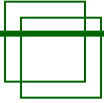
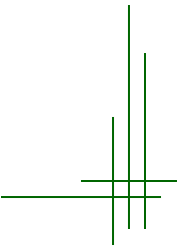


Цифровая передача данных



Литература по данной лекции:

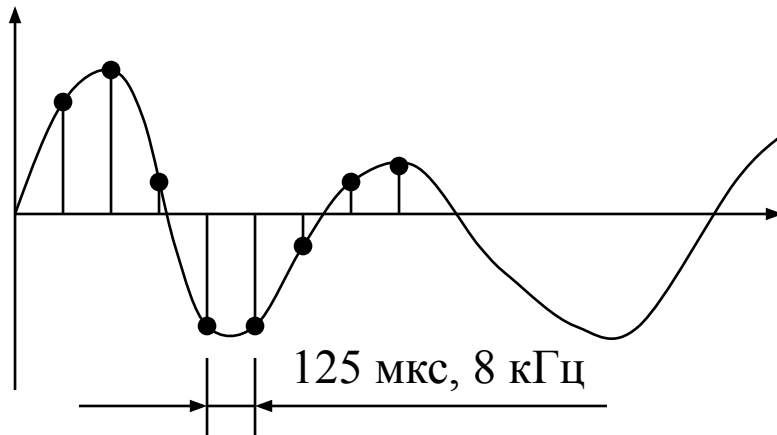
- <http://opticovolokno.narod.ru/list/opt.html> ("Оптоволоконная цифровая передача")
- http://donwolf88.narod.ru/CSK/CSK_menu.htm ("Цифровые сети связи")
- Г.Хелд. Технологии передачи данных.
- International Engineering Consortium (IEC). Synchronous Digital Hierarchy.
- International Engineering Consortium (IEC). Synchronous Optical Network Transmission.



Передача звука в цифр. форме

Согласно требованиям ГОСТ и нормам международного комитета ИТУ-T исходный аналоговый телефонный канал занимает полосу передаваемых частот от 400 до 3400 Гц. Однако, в таком аналоговом виде он передается только от АТС к абоненту и обратно. По соединительным линиям между АТС, городским, зонавым и магистральным линиям сообщения передаются в цифровой форме. Для этого аналоговый телефонный сигнал подвергается преобразованию в цифровой поток методом импульсно-кодовой модуляции (ИКМ).

В результате сигнал превращается в поток информации в виде двоичных символов со скоростью передачи 64 кбит/с (канал называется "Основной цифровой канал" (ОЦК) или DS0 по международной классификации).



Теорема Котельникова

$$T < 1/(2F)$$

Частота дискретизации должна быть как минимум вдвое больше частоты сигнала

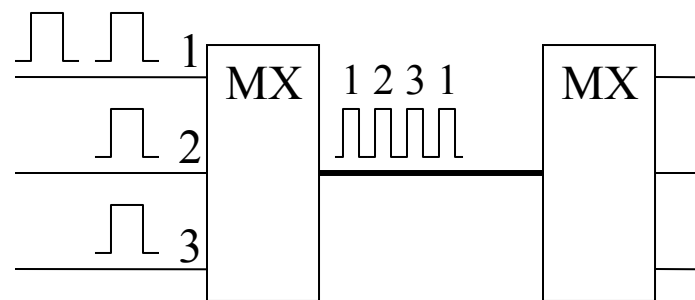
TDM

A

TDMA (Time Division Multiplexing Access) - временное мультиплексирование с разделением каналов.

При формировании групповых каналов для нескольких цифровых потоков выделяются кванты времени, в течение которых в среду передачи отсылается их информация.

В групповом канале скорость передачи выше и определяется количеством мультиплексируемых каналов (например, DS0).



Plesiochronous Digital Hierarchy (Цифровые линии Европы):

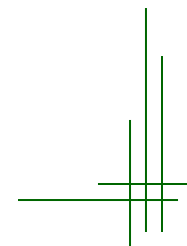
Канал E1 (2048 кбит/с, 30 информационных каналов DS0 + 2 канала синхронизации и управления)

Канал E2 (8448 кбит/с, 120 информационных каналов DS0 + ...)

Канал E3 (34368 кбит/с, 480 информационных каналов DS0 + ...)

Канал E4 (139264 кбит/с, 1920 информационных каналов DS0 + ...)

Для США и Канады стандарты на групповые каналы типа E1, ... подразумевают мультиплексирование 24 (а не 30) каналов DS0 с результирующей скоростью 1.544 Мбит/с.

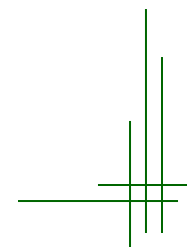
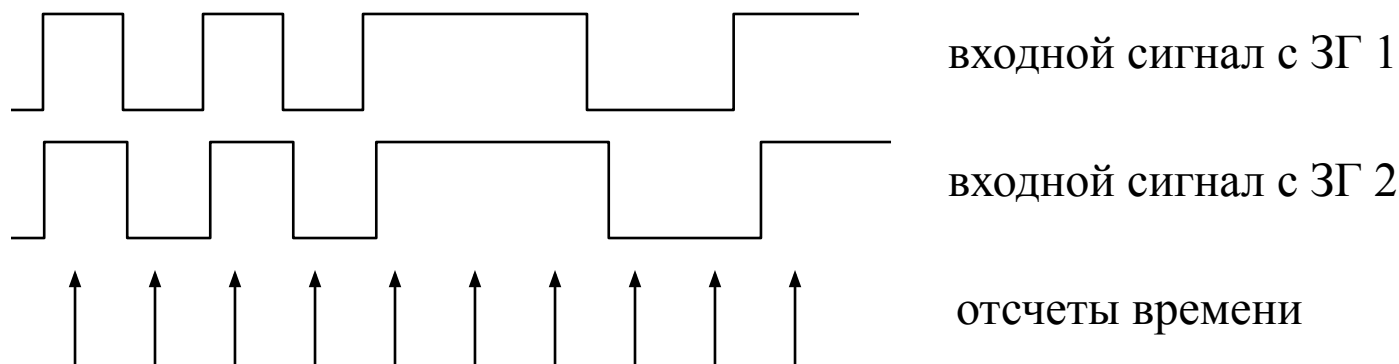


Синхронизация устройств

Для иерархии PDH тактовые частоты устройств одного уровня, тем более удаленных систем, не обязательно должны быть синхронизованы (так называемая **плезиохронная передача**, "плезио" - "почти"). Кроме того, могут немного не совпадать тактовые частоты мультиплексируемых каналов.

Для выравнивания количества передаваемых символов в групповом потоке возможны либо вставки бит, либо их изъятие.

Использование таких методов при передаче звука приводит к появлению щелчков в динамиках, для передачи трафика ЛВС такие методы мало пригодны.

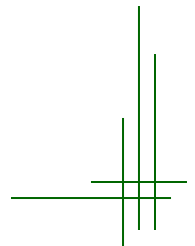


Применение систем

PDH

Системы, построенные по технологии плезиохронной передачи, нашли свое применение, в основном, в телефонии для связи двух и более АТС городского и более высоких уровней. Среда распространения в этом случае была либо медный кабель (коаксиальный), либо радиорелейные линии. Соответствующая аппаратура для линий E1 и E2 вследствие затухания и малой полосы пропускания допускала отрезки не более 5 км., а для E4 - не более 1.5 км. Это обстоятельство, а также порча сигнала (вставка/изъятие битов) и невозможность выделения определенного канала (например, DS0) из потока E2 без полного последовательного демультиплексирования не способствовали процветанию систем PDH.

Тем не менее, благодаря применению оптоволокна, увеличению длины безрегенераторных участков до десятков километров и уменьшению количества регенераторов, общая стоимость аппаратуры PDH снизилась и системы на ВОЛС получили широкое распространение.



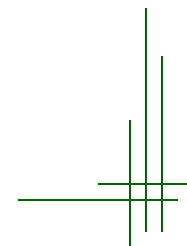
Синхронные сети

SDH

Невозможность создания глобальных линий связи на технологии PDH способствовала появлению нового стандарта Синхронной Цифровой Иерархии (**Synchronous Digital Hierarchy**), решение о работах над которым было принято в ITU в 1988 году. В США и Канаде такие сети называются **Synchronous Optical Networks** (SONET).

Разработчики SDH постарались сделать ее совместимой с PDH, создав канал минимальной скорости 155.52 Мбит/с, добавив избыточность к каналу E4 (в PDH 140 Мбит/с). Минимальная скорость по стандарту SONET имеет название Optical Carrier-1 (OC-1) и имеет скорость передачи 51.84 Мбит/с. Основной транспортной единицей в сетях SONET/SDH принят канал STM-1 (Synchronous Transfer Module).

| | |
|---------|----------------|
| STM-1 | 155.520 Мбит/с |
| STM-4 | 622 Мбит/с |
| STM-16 | 2488 Мбит/с |
| STM-64 | 9.95 Гбит/с |
| STM-256 | 39.8 Гбит |

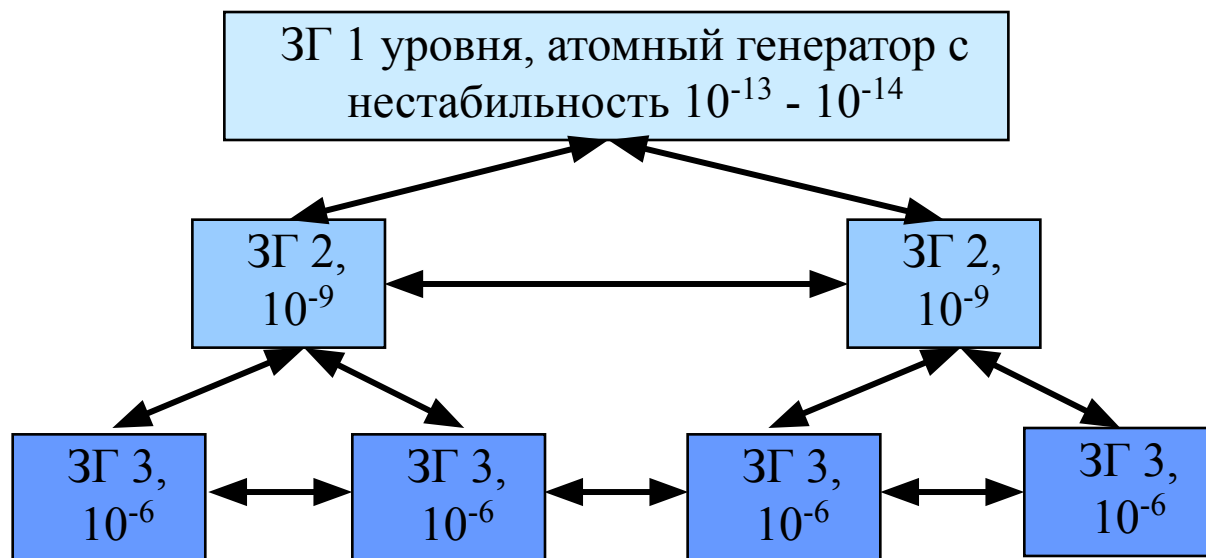


Синхронизация сети

SDH

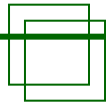
В отличие от плезиохронных, в сетях SDH используется центральный опорный генератор синхрочастоты, вследствие чего средняя частота всех местных задающих генераторов достаточно синхронна.

Именно жесткая синхронизация дает возможность выделения (или ввода) цифровых потоков любого уровня из (в) потоков более высоких уровней, даже, например, поток E1 (2 Мбит/с) из потока STM-1 (155 Мбит/с).



Горизонтальные
связи
обеспечивают
надежность сети
SDH

Структура потоков PDH и SDH



Для системы **PDH**, применяемой в США и Канаде, кадр T1 включает в себя 24 байта из каналов DS0, начинающихся с стартового служебного (синхронизирующего) бита: **1B1B2B3...B24** (такой кадр формируется каждые 125 мкс для канада DS1).

Кадр ESF (Extended SuperFrame) состоит из 24 кадров T1: T1T2T3...T24

Разделяющие каждые 24 байта биты (их всего 24 по числу кадров T1 в суперкадре ESF) используются для синхронизации (6 бит), передачи CRC (6), формирования соединения (12).

SONET/SDH:

Кадр SONET (скорость передачи 51.84 Мбит/с) состоит из 9 строк по 90 байт. Первые три байта в каждой строке содержат информацию (в виде указателей), позволяющую выделить потоки низких скоростей (напр., DS0), а также данные, используемые для управления сетью, о контроле ошибок и информации о производительности.

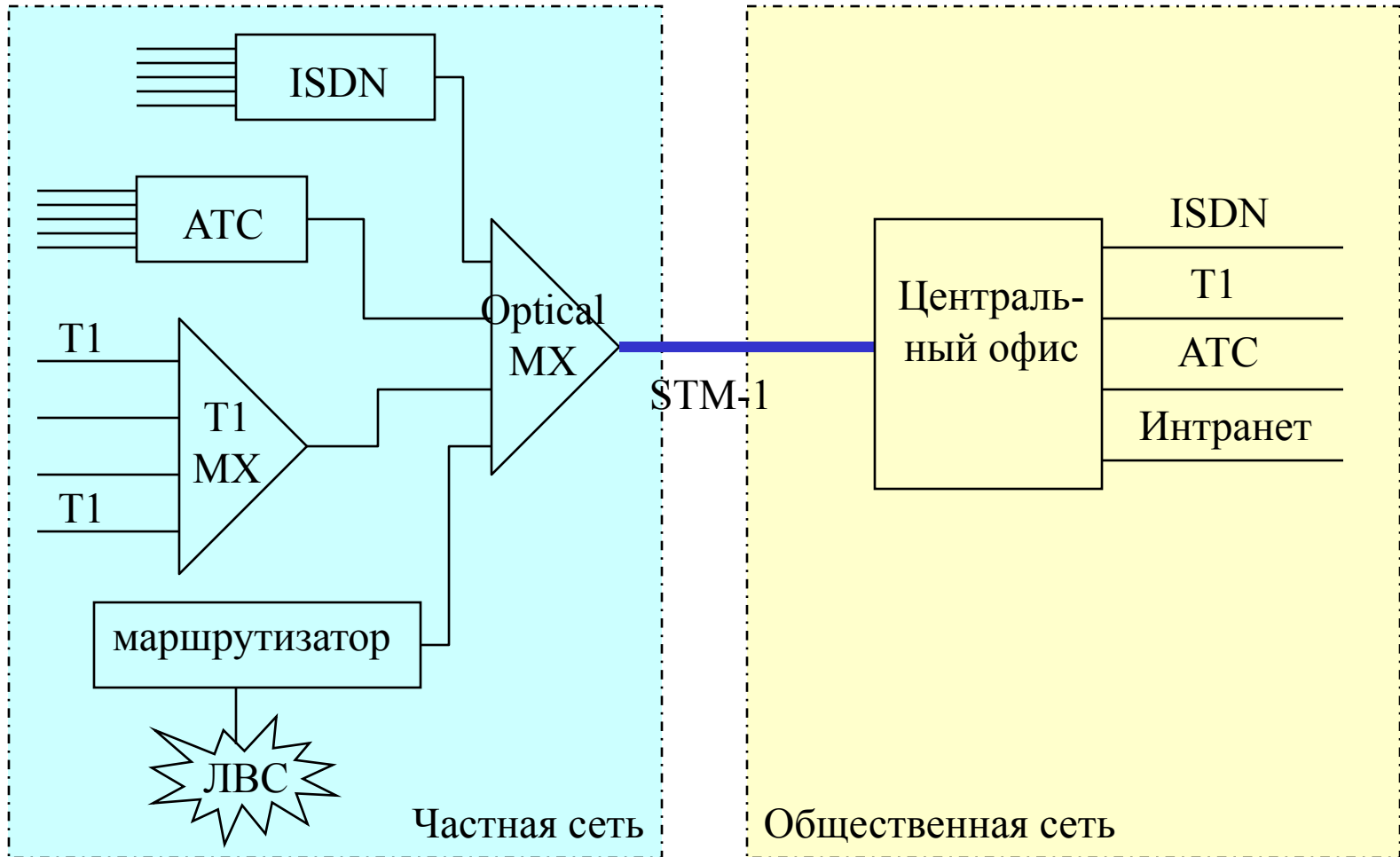
Топология SONET/SDH

Чаще всего сети SONET/SDH используют топологию точка-точка, либо кольцо (поддерживаются алгоритмы сворачивая колец для обеспечения отказоустойчивости).



Схема

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SDH



Характеристики SONET/SDH

Технология SONET/SDH используется в качестве физического уровня для других технологий локальных и глобальных вычислительных сетей (Ethernet, ISDN, Frame Relay, Resilient Packet Ring, ATM).

Преимущества

- Обеспечивается канал заданной пропускной способности;
- Высокая отказоустойчивость сети;

Недостатки

- Относительно высокая стоимость трафика (по сравнению с трафиком ЛВС);
- Поддержка только заранее определенных скоростей передачи (например, для использования SDH в локальных сетях в качестве транзитной влечет за собой большую неиспользованную полосу пропускания в 55 Мбит/с при транслировании Fast Ethernet трафика).

