

ТЕХНОЛОГИИ ГЛОБАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ УДАЛЕННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

6.0.1.1

КС, предоставляющими доступ *удаленным пользователям* (teleworkers), то есть RAS (аббревиатура RAN не устоялась) и WAN задействуются практически все известные в настоящее время СрПД, включая все предназначенные для ЛКС.

А вот типичные RAS- и WAN-топологии отличны от типичных ЛКС-топологий.

6.0.1.2

Многие WAN-топологии образуют сети NBMA (NonBroadcast MultiAccess) - *с множественным доступом без возможности широковещания.*

Многие WAN-технологии **определяют** как *широкополосные* (broadband), то есть предоставляющие более «широкие» каналы в сравнении с «рядовыми» WAN-технологиями (в настоящее время условность, термин **используют** по традиции).

Почти все WAN-технологии изначально разработаны для передачи разнородного трафика (голос, видео, электронные данные).

В некоторые WAN-технологии изначально заложен учет трафика для взимания оплаты.

6.0.1.3

Рассматриваемые КС являются как сетями с коммутацией каналов, так и сетями с коммутацией пакетов, причем с множеством модификаций.

АНАЛОГОВАЯ И ЦИФРОВАЯ СВЯЗЬ

6.1.1.1

Рассматриваемые КС переплетаются с традиционной связной инфраструктурой, при этом **выделяют** два направления интеграции:

1. КС **интегрируют** в системы связи.
2. Системы связи **интегрируют** в КС.

6.1.2.1

Для передачи обычных голосовых сообщений, а так же компьютерной информации, **используют** стандартный так называемый *канал тональной частоты* (ТЧ-канал, voice channel).

В свое время, для передачи речи была установлена полоса частот 300 -- 3400 Hz (4 kHz), что соответствует девяностопроцентному уровню разборчивости.

В системах аналоговой связи **применяют** мультиплексирование с *частотным разделением каналов* -- Frequency Division Multiplexing (FDM).

Каждый телефонный сигнал в результирующем объединенном сигнале занимает полосу частот 4 kHz.

На базе ТЧ-каналов **формируют** так называемые *групповые тракты* (voice groups): первичный К-12 (12 ТЧ-каналов, 60 -- 180 kHz), вторичный К-60 (60 ТЧ-каналов, 312 -- 552 kHz), третичный К-300 (300 ТЧ-каналов, 812 -- 2044 kHz) и другие (более или менее стандартизированные).

6.1.2.2

Цифровая связь имеет три фундаментальных отличия в сравнении с аналоговой:

1. *Тактирование* (clocking).
2. *Сигнализация* (signaling).
3. *Кадрообразование* (framing).

Сигнализация позволяет создавать, отслеживать и удалять физические соединения в такого рода коммуникационных системах.

В общем случае, возможны два типа сигнализации:

1. CCS (Common Channel Signaling) -- управление всеми информационными каналами происходит через один сигнализирующий.
2. CAS (Channel Associated Signaling) -- для каждого информационного канала предусмотрен персональный сигнализирующий.

В добавок, исходя из расположения отведенных для сигнализации частот в сравнении с информационными частотами, сигнализация может быть внутридиапазонной (in-band) и внедиапазонной (out-of-band).

6.1.2.3

В случае цифровой связи, для преобразования аналоговых сигналов в цифровые **применяют** импульсно-кодовую модуляцию (ИКМ) -- Pulse Code Modulation (PCM).

При этом, частота дискретизации равна 8 kHz, а разрядность равна 8.

Следовательно, для формирования ТЧ-канала необходима пропускная способность 64 kbit/s. Таковой канал **называют** основным цифровым каналом -- Digital Signal level 0 (DS0).

Именно на базе DS0 **построена** иерархия цифровой связи.

При этом, **применяют** мультиплексирование с временным разделением каналов -- Time Division Multiplexing (TDM).

Непрерывную последовательность битов в смешанном после мультиплексирования потоке, которая относится к определенному цифровому каналу до мультиплексирования, **называют** тайм-слотом (timeslot).

Тайм-слоты образуют «параллельную» иерархию: DS0 соответствует TS0 и так далее.

6.1.2.4a

Уровень	Схема мультиплексирования	Количество каналов DS0	Скорость, Mbit/s
North America			
1	DS1 = 24DS0 T1 = DS1 + <1DS0	24 + <1	1,544
2	DS2 = 4DS1 T2 = DS2 + >2DS0	96 + >2	6,312
3	DS3 = 7DS2 T3 = DS3 + 27DS0	672 + 27	44,736
4	DS4 = 6DS3 T4 = DS4 + 252DS0	4032 + 252	274,176
Europe			
1	DS1 = 30DS0 E1 = DS1 + 2DS0	30 + 2	2,048
2	DS2 = 4DS1 E2 = DS2 + 12DS0	120 + 12	8,448
3	DS3 = 4DS2 E3 = DS3 + 57DS0	480 + 57	34,368
4	DS4 = 4DS3 E4 = DS4 + 256DS0	1920 + 256	139,264
5	DS5 = 4DS4 E5 = DS5 + 1070DS0	7680 + 1070	560,000
Japan			
1	J1 = North America		
2	J2 = North America		
3	DS3 = 5DS2 J3 = DS3 + 27DS0	480 + 21	32,064
4	DS4 = 3DS3 J4 = DS4 + 87DS0	1440 + 87	97,728
5	DS5 = 4DS4 J5 = DS5 + >495DS0	5760 + >495	400,352

Иерархия цифровой связи

6.1.2.4b

DS итое в Америке отличается от DS итого в Европе.

Т итое, равно как и Е итое, отличается от DS итого тем, что очерчивает не только данные, а еще тактирование и сигнализацию.

Например, первичный цифровой канал Е1 объединяет 32 канала DS0, причем один из них используется для тактирования и еще один -- для сигнализации.

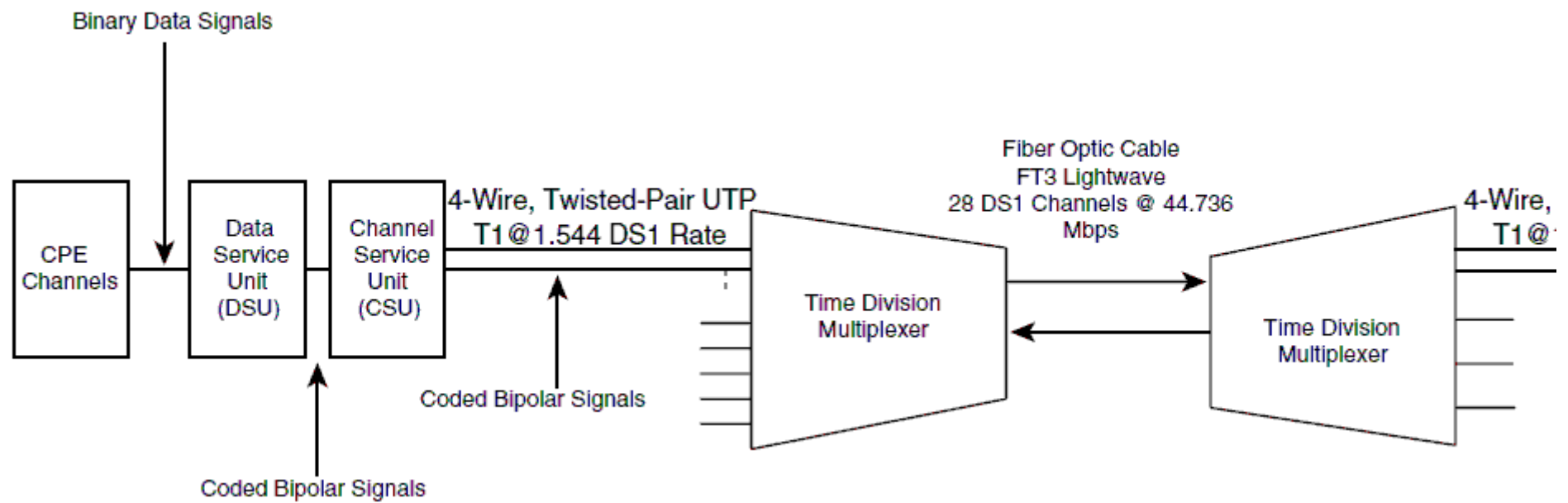
6.1.2.5

Упомянутые выше преобразования выполняются соответствующими типами оборудования:

1. DACs и ADCs -- ЦАП и АЦП.
2. Codecs -- кодеки.
3. DSUs (Data Service Units) -- передатчики и приемники отдельных каналов.
4. CSUs (Channel Service Units) -- средства контроля целостности потоков и тестирования в каналах (обычно объединены с DSUs в DSU/CSUs).
5. TDMs -- собственно мультиплексоры.

В настоящее время все эти структурные единицы **совмещают** в соответствующих сетевых интерфейсах.

6.1.2.6



[Cisco]

6.1.2.7

Возможны два принципиально разных типа TDMs:

1. Синхронные (synchronous) -- время формирования тайм-слотов четко связано с тактированием и предопределено.
2. Асинхронные (asynchronous) -- тайм-слоты формируются по мере надобности.

С пользовательской точки зрения, мультиплексируемые цифровые каналы как правило «нагружены» по-разному. При *статистическом* (statistical) мультиплексировании соотношение количеств тайм-слотов цифровых каналов в смешанном потоке соответствует востребованности этих цифровых каналов.

Наконец, еще одним аспектом является согласованность работы связанных мультиплексоров. В нормативных документах предусмотрена комплексная схема создания и распространения синхросигналов, плюс описан ряд типовых моделей. Нужно учитывать два обстоятельства:

- источники синхронизации могут быть локальными и глобальными, причем в отношении как отдельных мультиплексоров, так и выделенных (из всех мультиплексоров в СПД) групп;
- элементы синхронизации включаются и в передаваемые кадры.

6.1.2.8a

При классификации систем цифровой связи с точки зрения организации их синхронизации есть некоторая особенность. В первую очередь **оценивают** качество синхронизации.

При этом **регламентируют** и количество сбоев, приводящих к так называемым *проскальзываниям* (slips).

6.1.2.8b

В стандартах описаны 4 режима синхронизации передатчиков и приемников мультимплексоров в составе СПД:

1. *Асинхронный* (asynchronous) -- источники синхронизации не связаны друг с другом и относительно нестабильны (не более одного проскальзывания за 7 секунд).

2. *Плезиохронный* (plesiochronous) -- большинство источников синхронизации не связаны друг с другом, но они относительно стабильны (не более одного проскальзывания за 17 часов).

3. *Псевдосинхронный* (pseudo-synchronous) -- все источники синхронизации высокостабильны и многие из них привязаны к одному эталонному глобальному источнику (не более одного проскальзывания за 70 суток).

4. *Синхронный* (synchronous) -- все источники синхронизации привязаны к одному эталонному глобальному источнику (проскальзываний фактически нет).

6.1.2.8с

Для реализаций первых двух режимов характерно наличие независимых источников синхронизации, что приводит к необходимости «выравнивать» цифровые потоки. При накоплении погрешности **задействуются** прозрачные методы вставки или удаления битов (stuffing). «Выравнивание» на более высоких уровнях иерархии еще больше «запутывает» данные и делает невозможным их прямое извлечение.

Для реализаций последних двух режимов характерно наличие централизованной синхронизации с большим числом резервных источников, а также включение в цифровые потоки метаданных об этих потоках, что не только обеспечивает дополнительную синхронизацию, а и позволяет напрямую извлекать данные.

Асинхронный режим массово не **применяли** и не **применяют**. Полностью синхронный режим пока недостижим.

Первыми нашли широкое применение реализации плезиохронного режима. **Их** постепенно **вытесняют** более совершенные реализации псевдосинхронного режима.

Таким образом, в настоящее время **применяют** только два режима и их комбинации.

6.1.2.9

Плездохронная цифровая иерархия -- PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) -- уже описана выше (G.704).

PDH базируется на электрических средах (G.703).

Воплощениями псевдосинхронной цифровой иерархии стали SONET (Synchronous Optical NETwork) (Telcordia GR-253-CORE, ATIS 0900105.06) в Северной Америке и SDH (Synchronous Digital Hierarchy) (G.783) в Европе.

Как SONET, так и SDH могут базироваться на электрических -- Electrical Signaling (ES) и оптических -- Optical Signaling (OS) средах (**SONET: те же стандарты Telcordia и ATIS, SDH: G.703 и G.957**).

В качестве первичных цифровых каналов приняты Optical Carrier level 1 (OC-1), Synchronous Transport Signal level 1 (STS-1) и Synchronous Transport Module level 1 (STM-1).

Применение коэффициентов кратности дает соответствующий ряд скоростей.

6.1.2.10

Уровень SONET OS	Уровень SONET ES	Уровень SDH OS	Уровень SDH ES	Скорость, Mbit/s
OC-1	STS-1	–	–	51,84
OC-3	STS-3	STM-1	STM-1	155,52
OC-9	STS-9	STM-3	STM-3	466,56
OC-12	STS-12	STM-4	STM-4	622,08
OC-18	STS-18	STM-6	STM-6	933,12
OC-24	STS-24	STM-8	STM-8	1244,16
OC-36	STS-36	STM-12	STM-12	1866,24
OC-48	STS-48	STM-16	STM-16	2488,32
OC-96	STS-96	STM-32	STM-32	4976,64
OC-192	STS-192	STM-64	STM-64	9953,28
OC-768	STS-768	STM-256	STM-256	39813,12
OC-1536	STS-1536	STM-512	STM-512	79626,12
OS-3072	STS-3072	STM-1024	STM-1024	159252,24

Иерархия цифровой связи (продолжение)

6.1.2.11

Системы цифровой связи входят в телефонную и компьютерную инфраструктуру.

При этом могут задействоваться все основные типы проводных сред: различные витые пары (в том числе телефонные), коаксиальные кабели, оптоволокно.

И разъемов: RJ, BNC, DB и другие.