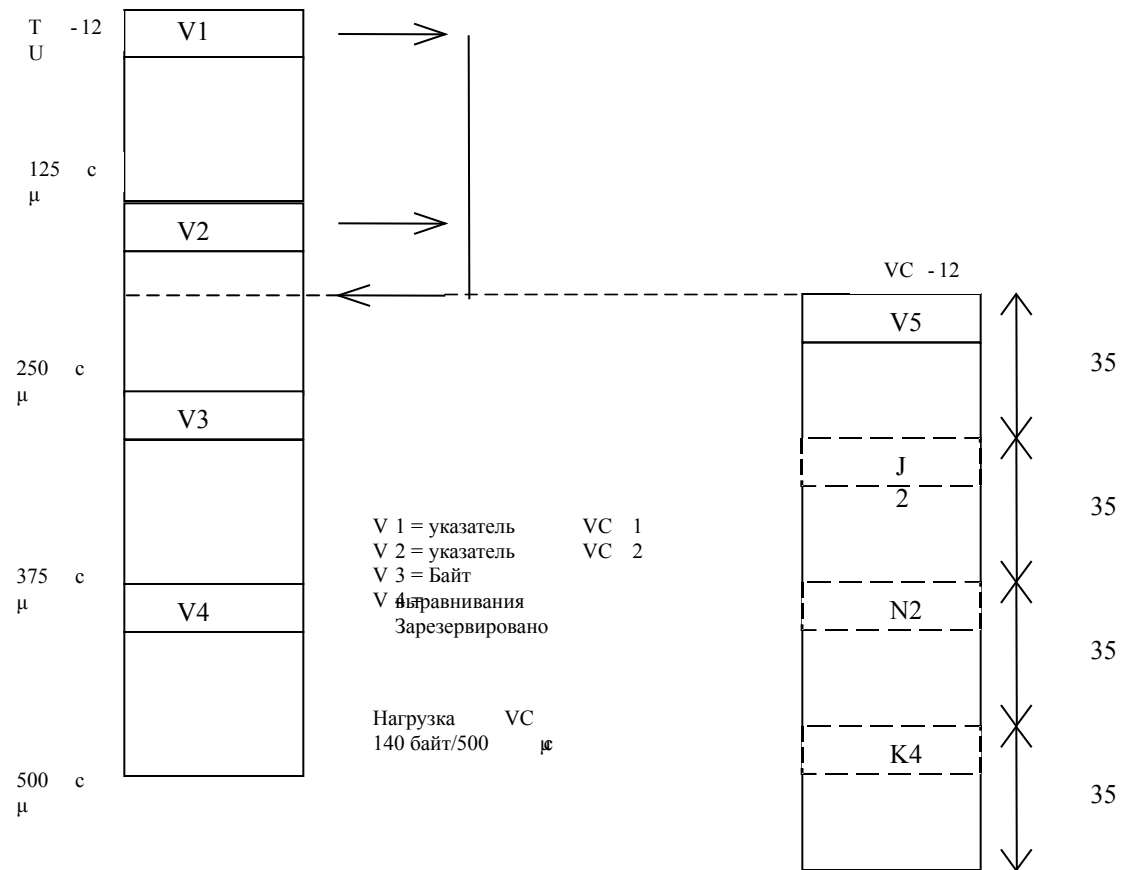
Заголовок тракта VC-12

Краткий обзор

Заголовок тракта VC -12 состоит из байтов V 5, J 2, N 2 и K 4

Местоположение ЭТИХ байтов показано на следующем рисунке:

Рисунок 1 -20 Заголовок тракта VC-12



V 5, J 2, N 2, K 4 =заголовок тракта

Заголовок тракта VC-12

Байт V5

Байт V5 обеспечивает реализацию функций контроля ошибок, метки сигнала и состояние трактов VC-12/ Он рассматривается подробно в следующем разделе.

Идентификатор тракта: J2

Этот байт используется в точке окончания VC-12 для проверки установленного тракта. Он повторно передает идентификатор точки доступа тракта для обеспечения проверки терминалом, принимающим тракт, постоянного соединения с соответствующим передатчиком. Если тракт VC-12 определен между двумя узлами, мы можем использовать этот байт для проверки установления тракта.

Байт работы сети: N2

Этот байт выделен для обеспечения функции текущего контроля транзитного соединения (TCM; Tandem Connection Monitoring). Транзитное соединение (TC; tandem connection) определяется как группа контейнеров VC высокого порядка, которые транспортируются и поддерживаются вместе при передаче через одну или несколько транзитных линейных систем. Подуровень заголовка TCM выполняет надежную транспортировку полезной нагрузки тракта и его заголовка в сети.

Канал APS: K4 (b1-b4)

Эти биты выделены для сигнализации (APS) при переключении на резерв тракта низкого уровня. Биты 5-7 этого байта выделены для дополнительного использования, аналогично индикации неисправности дальнего конца. Бит 8 предназначен для будущего использования.

VC низкого порядка; Сверхцикловая синхронизация

Краткий обзор Из-за относительно небольшого размера VC низкого порядка зачастую 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.

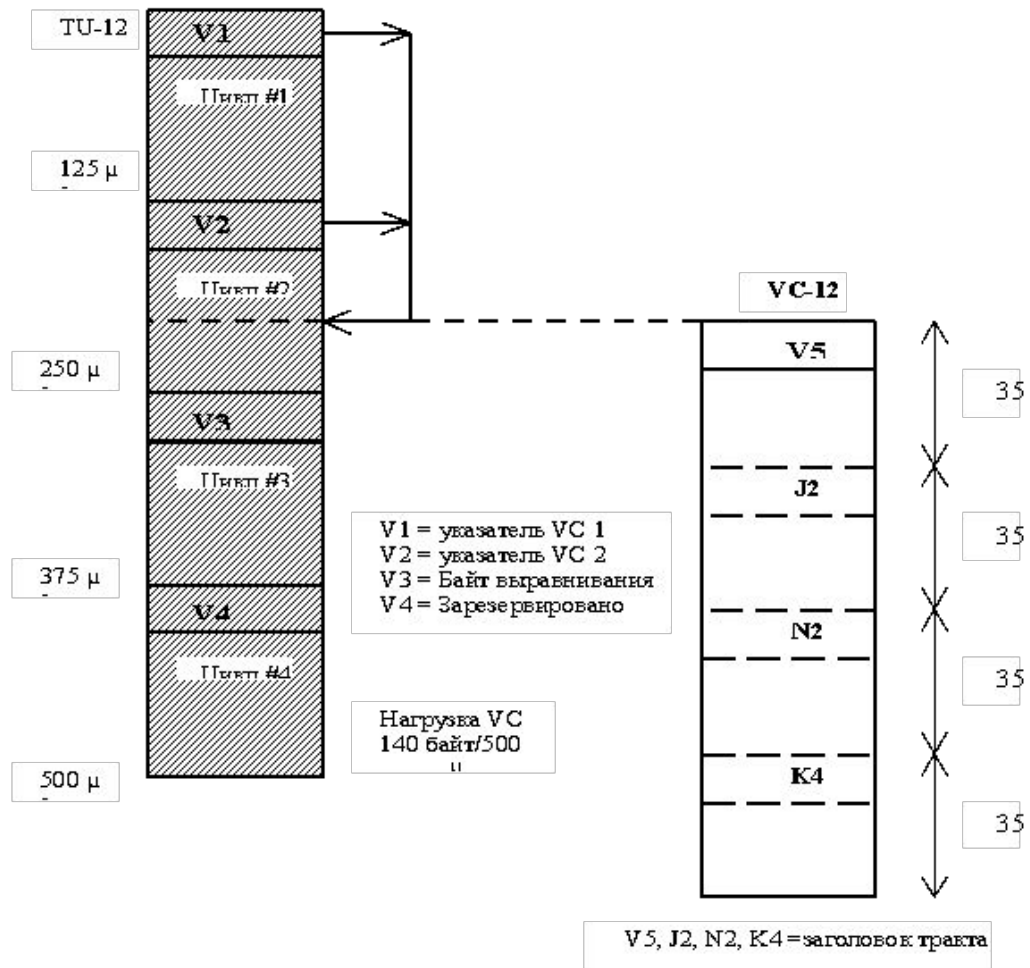
В этом подразделе рассматриваются примеры сверхцикловой синхронизации.

**Упаковка VC-12 в
TU-12 со
сверхцикловой
структурой**

На рисунке 1-13 мы видели один байт «V» в TU-12, используемый для размещения информации указателя. Одного байта недостаточно для указателя, поэтому создается структура сверхцикла. В этой структуре каждая единица TU-12 разделена на четыре последовательных цикла STM-1, как изображено на рисунке 1-13. Все байты показаны размещенными друг над другом. Один цикл STM-1 содержит 4 столбца единицы TU-12, что составляет $4 \times 9 = 36$ байтов на STM-1. Один из этих 36 байтов используется в качестве байта «V». Байты V1 и V2 дают расположение начального байта контейнера VC-12. Байт V3 и байт данных, следующий сразу же за ним, могут использоваться для выравнивания скоростей, а байт V4 является резервным (в настоящее время не используется). Контейнер VC-12 содержит 140 байтов, из которых байты V5, J2, N2 и K4 используются для заголовка тракта.

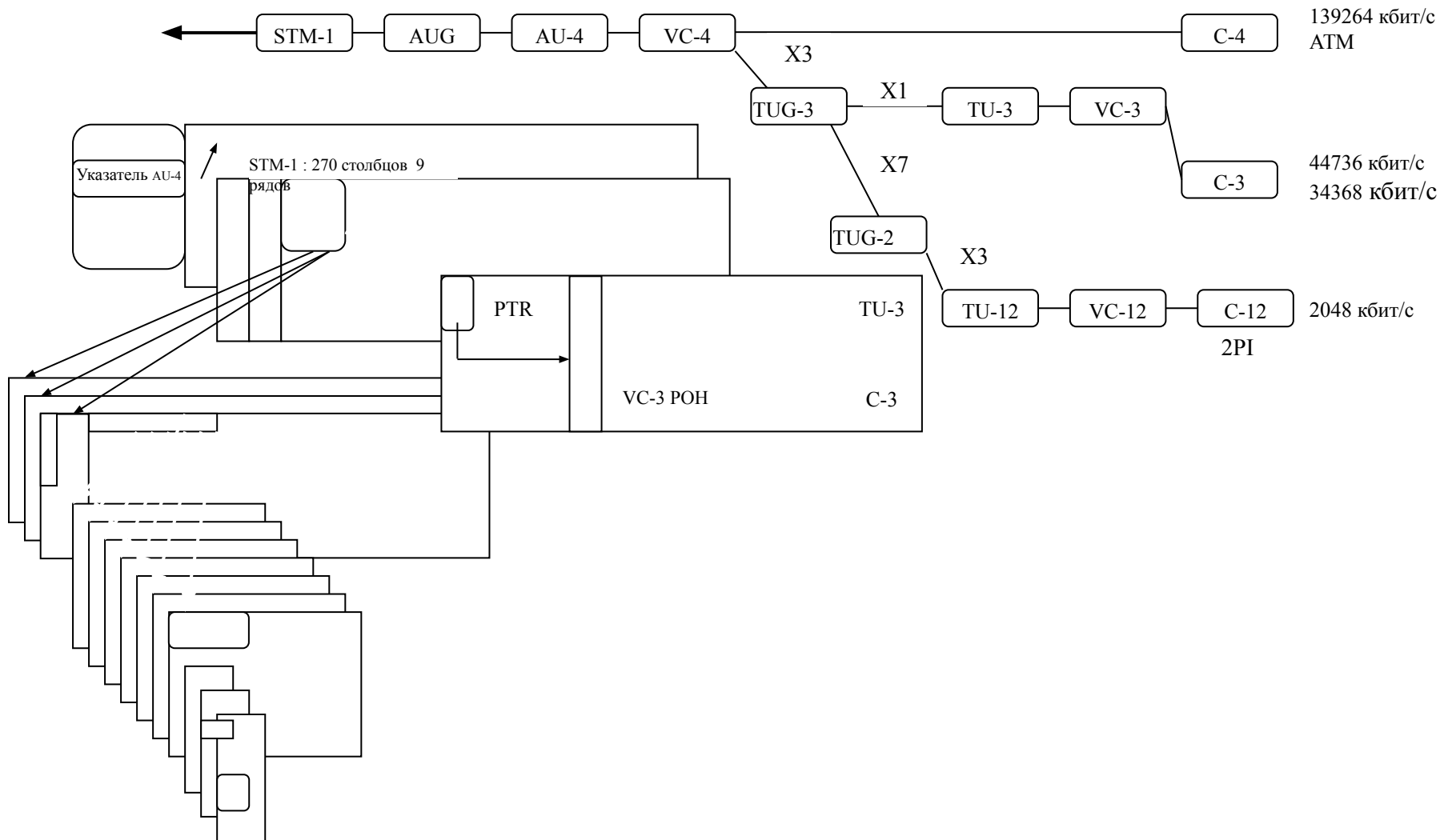
**Схематическое
представление**

**Рисунок 1-13 Упаковка VC-12 в TU-12 со сверхцикловой
синхронизацией**



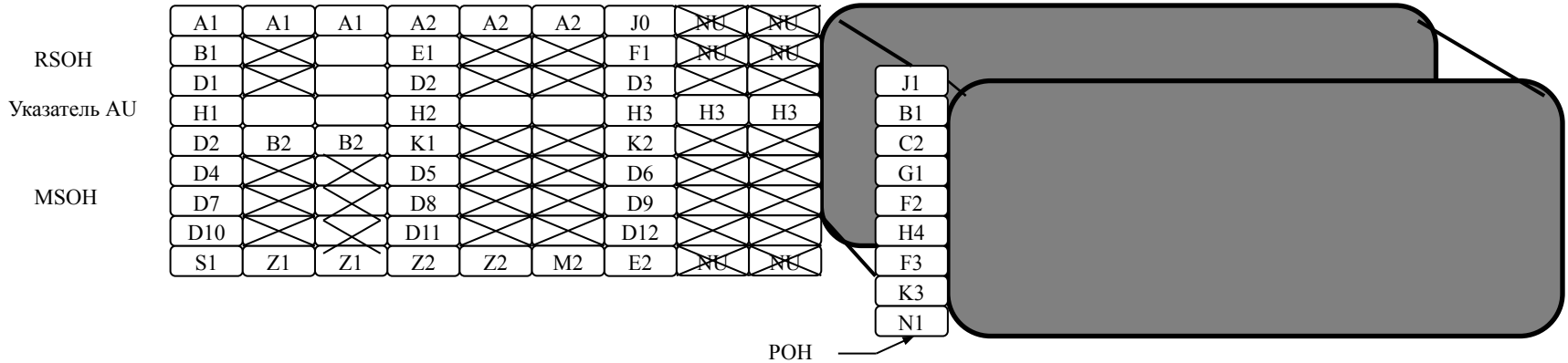
Введение в SDH

Этапы мультиплексирования (3)



Введение в SDH

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

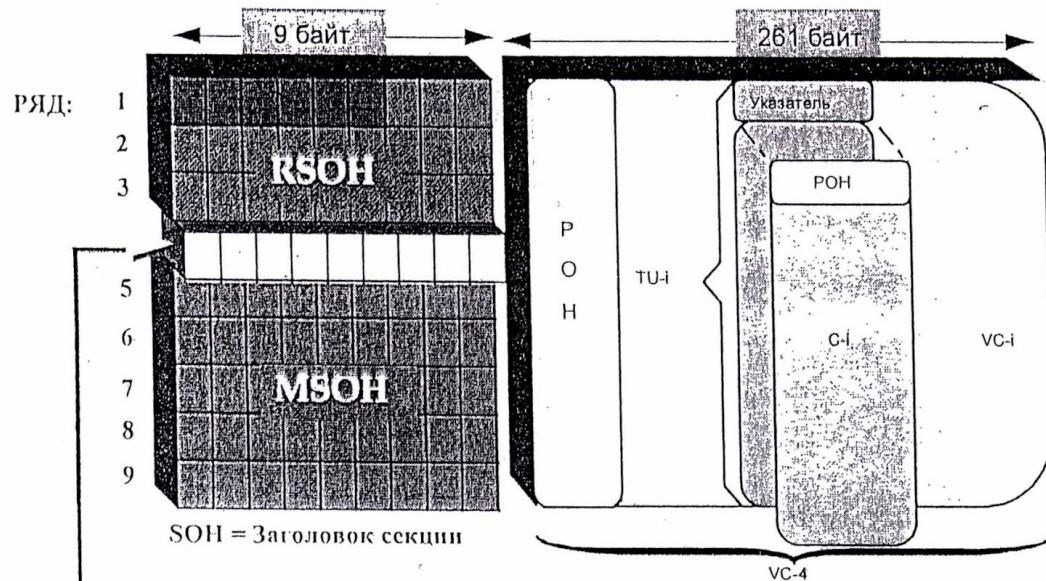


: Подлежит международной стандартизации в будущем

- 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

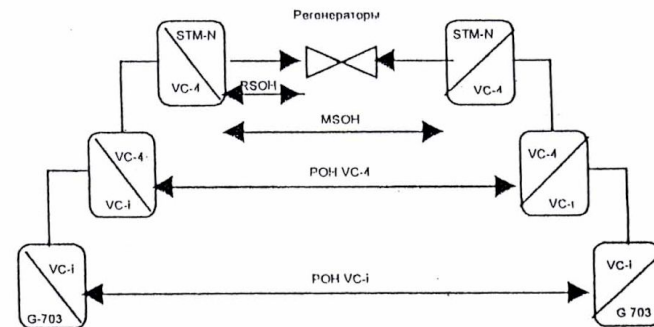
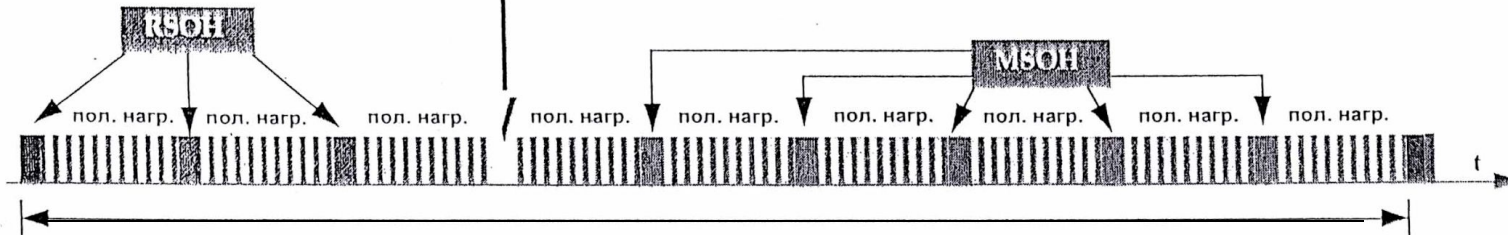
Введение в SDH

Структура цикла



SOH = Заголовок секции

Указатель (9 байт)



RSOH: Заголовок секции регенерирования

MSOH: Заголовок секции мультиплексирования

POH: Заголовок тракта

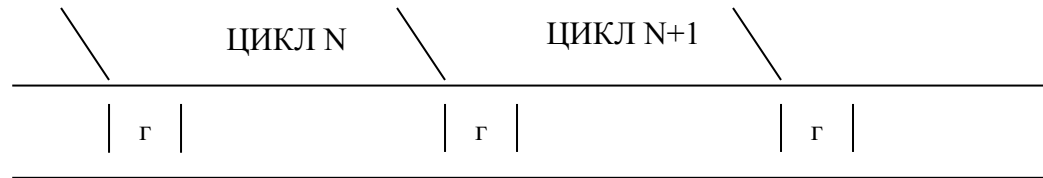
Введение в SDH

Синхронизация (выравнивание):

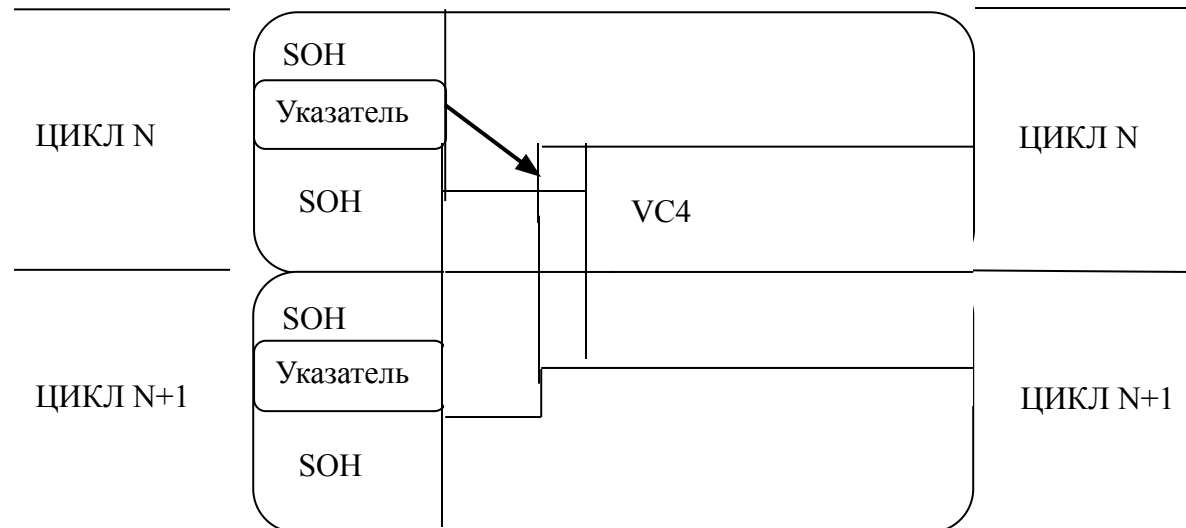
Использование указателей для выполнения функции цикловой синхронизации

Определение указателя:

Индикатор, чье значение определяет смещение цикла виртуального контейнера относительно опорного цикла транспортного объекта, в котором он поддерживается



-указатель AU
-указатель TU

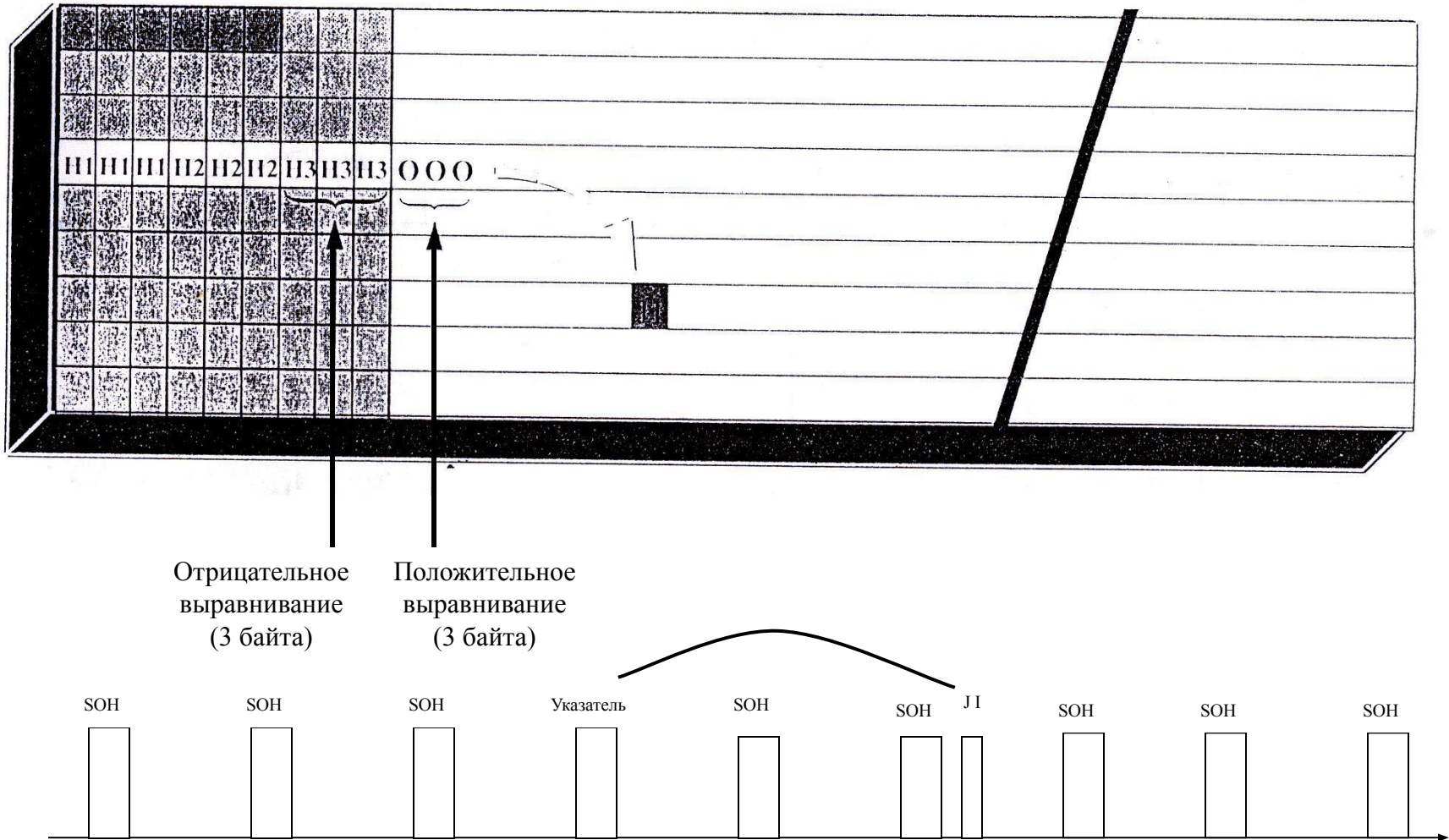


Введение в SDH

Обзор SDH- ADM-16/1

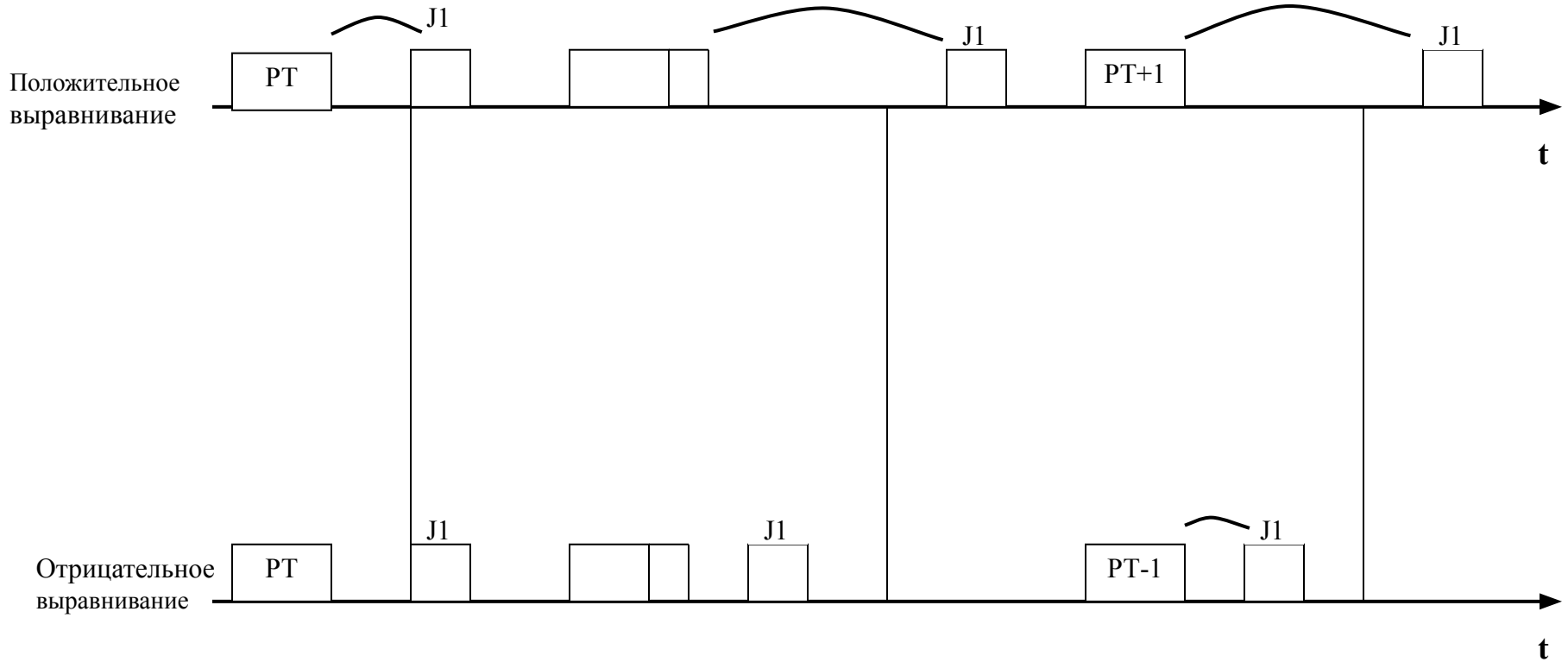
Введение в SDH

Синхронизация :



Введение в SDH

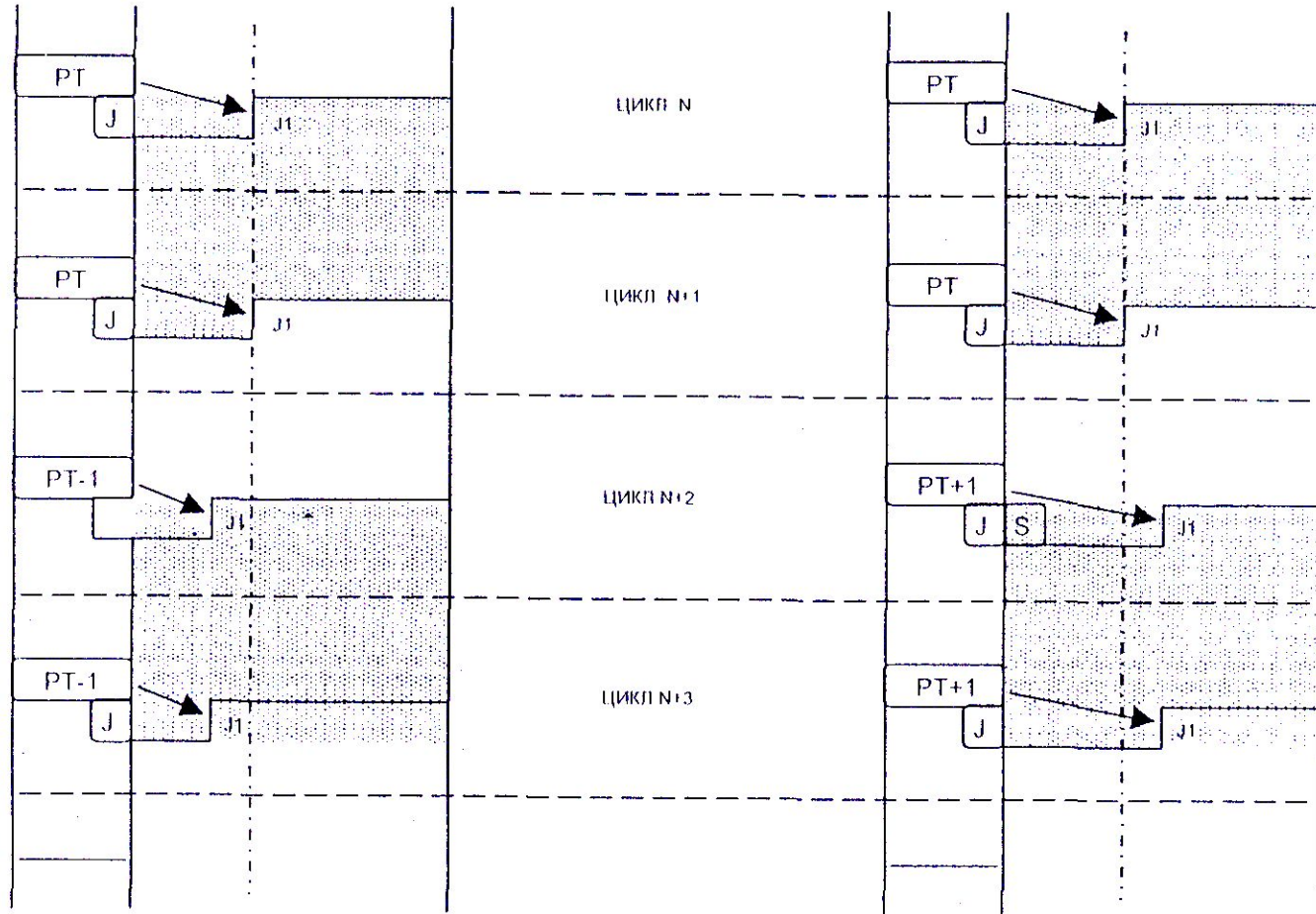
Синхронизация : выравнивание скоростей



Введение в SDH

Синхронизация : выравнивание скоростей

- Использование указателя связано с процессом выравнивания скоростей



Отрицательное выравнивание

Положительное выравнивание

Введение в SDH

Оборудование