

**Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СЕТЕЙ  
СВЯЗИ**

**Тема 2. СИГНАЛИЗАЦИЯ В СЕТЯХ СВЯЗИ**

**ГЗ № 1. СИГНАЛИЗАЦИЯ В СЕТЯХ СВЯЗИ  
И ЕЕ ОСОБЕННОСТИ**

## Цели занятия:

1. Изучить принципы построения и функционирования цифровой системы сигнализации № 7.
2. Способствовать формированию системного представления о ЕСЭ России, ее подсистемах и службах.

## Учебные вопросы:

1. Основные понятия, классификация и методы передачи сигналов.
2. Система сигнализации №7.

АКАДЕМИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ОХРАНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.Е. Фисенко, С.Н. Шляпцев, Л.Н. Денисов

## СЕТИ СВЯЗИ

Курс лекций  
в четырех частях

Часть 4. Подсистемы сетей связи

Орел 2007

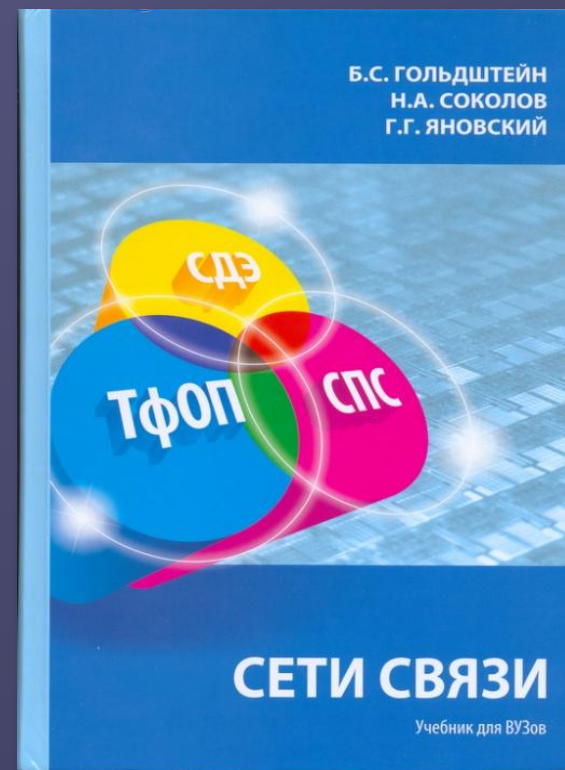
АКАДЕМИЯ СПЕЦСВЯЗИ

А.Е. Миронов, И.А. Сайтов

## ПЛАНИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Учебное пособие

Орел 2004



### Список рекомендуемой литературы:

1. Сети связи: курс лекций. В 4 ч. Ч. 4: Подсистемы сетей связи / В. Е. Фисенко, С. Н. Шляпцев, Л. Н. Денисов. – Орел: Академия ФСО России, 2007. – С.62–74, 82–85.
2. Миронов, А. Е. Планирование и построение систем сигнализации цифровых сетей связи. [текст] / А. Е. Миронов, И. А. Сайтов. – Орел : Академия Спецсвязи, 2004. – 216 с. (С. 29–118).
3. Гольдштейн, Б. С. Сети связи : учебник для ВУЗов [текст] / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 400 с. (– С.75–80).

Роль системы сигнализации подобна нервной системе человека. Без этих систем сеть связи «мертва» и будет представлять собой совокупность бессмысленно распределенных по территории автономных устройств связи, не способных на обслуживание пользователей.

Росляков А.В.

# Вопрос 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ

Под **сигнализацией** в сетях связи понимается совокупность сигналов, передаваемых между элементами сети для обеспечения установления и разъединения соединения при обслуживании вызовов, а также для передачи различной служебной информации.

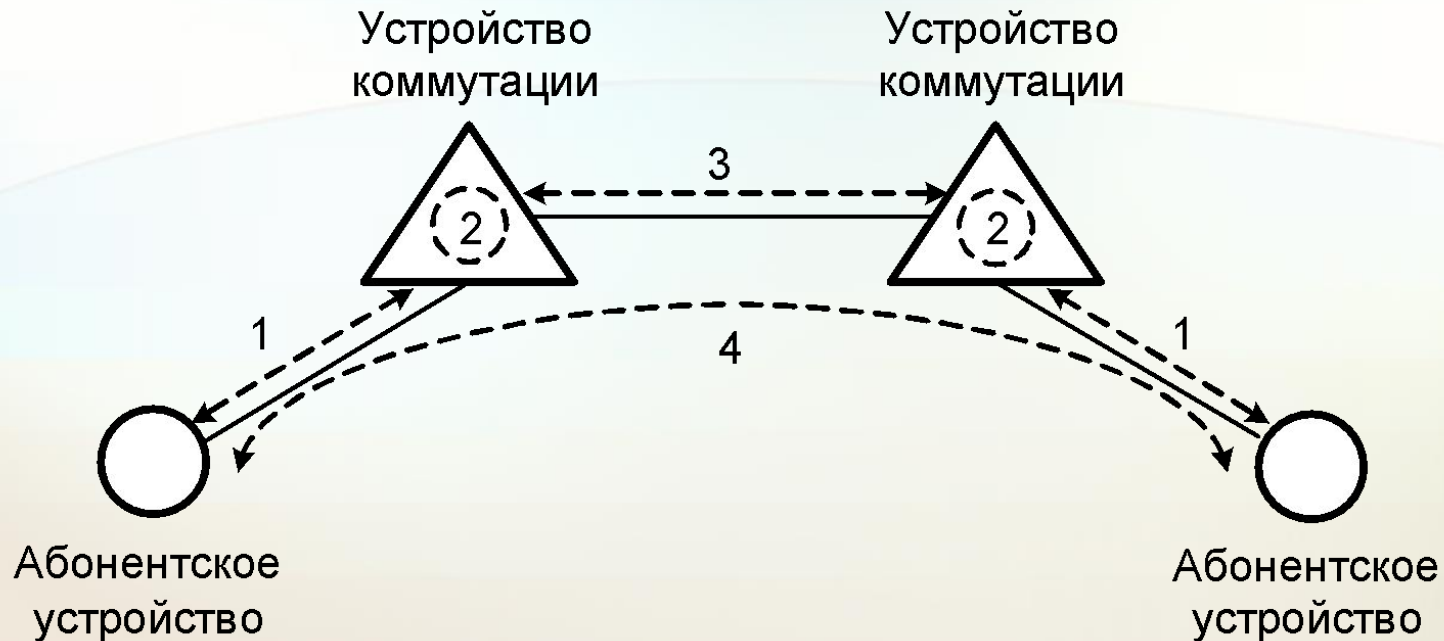
**Система сигнализации** – это совокупность аппаратно-программных средств, посредством которой взаимодействуют между собой сетевые устройства (абонентские терминалы, системы коммутации) в ходе установления и разъединения соединений для передачи пользовательской информации. Процедуры обмена сообщениями сигнализации реализуется с помощью **протокола сигнализации** (или сигнального протокола).

*Необходимость разработки национальных и международных стандартов в области сетей телефонной связи стала очевидной достаточно давно, более 60 лет назад.*

*Применительно к телефонной связи основные рекомендации по сопряжению национальных сетей разрабатывал Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии (МККТТ), который в 1993 г был преобразован в Сектор стандартизации электросвязи (ССЭ) Международного союза электросвязи (МСЭ).*

*Начиная с 1934 года, МККТТ разработал и принял целый ряд протоколов сигнализации, которые применялись во всех европейских странах и в том или ином виде использовались в коммутационных системах на российской телефонной сети общего пользования и различных ведомственных сетях.*

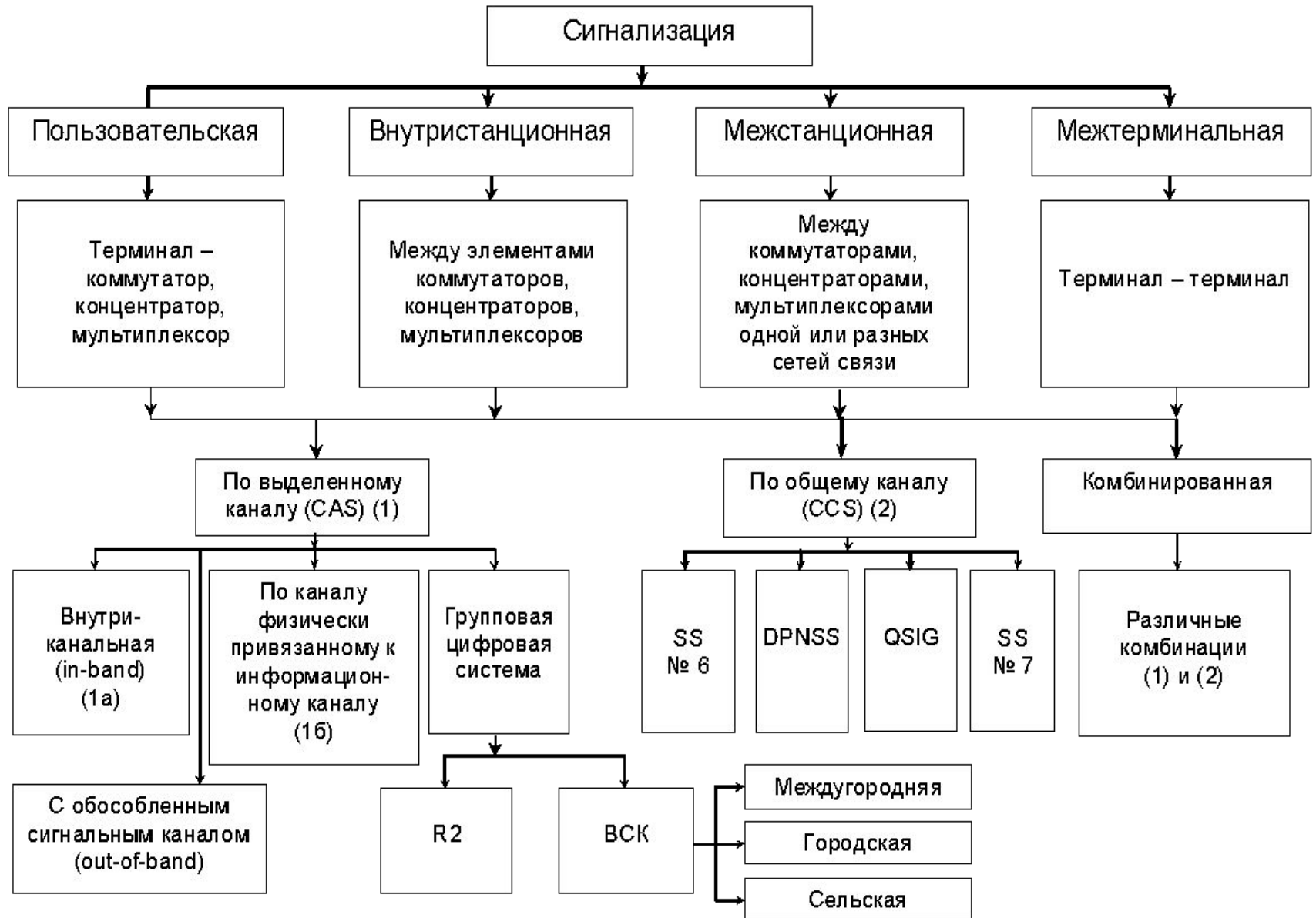
# 1.1. Классификация систем сигнализации



Виды сигнализации:

- 1 – абонентская; 2 – внутростанционная;
- 3 – межстанционная; 4 – межтерминальная.

# ВАРИАНТ КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ





В процессе установления (разъединения) соединения обязательным условием стал обмен целой совокупностью **сигнальных сообщений**, среди которых выделяют:

1. **Линейные сигналы**, передаваемые с момента начала установления соединения до полного освобождения каналов (линий). Они определяют различные фазы процесса установления соединения и соответствующие состояния линейных комплектов взаимодействующих АТС: исходное состояние, контроль исходного состояния, занятие, ответ, отбой, разъединение и др. Обмен линейными сигналами по соединительным линиям получил название **линейной сигнализации**.

2. **Сигналы управления** предназначены для передачи адресной информации. Сигналами управления являются: набор номера, категория абонента, запрос АОН, индикатор кода страны, тип канала, сигналы вида связи (телефонная связь или передача данных) и др. Обмен сигналами управления по абонентским и соединительным линиям получил название **регистровой сигнализации**.

3. **Информационные сигналы**, извещающие о ходе установления соединения и передаваемые абонентам, а при полуавтоматической связи и оператору-телефонисту. Информационные сигналы до настоящего времени имеют два подвида: акустические и оптические.

Основные типы сигнализации, используемые для передачи сигналов линейной и регистровой сигнализации:

1. **Внутриканальная ("внутриполосная") сигнализация.**
2. **Сигнализация по индивидуальному выделенному сигнальному каналу (ВСК).**
3. **Общеканальная сигнализация.**

1. **Внутриканальная ("внутриполосная") сигнализация.** Большинство аналоговых систем сигнализации, применяемых для автоматической связи, являются *внутриканальными (in-band)*. Все сигнальные сообщения в таких системах передаются внутри спектра частот того же канала, что и полезная информация (речь, данные). Например, по телефонным каналам сигнальные сообщения могут передаваться постоянным током, токами тональной частоты, индуктивными импульсами и др.

Недостатки:

- большой объем оборудования сигнализации (приемопередатчиков тональных и импульсных сигналов, устройств защиты от ложных срабатываний и т. п.);
- совместное использование ограниченного спектра частот снижало качество телефонных разговоров и достоверность передаваемых данных.

Позднее появились аналоговые *системы сигнализации с обособленным сигнальным каналом (out-of-band)*. Такие системы предусматривали внеполосную передачу сигнальных сообщений. Такой подход хоть и улучшил качество связи, но не решил проблему избыточности оборудования.

2. *Сигнализация по индивидуально выделенному сигнальному каналу (ВСК)*. Следующий эволюционный шаг в развитии систем сигнализации был обусловлен появлением цифровых систем передачи с ИКМ. В таких ЦСП каждый тракт ИКМ обслуживается выделенным сигнальным каналом (*Channel Associated Signaling, CAS*). В отечественных системах ИКМ выделенным сигнальным каналом является шестнадцатый канал.

К этому классу сигнализации относятся такие известные системы как R2 и 2ВСК. 2ВСК применяется в отечественных сетях связи.

Минимальной функциональной единицей ИКМ-потока является канальный интервал (КИ), содержащий один байт информации. Тридцать два последовательных КИ образуют цикл ИКМ тракта. Два канальных интервала имеют жесткое функциональное назначение. Нулевой канальный интервал каждого цикла предназначен для цикловой синхронизации и содержит один байт, называемый синхромаркером цикла. Шестнадцатый канальный интервал предназначен для передачи сигнальной информации. Остальные тридцать канальных интервалов предназначены для передачи речевых сигналов, преобразованных к цифровому виду методом ИКМ.



Структура цикла передачи группового цифрового сигнала 2048 кбит/с

$$\text{ОЦК} = 8 \text{ бит} \times 8 \text{ 000 Гц} = 8 \text{ бит} \times 1000000/125 \text{ мкс} = 64 \text{ кбит/с}$$

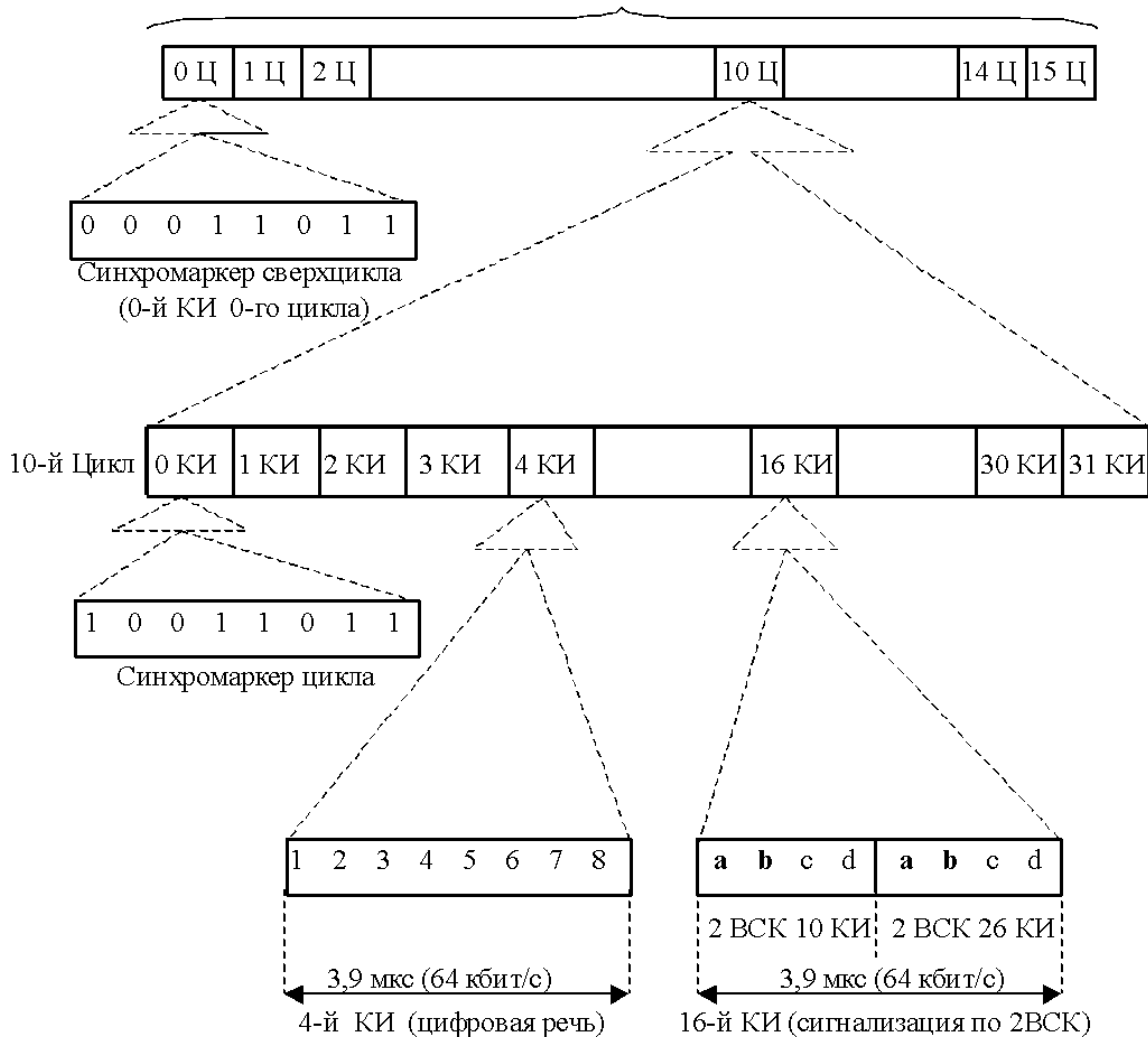
**Цикл передачи** - совокупность примыкающих друг к другу интервалов времени, отведенных для передачи цифровых сигналов, поступивших от отдельных источников в которой каждому из этих интервалов выделяется определенный промежуток времени, который может быть определен однозначно.

**Канальный интервал** цикла передачи - интервал времени в цикле, отводимый для сигнала, относящегося к одному индивидуальному цифровому каналу.

**Интервал сигнализации** - промежуток времени, отводимый для передачи сетевых сигналов сообщений.

**Интервал циклового синхросигнала** - интервал времени в цикле, отведенный для передачи циклового синхросигнала.

Сверхцикл, длительность  $T = 2$  мс



Кадр, состоящий из 16 циклов, образует **сверхцикл**. Для определения номера цикла в сверхцикле в нулевом канальном интервале нулевого цикла передается сверхцикловой синхросигнал (синхромаркер сверхцикла), от которого ведется отсчет циклов.

Таким образом, в сверхцикле имеется шестнадцать сигнальных канальных интервалов, по которым производится передача сигнализации для всех 30-ти разговорных каналов. С этой целью каждый байт 16-го КИ цикла разделен на две части по 4 бита каждая. Эти биты обозначаются  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  и используются для передачи линейной и регистровой сигнализации в цифровом виде.

Рис. 2. Структура сверхциклов цифровой системы передачи ИКМ-30/32

3. **Общеканальная сигнализация.** Следствием внедрения компьютерных технологий в системы электросвязи стала разработка системы сигнализации по общему каналу сигнализации (*Common Channel Signaling, CCS*). Основная идея систем по общему каналу сигнализации (ОКС) является обеспечение непосредственной связи между управляющими устройствами (УУ) систем коммутации по специальному, общему для данного направления связи, каналу.

Первая система ОКС получила название "**система сигнализации № 6**". Эта система предназначалась для передачи сигнальных сообщений и управляющей информации между станциями сети в цифровой форме на скорости 2,4–4,8 кбит/с по аналоговым каналам с полосой частот 0,3–3,4 кГц.

Несмотря на относительно низкую помехозащищенность, система обладала настолько высокими экономическими показателями, что быстро распространилась в Европе, Японии и особенно в США, где она эксплуатируется до сих пор.

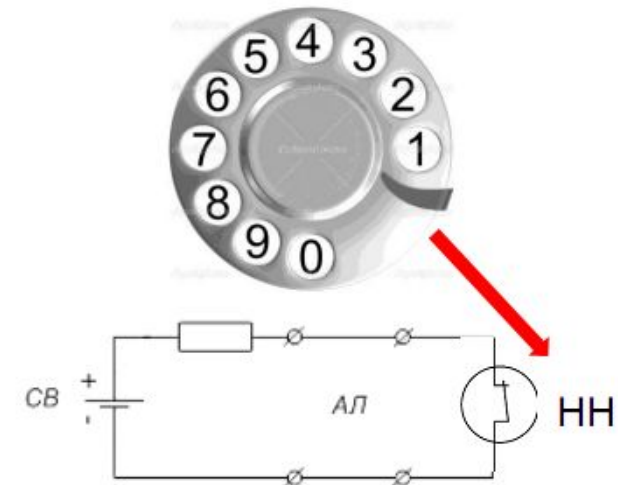
Широкомасштабное внедрение ЦСП и ЦСК потребовало разработки системы ОКС для цифровых сетевых трактов. Проведенные исследования обеспечили появление в 1976 г. спецификаций и стандартов на "**систему сигнализации № 7**" (СС № 7), ориентированную на функционирование в цифровых сетях связи. Сейчас система сигнализации № 7 является самой распространенной системой сетей связи общего пользования. С тех пор спецификации системы продолжают развиваться, раскрывая ее новые возможности.

# ОСОБЕННОСТИ АБОНЕНТСКОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

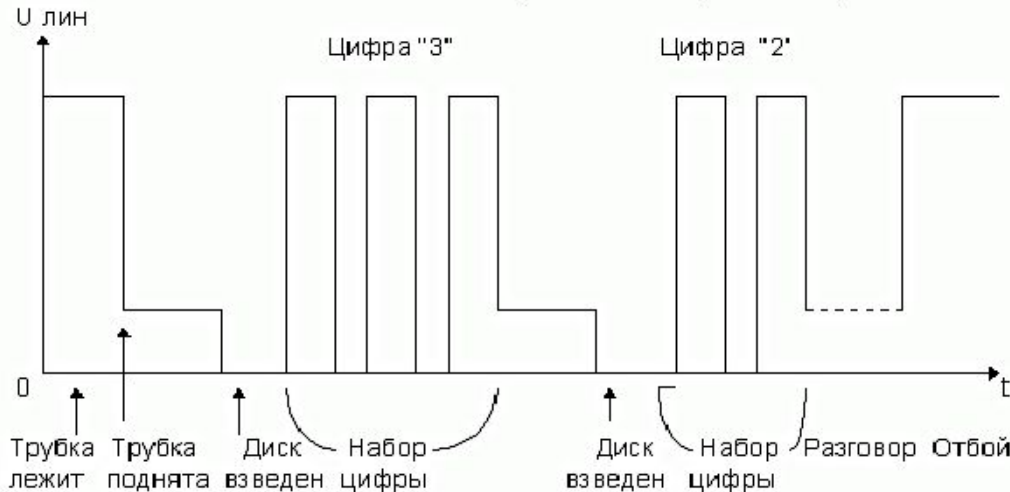
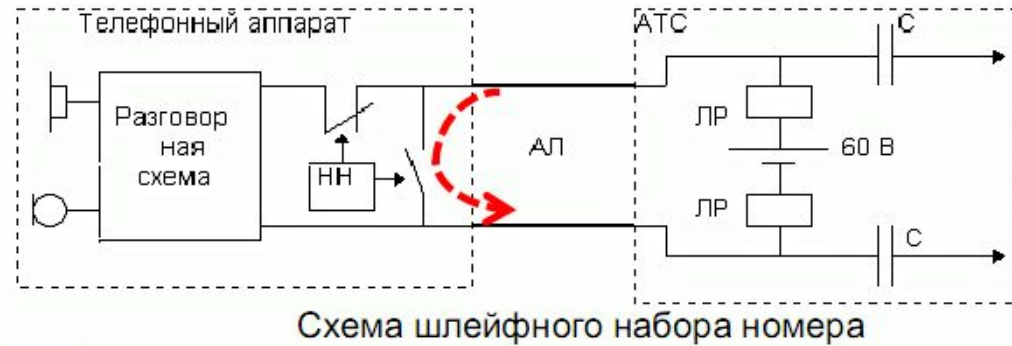
**1. ШЛЕЙФНЫЙ СПОСОБ.** Передача сигналов этим способом осуществляется по двухпроводным физическим линиям без использования земли в качестве обратного провода и батареи в пункте образования сигналов. Данный тип сигнализации широко используется в АТС и многофункциональных мультиплексорах, обеспечивающих доступ к СПД (зарубежная литература – *loop-start* – сигнализация шлейфу).

**2. ТОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ.** В современных телефонных аппаратах, предназначенных для совместной работы с цифровыми АТС, используется режим тонального набора номера в системе **DTMF** (*Dual Tone Multi Frequency*). Система сигнализации DTMF обеспечивает передачу сигналов набора номера многочастотным кодом "2 из 8" по абонентским линиям. Возможно применение этого кода и для передачи регистровой сигнализации по СЛ.

Дисковый  
номерабирающий



# Передача цифр номера шлейфным способом

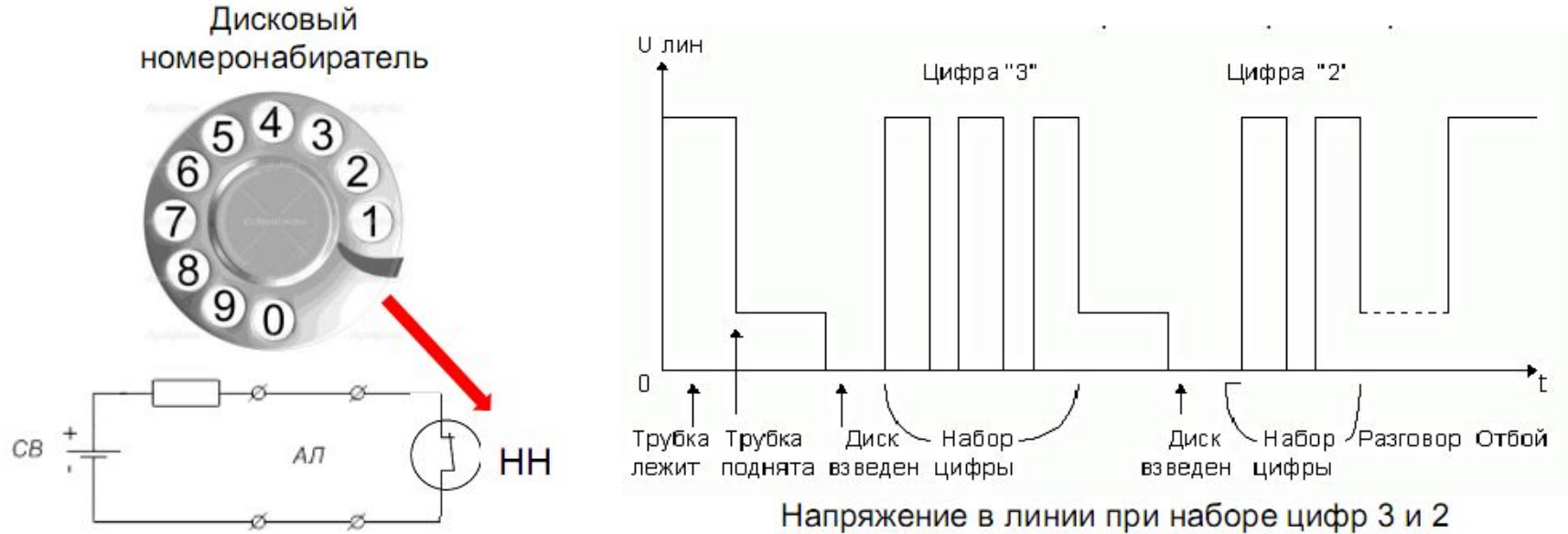


Напряжение в линии при наборе цифр 3 и 2

Батарея АТС питает АЛ постоянным напряжением (60 В для российских линий). В исходном состоянии трубка на телефонном аппарате (ТА), цепь разомкнута, ток в АЛ отсутствует. При снятии трубки к двухпроводной АЛ в качестве нагрузки подключаются разговорные приборы и номеронабиратель, в результате чего цепь замыкается и по абонентской линии течет ток. Замыкание шлейфа абонентской линии является линейным сигналом "Вызов АТС" ("Ответ вызываемого абонента"), а размыкание шлейфа – линейным сигналом "Отбой".



# Передача цифр номера шлейфным способом



При вращении диска по часовой стрелке до упора прерыватель НН замыкает АЛ накоротко, а при обратном вращении диска – размыкает АЛ число раз, соответствующее набранной цифре (при вращении диска микрофон и телефон отключены от линии).

Цикл набора каждого импульса составляет: интервал замыкания 34–46 мс, интервал размыкания 53–70 мс. Длительность межцифрового интервала должна быть не менее двух длительностей размыкания и замыкания импульсной цепи номеронабирателя. Скорость передачи набора номера таким способом невелика, от 7 до 13 имп/с.

**Особенности:** Схема обеспечивает необходимое снижение влияния помех на соседние цепи и обладает удовлетворительной дальностью действия. Абонентское окончание не требует наличия батареи и заземления. Однако освобождение АЛ происходит только со стороны телефонного аппарата абонента. Если запрос на соединение приходит одновременно с ТА и с АТС, то это приводит к встречному включению и отказу в установлении соединения.

# Передача цифр номера частотным способом

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
	↓	↓	↓	↓
697 Hz →	1	2	3	A
770 Hz →	4	5	6	B
852 Hz →	7	8	9	C
941 Hz →	*	0	#	D

F4EZC

Соответствие клавиш номеронабирателя двухтональным многочастотным аналоговым сигналам DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) кода «2 из 8»



Длительность двухчастотной посылки DTMF - не менее 40 мс, а паузы не менее 26 мс. Тональные частоты выбраны таким образом, чтобы исключить влияние гармоник. Частоты не кратны друг другу и ни одна из частот DTMF не может быть получена суммированием или вычитанием других частот.

Телефонный аппарат с частотным набором имеет кнопочный номеронабиратель (тастатуру), который передает в АЛ сигналы НН, каждый из которых является посылкой двух частот, выбранных из восьми. Значения частот выбраны такими, чтобы они не совпадали и не были близки к другим сигналам управления.

Всего возможно 16 комбинаций частот: 1209, 1336, 1477, 1633 Гц (первая группа), 697, 770, 852, 941 Гц (вторая группа). Принцип кодирования цифр номера показан на рис. Так, цифра 8 передается двухчастотной посылкой 852+1336 Гц, цифра 3 – двухчастотной посылкой 697+1477 Гц и т.д.

# Передача цифр номера частотным способом

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz →	1	2	3	A
770 Hz →	4	5	6	B
852 Hz →	7	8	9	C
941 Hz →	*	0	#	D

F4E2C



**Достоинство:** Код DTMF позволяет не только повысить скорость передачи цифр набора номера с терминала (до 10 цифр в секунду) и их помехоустойчивость, но и передавать с аппарата абонента в программное управляющее устройство АТС некоторые сигналы управления и обеспечивать абонентам целый комплекс новых услуг, например сервис коротких сообщений и др.

Таким образом, система сигнализации обеспечивает взаимодействие между устройствами коммутации в сети связи в ходе установления и разъединения соединений для передачи пользовательской информации.



## **1.2. Эволюция систем сигнализации.**

# **Специфические особенности российских систем сигнализации**

# СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

Система сигнализации	Назначение	Вид сигнала
№ 1 1934 г.	Для международной телефонной связи с ручным способом установления соединения	Линейные сигналы $f = 500$ Гц
№ 2 1938 г.	Для междугородной полуавтоматической телефонной связи по двухпроводным линиям	Линейные сигналы $f_{1,2} = 600$ и $750$ Гц регистрационная сигнализация $f = 750$ Гц
№ 3 1954 г.	Для полуавтоматической и автоматической телефонной связи по односторонним аналоговым каналам связи (СЛТЧ)	Линейные и регистрационные сигналы $f = 2280$ Гц
№ 4 1954 г.	Для автоматической междугородной телефонной связи по односторонним двухпроводным каналам ТЧ	Линейная и регистрационная сигнализация $f_1 = 2040$ Гц, $f_2 = 2400$ Гц
№ 5 1964 г.	Для автоматической международной и междугородной телефонной связи по двухсторонним соединительным линиям.	Линейная и регистрационная сигнализация, которая передается двухчастотным кодом "2 из 6" $f = 700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700$ Гц

# СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

Система сигнализации	Назначение	Вид сигнала
R1 1962 г.	Модифицированная система № 5 для Северной Америки	<p>Линейные сигналы передаются в аналоговом <math>f = 2600</math> Гц и цифровом виде по двум ВСК.</p> <p>Регистровые сигналы передаются МЧК "2 из 6", передача в прямом направлении <math>f = 700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700</math> Гц, в цифровом виде по разговорному КИ тракта ИКМ-24</p>
R2 1968 г.	Для автоматической междугородной телефонной связи государств Европы, Латинской Америки и развивающихся стран	<p>Линейные сигналы передаются в аналоговом виде по ВСК <math>f = 3825</math> Гц, в цифровом по двум ВСК ИКМ-30.</p> <p>Регистровые сигналы многочастотным кодом "2 из 6" методом "импульсный челнок". В прямом направлении <math>f = 1380, 1550, 1620, 1740, 1860, 1980</math> Гц, в обратном направлении <math>f = 540, 660, 780, 900, 1020, 1140</math> Гц</p>
R1.5	Для автоматической местной внутрizonовой и междугородной связи по различным типам СЛ	<p>Линейные сигналы передаются в цифровом виде по 2 ВСК в 16-м КИ тракта ИКМ-30, в аналоговом варианте используется <math>f = 2600</math> Гц либо <math>f = 1200/1600</math> Гц.</p> <p>Регистровая сигнализация: МЧК "2 из 6" <math>f = 700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700</math> Гц</p>
№ 6 1972 г. США	<p>Предназначен для сетей междугородной и международной аналоговой сети общего пользования со скоростью <math>V = 2,4</math> или <math>4,8</math> кбит/с ОФРМ.</p> <p>Недостатки: не используется на спутниковых каналах; низкая достоверность; мал объем адресной части; не для сетей IDN.</p>	<p>Предусмотрены сигнальные единицы трех видов: НСЕ, ПСЕ, СЕП. Если сигнал не передается, то в канал посылается синхросылка. Для увеличения достоверности используется помехоустойчивое кодирование и исправление ошибок методом адресного повторения</p>
№ 7 1980– 1984 гг.	<p>Предназначен для обмена сигнальной информацией в аналоговых и цифровых сетях.</p> <p>Применяется на междугородных и национальных сетях, а также SDN, GSM, NMT</p>	<p>Вид сигнала - 16-и канальный интервал со скоростью 64 кбит/с, либо цифровой тракт передачи. Функции: управление, ТО и ТЭ, другие виды информации. Охватывает 7 уровней ЭМВОС. Эффективное число каналов – любое</p>

**Система сигнализации № 1** была принята в 1934 г для международной телефонной связи с ручным способом установления соединений. Система предусматривает передачу только линейных сигналов занятия и освобождения на частоте 500 Гц, передаваемых в виде импульсов с частотой прерывания 20 Гц. Когда система сигнализации использовалась на коротких двухпроводных линиях, то вместо сигналов на частоте 500/20 Гц передавались сигналы на низкой частоте 16, 25 или 50 Гц. Время распознавания принимаемого сигнала составляло до 1200 мс, импульсный сигнал преобразовывался в световую индикацию на канальном блоке коммутатора.

**Система сигнализации № 2** была принята в 1938 г и предназначалась для междугородной полуавтоматической телефонной связи по двухпроводным линиям. Линейная сигнализация - двухчастотная, с частотами 600 и 750 Гц. Система имела ограниченное применение на междугородных телефонных сетях некоторых европейских стран при полуавтоматическом обслуживании вызовов, но никогда не использовалась для международной связи.

**Система сигнализации № 3** была разработана в 1946–49 гг., испытывалась в 1949–54 гг. и была стандартизована в 1954 г. Предназначена для обеспечения полуавтоматической и автоматической телефонной связи по односторонним аналоговым каналам связи (СЛ ТЧ). Система одночастотная, использующая одну частоту 2280 Гц для линейной и регистровой сигнализации. Для передачи линейного сигнала или цифры номера требуется передача единичного импульса начала, затем самой цифры в виде комбинации четырех последовательных импульсов без интервалов между ними (сигнальный код) и нулевого импульса конца (таблица 1).

Таблица 1 – Сигнальный код одночастотной системы № 3

Сигнал	Сигнальный код	Сигнал	Сигнальный код
1	f 0 0 0 f 0	9	f f 0 0 f 0
2	f 0 0 f 0 0	10	f f 0 f 0 0
3	f 0 0 f f 0	11	f f 0 f f 0
4	f 0 f 0 0 0	12	f f f 0 0 0
5	f 0 f 0 f 0	13	f f f 0 f 0
6	f 0 f f 0 0	14	f f f f 0 0
7	f 0 f f f 0	15	f f f f f 0
8	f f 0 0 0 0	16	f 0 0 0 0 0

Длительность единичного импульса составляет 300 мс, следовательно, сигнал, состоящий из шести единичных импульсов, передается за 1,8 с.

При использовании одночастотного кода передатчики и приемники просты, однако длительность сигналов велика и не обеспечивается необходимая помехоустойчивость сигналов управления.



**Система сигнализации № 4** разработана и стала широко применяться в Европе с 1954 г, специфицирована в рекомендациях МККТТ в 1973 г. Предназначена для обеспечения автоматической междугородной телефонной связи по односторонним двухпроводным каналам ТЧ.

Система № 4 двухчастотная, причем для линейной и регистровой сигнализации используются одни и те же частоты разговорного спектра  $f_1 = 2040$  Гц и  $f_2 = 2400$  Гц.

Для передачи линейных сигналов используются комбинации трех частотных сигналов **X**, **Y**, **P**:

сигнал **X** – посылка частоты  $f_1$  (длительность  $100 \pm 20$  мс);

сигнал **Y** – посылка частоты  $f_2$  (длительность  $100 \pm 20$  мс);

сигнал **P** – посылка комбинации частот  $f_1 + f_2$  (длительность 150 мс).

Для передачи сигналов управления используются двоичные комбинации из одиночных частот – сигнал **x** частоты 2040 Гц и сигнал **y** частоты 2400 Гц с равными длительностями импульсов и пауз по 35 мс каждый.

Система № 4 использует односторонние каналы ТЧ и может применяться для любых типов линий, кроме линий межконтинентальной связи, использующих обработку речевых сигналов со статистическим уплотнением (TASI).

**Система сигнализации № 5** стандартизована МККТТ в 1964 г и **предназначается для обеспечения автоматической международной и междугородной телефонной связи**. Важным отличием системы № 5 от всех предыдущих систем сигнализации является **использование двухсторонних соединительных линий**, образованных аналоговыми системами передачи с ЧРК по подводному кабелю между Америкой и Европой. Этот выбор был обусловлен высокой стоимостью каналов дальней связи большой протяженности и различной для разных континентов телефонной нагрузкой, передаваемой в противоположных направлениях. Таким образом, система № 5 была создана, в первую очередь, для обслуживания межконтинентальной телефонной нагрузки.

Для передачи линейных сигналов в системе № 5 используется двухчастотная сигнализация 2400/2600 Гц (таблица 2), алгоритм передачи сигналов на телефонной сети – "от звена к звену" (кроме ЛС "Вмешательство телефонистки").

<b>Направление</b>	<b>Линейные сигналы</b>	<b>Частота</b>
Прямое	Занятие	2400 Гц
Обратное	Готовность к приему номера (подтверждение занятия)	2600 Гц
Прямое	Вмешательство телефонистки	2600 Гц, 850 мс
Обратное	Ответ	2400 Гц
Прямое	Подтверждение ответа	2400 Гц
Прямое	Отбой	2400 + 2600 Гц
Обратное	Разъединение	2400 + 2600 Гц

Для регистровой сигнализации система использует многочастотный код "**2 из 6**". Система использует шесть частот 700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700 Гц для передачи сигналов управления только в прямом направлении. Сигналы передаются в виде импульсов, состоящих из комбинации двух частот, и пауз между импульсами. Длительность двухчастотных импульсов  $68 \pm 7$  мс, пауз между ними – также  $68 \pm 7$  мс.

В системе сигнализации № 5 выбран алгоритм передачи сигналов на сети телефонной связи "от звена к звену", что обеспечивает возможность сопряжения различных сетей связи, различающихся алгоритмами обмена сигналами и другими характеристиками, а также достаточно высокую скорость передачи сигнальной информации на сети.

**Система сигнализации R1** является модификацией системы № 5 для использования в сетях телефонной связи общего пользования Северной Америки. Система включает в свой состав линейную сигнализацию (аналоговую и цифровую) и многочастотную регистровую сигнализацию кодом "2 из 6" с передачей только в прямом направлении без подтверждений и запросов (как в системе № 5).

Главное отличие системы R1 от европейской системы № 5 заключается в том, что она разработана для использования на сетях связи Америки, на которых с 60-х гг. XX в стали интенсивно внедряться цифровые системы передачи ИКМ-24 и АТС с программным управлением. Поэтому линейная сигнализация имеет две версии - аналоговую и цифровую.

**Линейная сигнализация** по аналоговым каналам ТЧ является одночастотной, с передачей непрерывного сигнала с частотой 2600 Гц в обоих направлениях. Для **регистровой сигнализации** система R1 по аналоговым каналам ТЧ использует практически тот же многочастотный код "2 из 6", что и система № 5. Используются шесть частот 700, 900, 1100, 1300, 1500, 1700 Гц для передачи сигналов управления только в прямом направлении. Сигналы управления передаются в виде двухчастотных посылок и пауз между ними с длительностью 68 мс. Передача сигналов управления производится только в прямом направлении, без получения от встречной станции подтверждений и запросов.

**Цифровой вариант** линейной сигнализации предназначен для использования в цифровых СЛ, образованных системой передачи ИКМ-24 со скоростью передачи 1,544 Мбит/с (национальный стандарт T1 США). **Линейная сигнализация** осуществляется по двум выделенным сигнальным каналам (2ВСК), для чего используется **восьмой бит** каждого канального интервала один раз шесть циклов. В этом случае два цикла внутри сверхцикла (цикл 6 и цикл 12) обозначаются как циклы сигнализации. В этих циклах первые 7 бит используются для кодирования речи, а последний, 8-й бит используется для сигнализации.

Система сигнализации R2 включает в свой состав линейную сигнализацию (аналоговую и цифровую) и многочастотную регистровую сигнализацию кодом "2 из 6" с передачей сигналов в обоих направлениях методом "импульсный челнок". Это наиболее распространенная система сигнализации в национальных сетях европейских, латиноамериканских и развивающихся стран.

В качестве **регистровой сигнализации система R2** использует многочастотную сигнализацию в коде "2 из 6", однако в отличие от всех применявшихся ранее систем здесь впервые была использована двухсторонняя передача сигналов на частотах:

1380, 1500, 1620, 1740, 1860, 1980 Гц – в прямом направлении;

540, 660, 780, 900, 1020, 1140 Гц – в обратном направлении.

Высокая достоверность передачи сигналов по каналам обеспечивается алгоритмом обмена сигналами в прямом и обратном направлениях "импульсный челнок".

Различные значения частот в прямом и обратном направлениях обеспечивают одновременную передачу сигналов управления в обоих направлениях по любым типам линий, в том числе и по односторонним, что увеличивает скорость обмена сигналами.

Для увеличения количества регистровых сигналов, передаваемых ограниченным количеством посылок кода "2 из 6", все сигналы, как в прямом, так и обратном направлениях **разделяются на две группы**.

**По аналоговым СЛ ТЧ** сигналы многочастотного кода передаются **непосредственно в виде посылок двух частот**, а для передачи по **цифровым СЛ ИКМ** преобразуются в многочастотном передатчике к цифровому виду и передаются по соответствующему разговорному каналному интервалу тракта ИКМ.

**Линейная сигнализация R2** существует в двух различных модификациях: **аналоговая версия R2** и **цифровая R2D**.

*В аналоговом варианте* передача линейных сигналов (ЛС) осуществляется с использованием тональных сигналов вне полосы разговорных частот – на частоте **3825 Гц**, по выделенному сигнальному каналу систем передачи с ЧРК. Метод передачи ЛС по сети телефонной связи – "от звена к звену". Передача линейного сигнала осуществляется исключительно по однонаправленным соединительным линиям СЛ ТЧ включением или выключением тонального сигнала частоты 3825 Гц в прямом и обратном направлениях.

Исходному состоянию соответствует наличие тонального сигнала 3825 Гц в обоих направлениях. При занятии СЛ на исходящей станции отключается тональный сигнал в прямом направлении. При ответе вызываемого абонента входящая станция прекращает посылку тонального сигнала в обратном направлении.

В случае отбоя вызываемого абонента входящая АТС начинает посылку сигнала 3825 Гц в обратном направлении, в случае же отбоя вызывающего абонента, то есть при разъединении, исходящая АТС начинает посылку сигнала 3825 Гц в прямом направлении. При распознавании этого сигнала на входящей АТС разрушается соединение и начинается процесс освобождения, при этом на исходящей станции соединительная линия остается заблокированной до завершения процесса. Появление тонального сигнала в обратном направлении при наличии тонального сигнала в прямом направлении переводит СЛ в исходное состояние.

*В цифровом варианте R2D* для линейной сигнализации используются выделенные сигнальные каналы в 16-м канальном интервале цифрового тракта ИКМ-30.

Версия R2D использует два выделенных сигнальных канала (2ВСК) в 16-м канальном интервале цикла ИКМ-30 (*a* и *b*). Выделенный сигнальный канал *a* в прямом направлении отражает состояние вызывающего абонента и отмечает рабочее состояние коммутационного оборудования исходящей АТС, а канал *b* обеспечивает обнаружение повреждения в прямом направлении. Канал *a* обратного направления отмечает состояние вызываемого абонента, а канал *b* - состояние коммутационного оборудования входящей АТС (находится ли оно в рабочем состоянии или в состоянии занятия).

**Система сигнализации R1.5** включает в себя различные протоколы линейной и регистровой сигнализации, которые используются в зависимости от вида сети (местная, внутрizonовая или междугородная) и типа соединительной линии.

**Линейная сигнализация** осуществляется в цифровых СЛ ИКМ по двум выделенным сигнальным каналам в 16-м канальном интервале, в аналоговых СЛ ТЧ - одночастотным или двухчастотным сигнальным кодом, а по физическим СЛ - постоянным током (батарейным или шлейфным способом) и индуктивными импульсами.

**Регистровая сигнализация** по всем типам СЛ осуществляется **многочастотным сигнальным кодом "2 из 6"**, методами передачи **"импульсный челнок"**, **"импульсный пакет"**, **"безынтервальный пакет"** с одинаковыми значениями частот как в прямом, так и в обратном направлениях.

В качестве основного типа СЛ на городских телефонных сетях при вводе в действие новых АТС (как правило, цифровых) используются цифровые СЛ ИКМ со скоростью передачи 2,048 Мбит/с (стык Е1 в соответствии с рекомендациями МККТТ G.703, G.711). При этом **основными протоколами линейной и регистровой сигнализации являются протоколы обмена сигналами по двум выделенным сигнальным каналам (2 ВСК)** с разделенными пучками исходящих, входящих и входящих междугородных соединительных линий.

Основным протоколом линейной сигнализации системы R1.5 является **цифровая версия по двум ВСК в 16-м канальном интервале цикла ИКМ-30**. На сельских сетях также более предпочтителен стык Е1 со скоростью 2048 кбит/с, но этот стык используется для универсальных двухсторонних СЛ, поэтому применяется другой протокол обмена сигналами.

При использовании аналоговых СЛ ТЧ линейная сигнализация осуществляется с помощью **одно- или двухчастотного сигнального кода (аналоговая версия)**, а по трехпроводным физическим СЛ – батарейным способом или быстродействующим полярным кодом (БПК).

Основным протоколом регистровой сигнализации системы R1.5 является протокол передачи многочастотного кода **"2 из 6"** методом **"импульсный челнок"** в виде **двухчастотных посылок по каналам ТЧ (аналоговая версия R1.5)** или **в цифровом виде по разговорному канальному интервалу тракта ИКМ-30 (цифровая версия системы R1.5)**.

**Система сигнализации № 6 является внеполосной.** Внеполосная сигнализация устанавливает отдельный цифровой (или аналоговый) канал для обмена сигнальной информацией - **сигнальное звено**. Оно используется для переноса всех сигнальных сообщений необходимых для установки вызова, набора цифр, резервирования соединительного пути и передачи другой информации между коммутаторами.

**Преимущества внеполосная сигнализация по сравнению с внутриполосной:**

- 1) поддерживает передачу большого объема данных при высоких скоростях (при скорости 64 или 56 кбит/с данные переносятся значительно быстрее, чем при помощи многочастотных импульсов);
- 2) может осуществляться в течение всего вызова, а не только вначале;
- 3) осуществляет сигнализацию к сетевым элементам, у которых нет прямого соединения.

Система СС № 6 предназначалась в основном для работы по аналоговым КТЧ на междугородных и международных ТфОП. Нашла применение на международной и междугородных телефонных сетях стран Европы и Америки.

Предусмотрены три типа сигнальные единиц СС № 6:

а) начальные сигнальные единицы (НСЕ) (рис.);

б) последующие сигнальные единицы (ПСЕ);

в) сигнальные единицы подтверждения (СЕП) с фиксированной длиной, равной 28 бит.

Для передачи сигналов управления используют несколько СЕ, при этом первая – **начальная (НСЕ)**, а остальные – **последующие (ПСЕ)**. Если сигнал не передается, то в ОКС посылаются **синхронизирующие сигнальные единицы**.

Формат начальной сигнальной единицы НСЕ содержит:

– заголовок (5 бит), указывающий тип передаваемого сигнала;

– сигнальную информацию (4 бита);

– адрес обслуживаемого канала (11 бит), к которому относится данная сигнальная информация – 7 бит номера пучка и 4 бита номера канала в пучке;

– проверочную комбинацию циклического кода (8 бит).

### НСЕ

<b>Заголовок</b> (5 бит)	<b>Сигнальная информация</b> (4 бита)	<b>Номер пучка</b> (7 бит)	<b>Номер канала в пучке</b> (4 бита)	<b>Проверочная комбинация</b> (8 бит)
-----------------------------	--	-------------------------------	---	--



Формат последующей сигнальной единицы ПСЕ содержит:

- заголовок (2 бита);
- индикатор длины пакета (2 бита);
- сигнальную информацию (16 бит);
- проверочную комбинацию циклического кода (8 бит).

### **ПСЕ**

<b>Заголовок</b> (2 бита)	<b>Индикатор длины</b> (2 бита)	<b>Сигнальная информация</b> (16 бит)	<b>Проверочная комбинация</b> (8 бит)
------------------------------	--	--	--

Для повышения достоверности передачи пакета используется помехоустойчивое кодирование циклическим кодом и исправление обнаруженных на приеме ошибок методом адресного повторения, при котором на противоположную станцию передается точное указание, какие СЕ следует повторить. Для этого формируются блоки по 12 СЕ в каждом, из них одиннадцать предназначены для передачи сигналов, а последняя **сигнальная единица подтверждения (СЕП)** - для подтверждения правильного приема блока.

Помимо циклического номера передаваемого блока СЕП содержит информацию о результате приема блоков обратного направления – номер принятого блока и указатель правильно принятых СЕ в блоке. На основе этих данных подтвержденные СЕ стираются из буферной памяти, а те СЕ, на которые подтверждение не поступило, передаются повторно.

Формат сигнальной единицы подтверждения СЕП содержит:

- заголовок (3 бита);
- индикацию подтверждения приема (11 бит);
- номер подтвержденного пакета (3 бита);
- номер заканчиваемого блока (3 бита);
- проверочную комбинацию циклического кода (8 бит).

## СЕП

<b>Заголовок</b> (3 бита)	<b>Индикация подтверждения приема</b> (11 бит)	<b>№ подтвержденного блока</b> (3 бита)	<b>№ заканчиваемого блока</b> (3 бита)	<b>Проверочная комбинация</b> (8 бит)
------------------------------	---	--	---	--

## **Основные недостатки СС № 6:**

- **работает только по аналоговым телефонным сетям** (модемная связь со скоростями 2,4 или 4,8 кбит/с);
- **не рассчитана на спутниковые каналы с большим временем распространения сигнала** (до 1 с);
- **обеспечивает недостаточно высокую достоверность передачи;**
- **имеет небольшой объем адресной части и недостаточно гибка при сопряжении с другими национальными сетями;**
- **непригодна для цифровых сетей с интеграцией служб.**

Более того, со временем появились другие, более актуальные требования к протоколу ОКС, основными из которых являются следующие:

- **многоуровневая архитектура протокола ОКС, обеспечивающая возможность модернизации отдельных компонентов протокола без изменения других его частей;**
- **универсальность системы сигнализации для предоставления абонентам новых услуг – передачи данных, услуг мобильной связи, обеспечения функций управления сетью ОКС, эксплуатации и технического обслуживания;**
- **обеспечение повышенной надежности, при которой потеря одного звена сигнализации не снизит качества обслуживания в сети связи.**

## **Вопрос 2. Система сигнализации №7**

## **2.1. Общие принципы построения СС №7**

Спецификации **системы сигнализации № 7** впервые появились в Рекомендациях МСЭ Q.701–Q.741, которые с 1981 г. имеют статус международных стандартов. В них регламентируется применение СС № 7 по каналам цифровых систем передачи с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ), трактам аналоговых систем передачи или физическим линиям.

Пропускная способность цифровых каналов, используемых под тракты СС № 7, должна быть не менее 64 кбит/с. На аналоговых сетях связи СС № 7 может быть реализована на основе каналов тональной частоты (КТЧ) и модемов. При этом скорость передачи сигнальных сообщений должна быть не менее 4,8 кбит/с.

СС № 7 используется только для сигнализации между сетевыми элементами, однако D-канал ЦСИС (ISDN) расширяет понятие внеполосной сигнализации на интерфейсе между абонентом и коммутатором. С услугой ISDN сигнализация, которая должна передаваться между пользовательской станцией и локальным коммутатором, переносится по отдельному цифровому каналу, называемому D-канал. Голос или данные, которые включает в себя вызов, переносятся по одному или более В-каналам.

**Система сигнализации № 7 (СС № 7)** – сигнализация, заключающаяся в передаче *сигнальных сообщений (сигнальных единиц, СЕ (SU))* по *Общему Каналу Сигнализации (ОКС)* методом коммутации пакетов.

**СС № 7** предназначена для обмена сигнальной информацией в цифровых сетях связи с цифровыми программно управляемыми станциями, управления установлением соединений, передачи информации для технического обслуживания и эксплуатации и может быть использована для передачи других видов информации между станциями и специализированными центрами интегральных цифровых сетей связи.

Спецификации СС № 7 регламентируются в Рекомендациях МСЭ–Т Q.701–Q.741. (1981 г.)

**Таблица 1 – Спецификации вариантов использования СС № 7.**

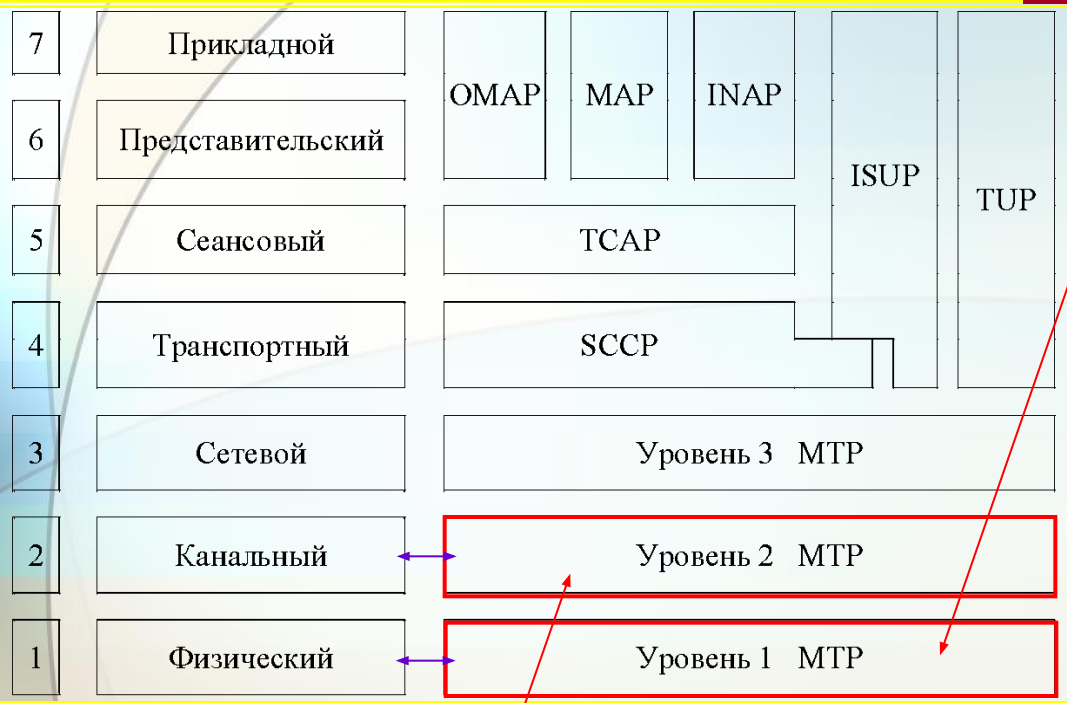
Типы каналов используемых для <b>ОКС</b> при использовании <b>СС№7</b>	Требования к скорости в <b>ОКС</b> , кбит/с	Особенности организации <b>ОКС</b>
<b>Каналы ЦСП с ИКМ</b>	<b>≥ 64 (56)</b>	как правило, КИ №16 в потоке E1
<b>Каналы ТЧ АСП</b>	<b>≥ 4,8</b>	с использованием модемов
<b>Физические линии</b>		

**Дополнение:**

**ОКС СС № 7 + D-канал ISDN = ОКС "абонент–абонент"**

# Соотношение ЭМВОС и стека протокола СС № 7

## Подсистема передачи сообщений (МТР)



**Уровень 1 МТР** определяет физические, электрические и функциональные характеристики цифрового сигнального звена. Физические интерфейсы включают E-1 (2048 кбит/с), DS-1 (1544 кбит/с), V.35 (64 кбит/с), DS-0 (64 кбит/с) и DS-0A (56 кбит/с).

**Уровни 1 эквивалентен физическому слою ЭМВОС**.

**Уровень 2 МТР** гарантирует точность сквозной передачи сообщения через сигнальное звено. Осуществляет управление потоком, подтверждение правильности последовательности сообщения и проверку ошибок.

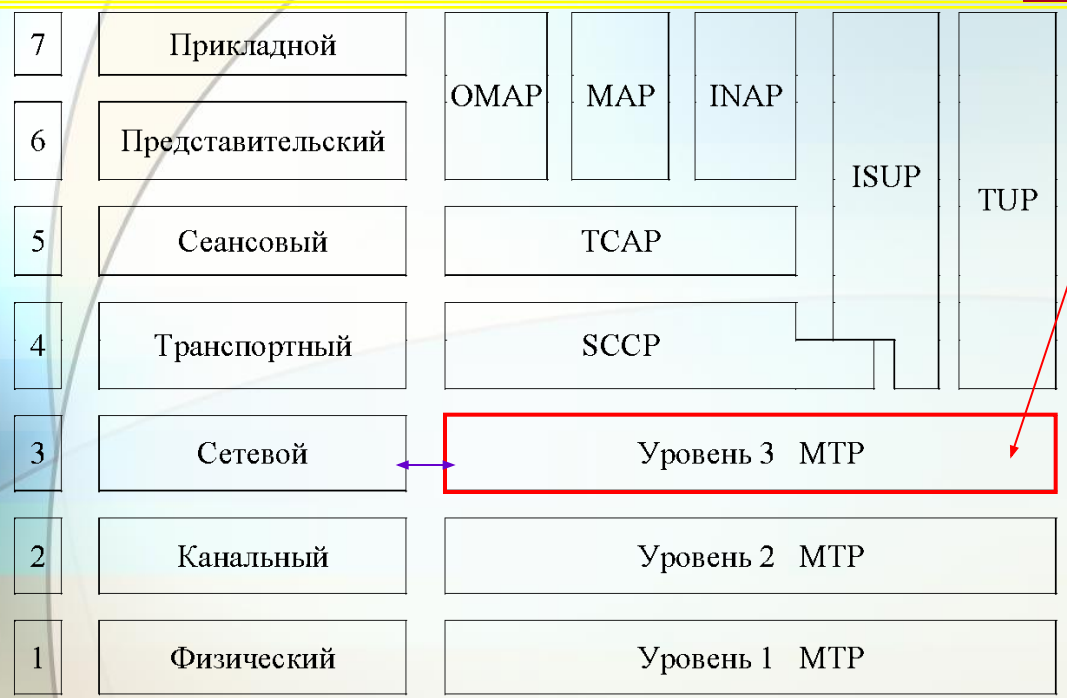
*Когда встречается ошибка в сигнальном звене, сообщение (или комплект сообщений) передается повторно.*

**Уровень 2 МТР эквивалентен канальному уровню ЭМВОС**.



# Соотношение ЭМВОС и стека протокола СС № 7

## Подсистема передачи сообщений (МТР)



### Уровень 3 МТР

- Обеспечивает маршрутизацию сообщения между пунктами сигнализации в сети СС № 7;
- переадресовывает трафик от неисправных звеньев и сигнальных пунктов;
- управляет трафиком, когда происходит перегрузка;
- распределяет сообщения, основываясь на метке маршрутизации в поле сигнальной информации (**SIF**) сигнального сообщения (**SU**).

Метка маршрутизации состоит из *кода пункта назначения, кода исходящего пункта* и *поля селекции звена сигнализации (SLS)*.

*Коды пунктов сигнализации* – числовые адреса, которые однозначно определяют каждый пункт сигнализации в сети СС № 7.

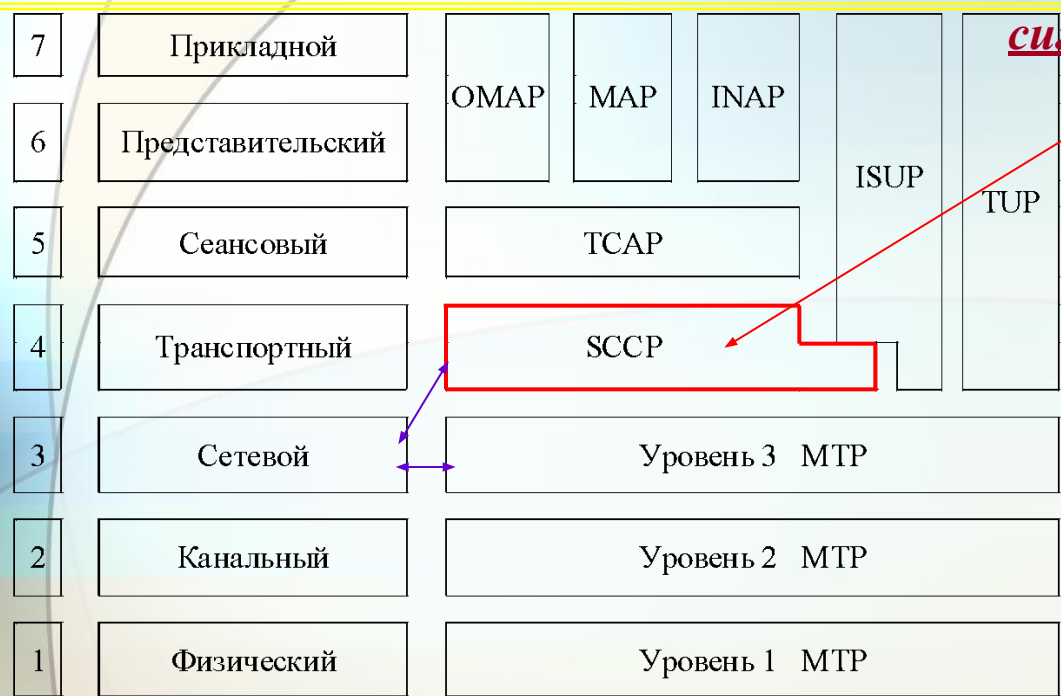
Организация стандартизации	Длина кода пункта сигнализации, бит
ANSI	24
МСЭ-Т	14

Полученное пунктом сигнализации адресованное ему сообщение, в соответствии с указателем услуги в байте служебной информации (**SIO**), передается в пользовательскую часть (ISUP, SCCP и т.д.)

Уровень 3 МТР эквивалентен сетевому уровню ЭМВОС.

# Соотношение ЭМВОС и стека протокола СС № 7

## Подсистема управления соединением сигнализации (SCCP)



предназначена для обеспечения полного набора услуг сетевого уровня ЭМВОС (таких, например, как расширение возможности адресации, поддержка логических соединений и др).

SCCP обеспечивает сетевые услуги ориентированные и неориентированные на соединение, а также трансляцию глобальных заголовков на уровне 3 МТР.

**Глобальный заголовок** – адрес (например коммутируемое число 800, номер телефонной карточки или идентификация номера мобильного абонента), **который переводится SCCP в код пункта назначения и номера подсистемы.** Номер подсистемы однозначно распознает приложение в назначенном сигнальном пункте.

SCCP используется в качестве транспортного уровня для обслуживания основной прикладной подсистемой возможностей транзакций TCAP.

Выделение функций **SCCP** в отдельную подсистему позволило сохранить простоту устройства **третьего уровня МТР** при существенном расширении возможностей **СС № 7** в целом.



# Соотношение ЭМВОС и стека протокола СС № 7

## Подсистема пользователя телефонии (TUP)

В некоторых странах (например в Китае, Бразилии) TUP используется для установления, поддержания и разъединения при обслуживании основного вызова. TUP применяется только в аналоговых цепях.

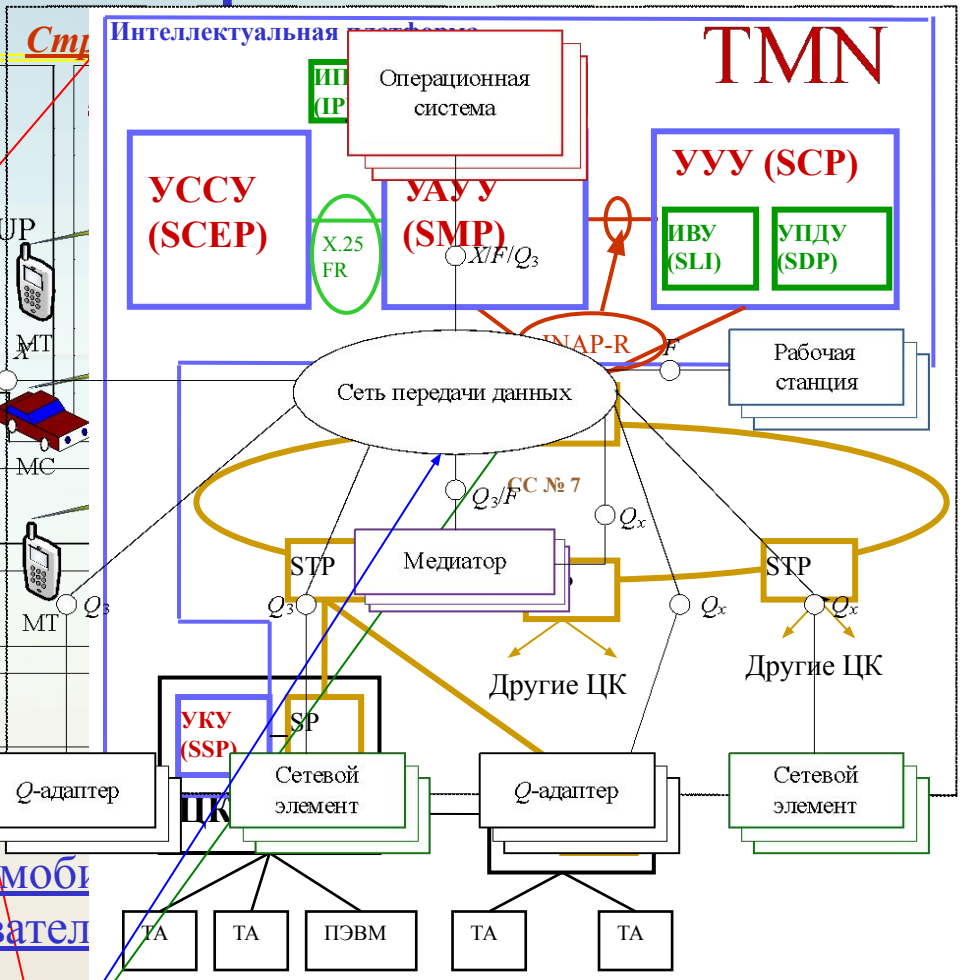
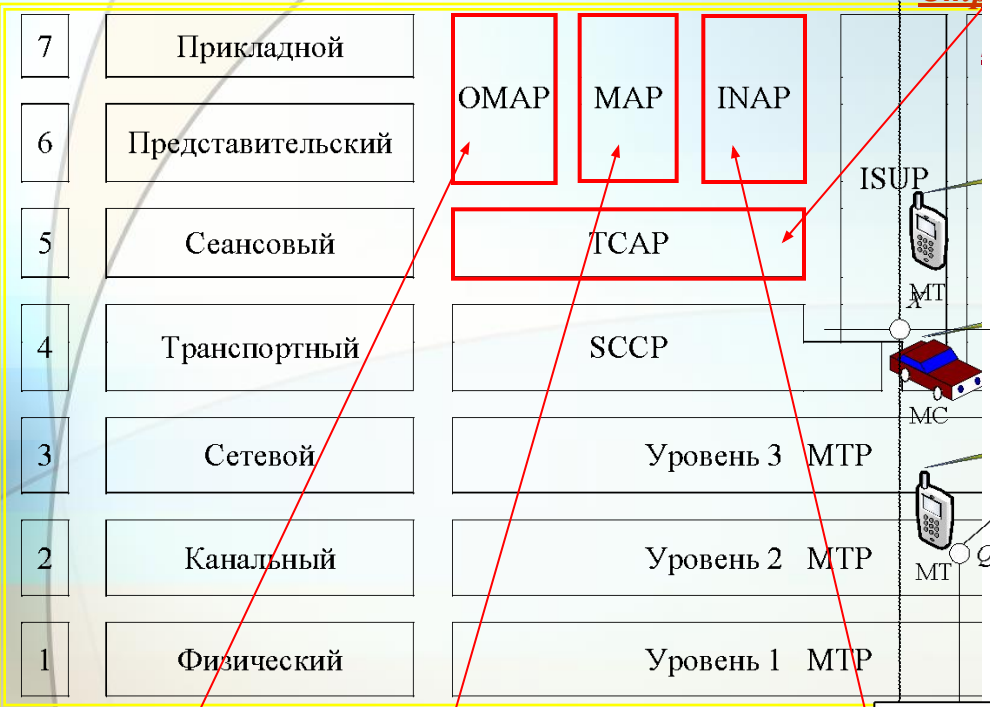


Подсистема пользователя сети с интеграцией служб (ISUP) определяет протокол, используемый в установке, управляет и реализует соединительные пути, которые переносят сообщения и данные между конечными линиями обмена (между вызывающей и вызываемыми сторонами). **ISUP** используется как для **ISDN**, так и для вызовов вне **ISDN**. При этом вызовы вне **ISDN**, которые возникают и завершаются таким образом, не используют сигнальную **ISUP**.

Во многих странах **ISUP** заменила **TUP** при управлении вызовами.



# Соотношение ЭМВОС и стека протокола СС № 7



В мобильных сетях (IS-41 и GSM) TCAP приложений (MAP), пересылаемые между моб  
чтобы поддержать аутентификацию пользовател

В интеллектуальных сетях (IN) TCAP обеспечивает передачу сообщений прикладного протокола интеллектуальной сети (INAP) при взаимодействии интеллектуальной платформы и базовой сети связи.

Подсистема эксплуатации технического обслуживания и администрирования (OMAP) использует возможности TCAP и ресурсы MTP для взаимодействия менеджеров и агентов сетевой системы управления (NMS)

## **2.2. Архитектура СС №7**

**Режим сигнализации** – тип связи между путем, по которому проходит сигнальное сообщение, и сигнальным отношением, к которому относится это сообщение.

**Связанный режим сигнализации** – режим сигнализации, при котором сигнальные сообщения, относящиеся к данному сигнальному отношению между двумя смежными пунктами сигнализации, передаются по пучку звеньев, который непосредственно соединяет эти два пункта сигнализации.

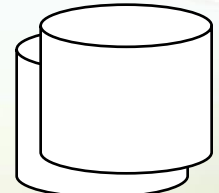
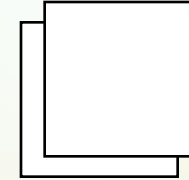
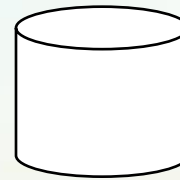
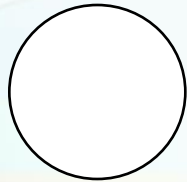
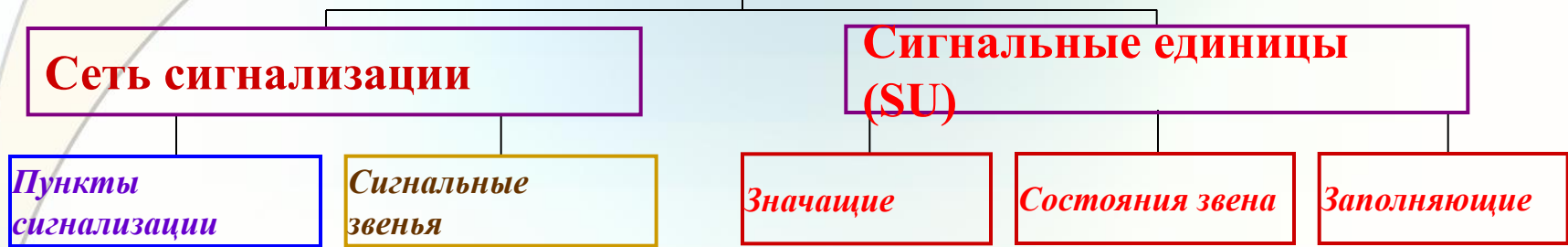
**Несвязанный режим сигнализации** – режим сигнализации, при котором сигнальные сообщения, относящиеся к данному сигнальному отношению, передаются по двум или более пучкам звеньев, последовательно проходя один или несколько пунктов сигнализации, исключая исходящий пункт и пункт назначения сообщений.

**Квазисвязанный режим сигнализации** – частный случай несвязанного режима сигнализации, при котором путь, по которому проходит сообщение в сети сигнализации, заранее определен и в каждый момент времени зафиксирован.



**Рисунок – Связанная сигнализация**

# Архитектура СС №7



Пункт сигнализации (SP) – узел коммутации услуг

Транзитный пункт сигнализации (STP) – Пункт контроля сигнализации (SCP)

STP-пара

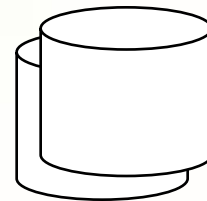
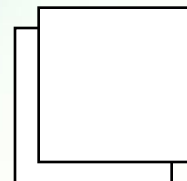
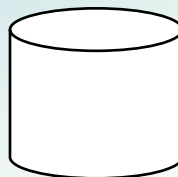
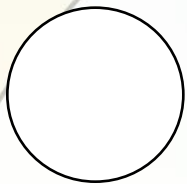
SCP-пара

Рисунок – Условные обозначение сигнальных сетевых элементов

Каждый пункт сигнализации в сети СС № 7 однозначно опознается числовым кодом пункта.

- Коды пункта передаются в сигнальных сообщениях для определения источника и расположения каждого сообщения.
- Каждый пункт сигнализации использует таблицу маршрутизации, чтобы выбрать соответствующий маршрут сигнализации для каждого сообщения.

**Сеть сигнализации** создается из *пунктов сигнализации*, соединенных *сигнальными звеньями*.



Пункт сигнализации (SP) – узел коммутации услуг

Транзитный пункт сигнализации (STP)

Пункт контроля сигнализации (SCP)

STP-пара

SCP-пара

### Рисунок – Условные обозначение сигнальных сетевых элементов

- **SP** (**Signal Point** – *пункт сигнализации (сигнальный пункт)*) – телефонные коммутаторы, поддерживающие совместимое с **СС № 7** программное обеспечение и ограничивающиеся **сигнальными звеньями**. Они порождают, завершают или дублируют вызовы. SP посылает сигнальные сообщения на другие SP для установления, управления и реализации речевых каналов, требуемых для завершения вызова.
- **STP** (**Signal Transit Point** – *транзитный пункт сигнализации (транзитный сигнальный пункт)*) – коммутаторы пакетов сети **СС № 7**. Они получают и распределяют поступающие сообщения сигнализации к месту назначения. Они также выполняют специализированные функции маршрутизации.
- **SCP** (**Signal Control Point** – *пункт контроля сигнализации*) – базы данных, которые обеспечивают информацию, необходимую для улучшения обработки вызова. **SP** может также послать сообщение-запрос в централизованную базу данных (SCP), чтобы определить, как распределять вызов



## *Сигнальные звенья*

Сообщения СС № 7 передаются между элементами сети со скоростью 64 или 56 кбит/с по двунаправленным каналам, называемыми *сигнальными звеньями*, с помощью внеполосной сигнализации.

### Преимущества внеполосной сигнализации

- установление вызова за более короткое время (по сравнению с внутриполосной сигнализацией, использующей многочастотные сигналы);
- более эффективное использование речевых каналов;
- поддержка услуг интеллектуальной сети, которая требует передачу в сетевые элементы без речевых каналов (например системы баз данных);
- улучшенный контроль за незаконным использованием сети.

# Принципы построения сети системы сигнализации СС №7

СС № 7 критична к обработке вызова. Пока *SP* не могут обмениваться сигналами, они не могут реализовывать вызовы между коммутаторами. Каждый отдельный элемент должен удовлетворять всем необходимым требованиям по доступности, поэтому сеть СС № 7 создана с использованием сложной архитектуры.

1. *SCP* и *STP* обычно объединяются в конфигурации пар в отдельных физических позициях, чтобы гарантировать исполнение сетевой услуги в случае неудачи на одной из них.

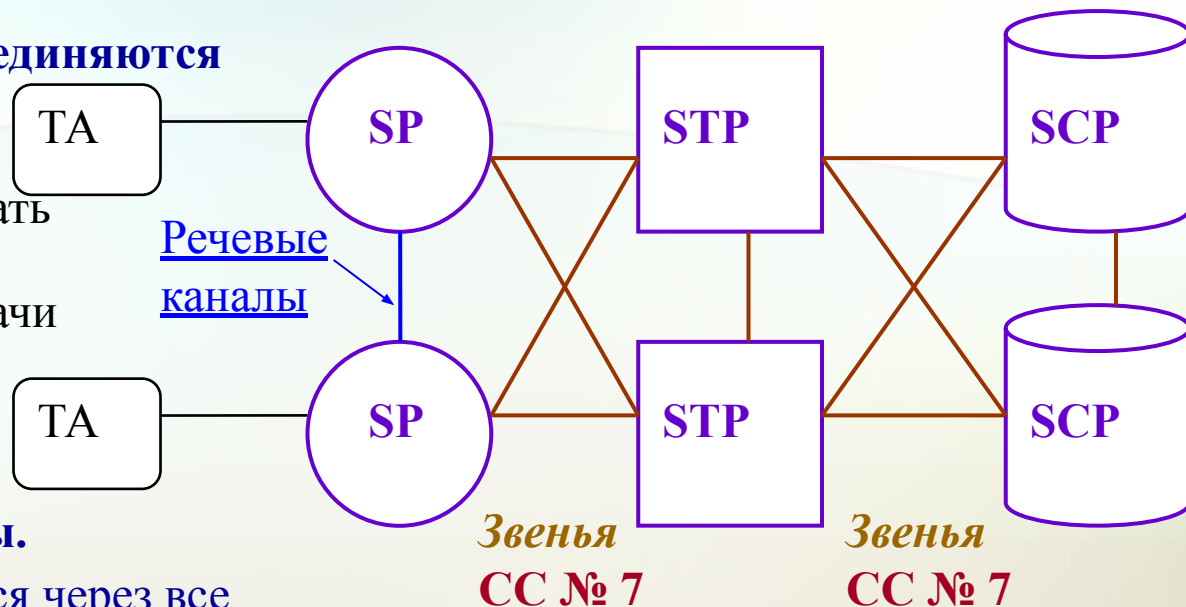
2. *Звенья* между пунктами сигнализации также объединяются в пары.

3. Трафик распространяется через все звенья, включая пучки звеньев.

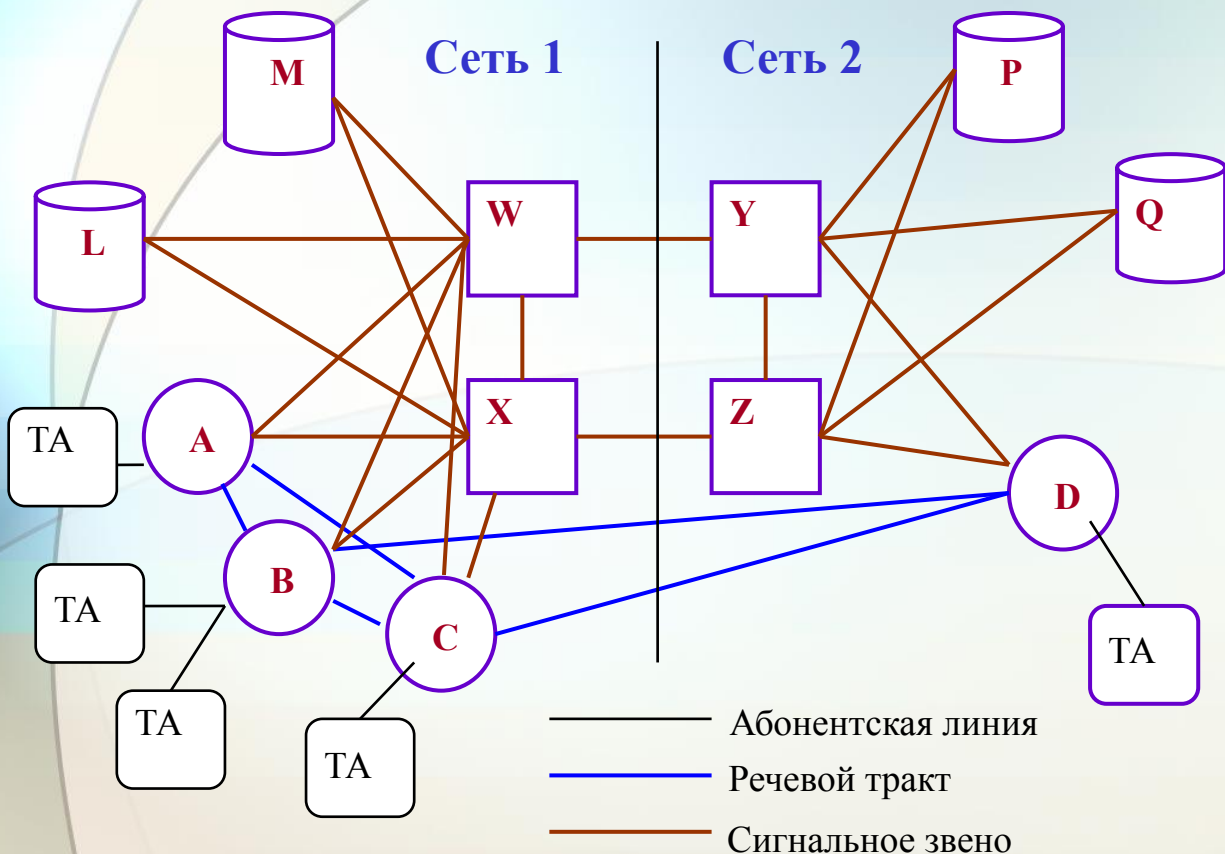
Если одна из связей разрушается, сигнальная передача идет через другие звенья, включая пучки звеньев.

4. Протокол маршрутизации сигнального трафика в предусматривает обход конфликтных ситуаций, которые могут возникнуть в сигнальной сети между взаимосвязанными элементами.

5. Протокол СС № 7 обеспечивает как исправление ошибок, так и способность повторной передачи, обеспечивая непрерывность услуги в случае нарушения связи.



# Пункты сигнализации. Основная сигнальная архитектура



1. STP W и X выполняют идентичные функции. Они избыточны. Вместе они называются соединенной парой STP. Аналогично STP Y и Z формируют соединенную пару.

2. Каждый SP имеет два звена (или комплект звеньев), по одному для каждой соединенной пары STP. Вся сигнализация **СС № 7** в остальной части сети осуществляется по этим звеньям.

Поскольку STP, объединенные в пару, избыточны, сообщения посылаются по эквивалентным звеньям.

3. Соединенные пары STP образуются звеном (или комплектом звеньев).

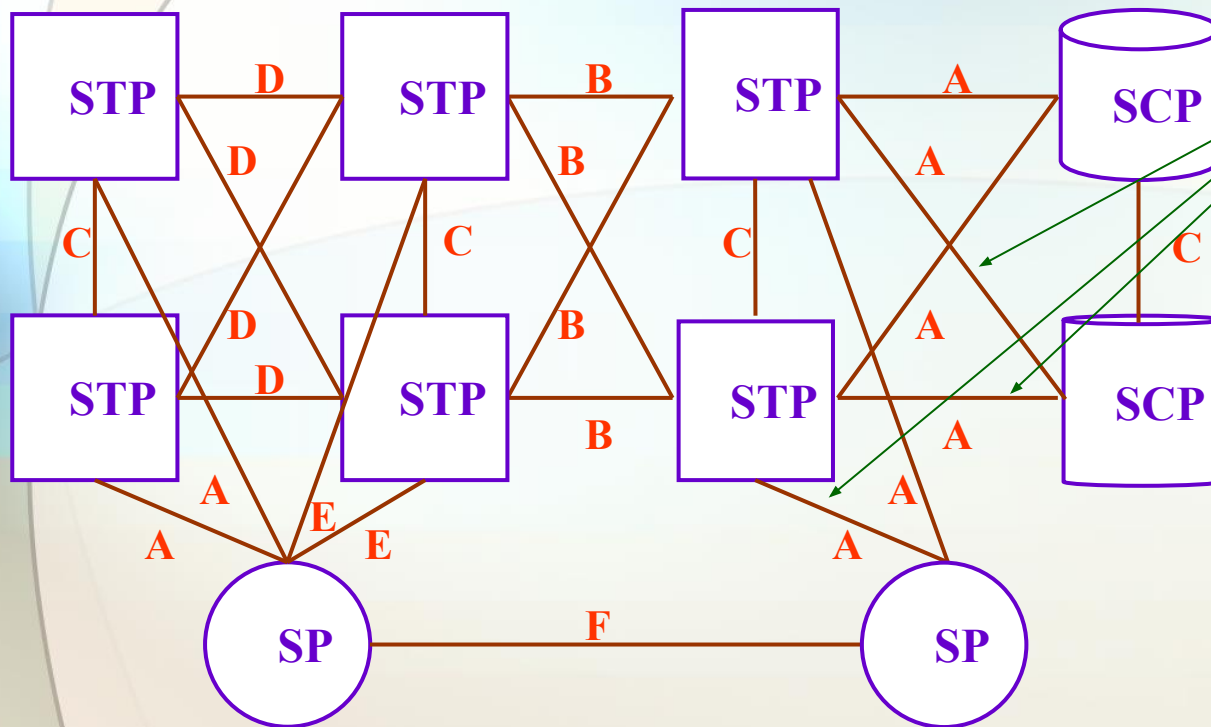
4. Две соединенные пары STP взаимосвязаны четырьмя звеньями (или комплектами звеньев). Эти связи называются четверкой.

5. SCP обычно (хотя и не всегда) образуют пары. Как и STP соединенные пары SCP будут функционировать идентично. Пары SCP также называются соединенными парами. *Следует иметь в виду, что они непосредственно не соединяются парой звеньев*.

6. Сигнальные архитектуры, которая использует косвенные маршруты сигнализации между сетевыми элементами, обеспечивают квазисвязанную сигнализацию.

# Сигнальные звенья. Типы звеньев СС № 7

Сигнальные звенья СС № 7 характеризуются согласно их использованию в сигнальной сети.



**Звенья А** соединяют STP с SP или с SCP, которые вместе являются конечным пунктом сигнализации (“А” – доступ).

**Звенья А** используются для доставки сигналов к (или от) конечным пунктам сигнализации

Рисунок – Типы сигнальных звеньев

Сигнализация того, что из SP или SCP должно быть послано сообщение в любой другой узел, передается по любому из **звеньев А** в домашний STP, который, в свою очередь, обрабатывает или распределяет сообщения.

Аналогично, сообщения, предназначенные для SP или SCP распределяются в одном из домашних STP, который перешлет их адресуемому узлу по его **звену А**.

# Сигнальные звенья . Типы звеньев СС № 7

Звенья С – звенья, которые соединяют взаимосвязанные STP (“С” – пересечение). Они предназначены повышать надежность сигнальной сети в случаях, где одно или несколько звеньев недоступны.

Звенья В, звенья D и звенья В/D объединяют в две соединенные пары STP.

Их функцией, независимо от их названия является перенос сигнальных сообщений от начальной точки входа в сигнальную сеть к месту назначения.

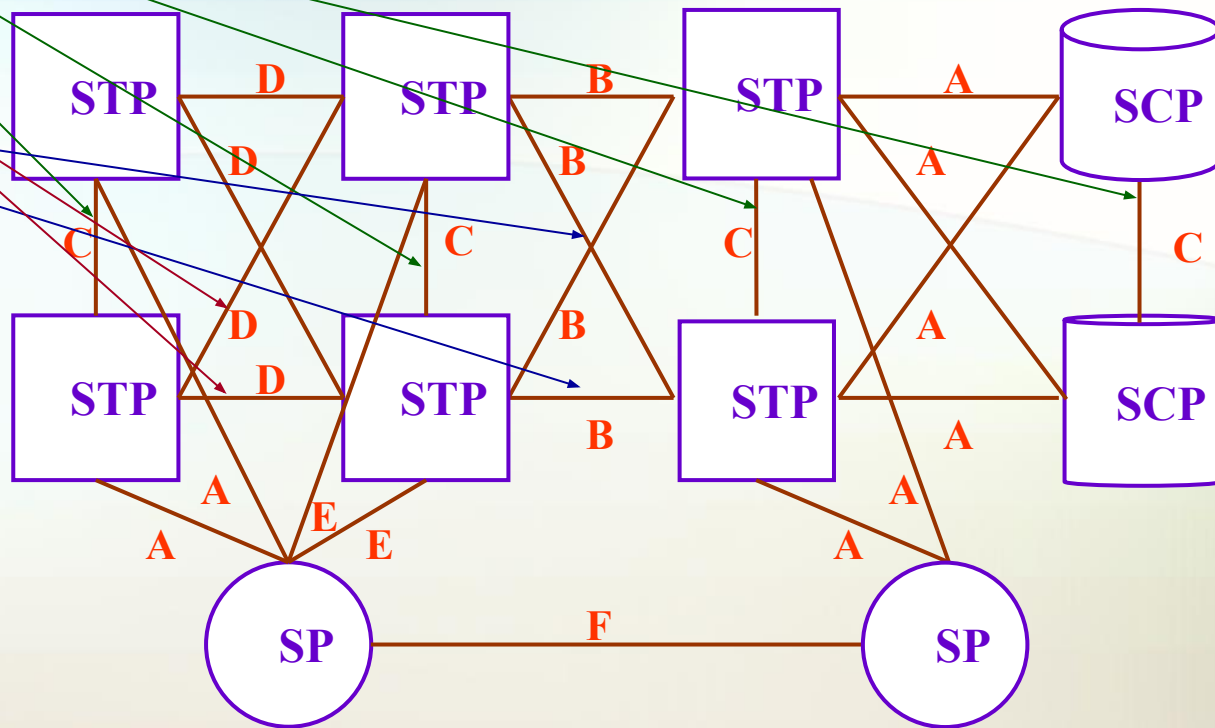


Рисунок – Типы сигнальных звеньев

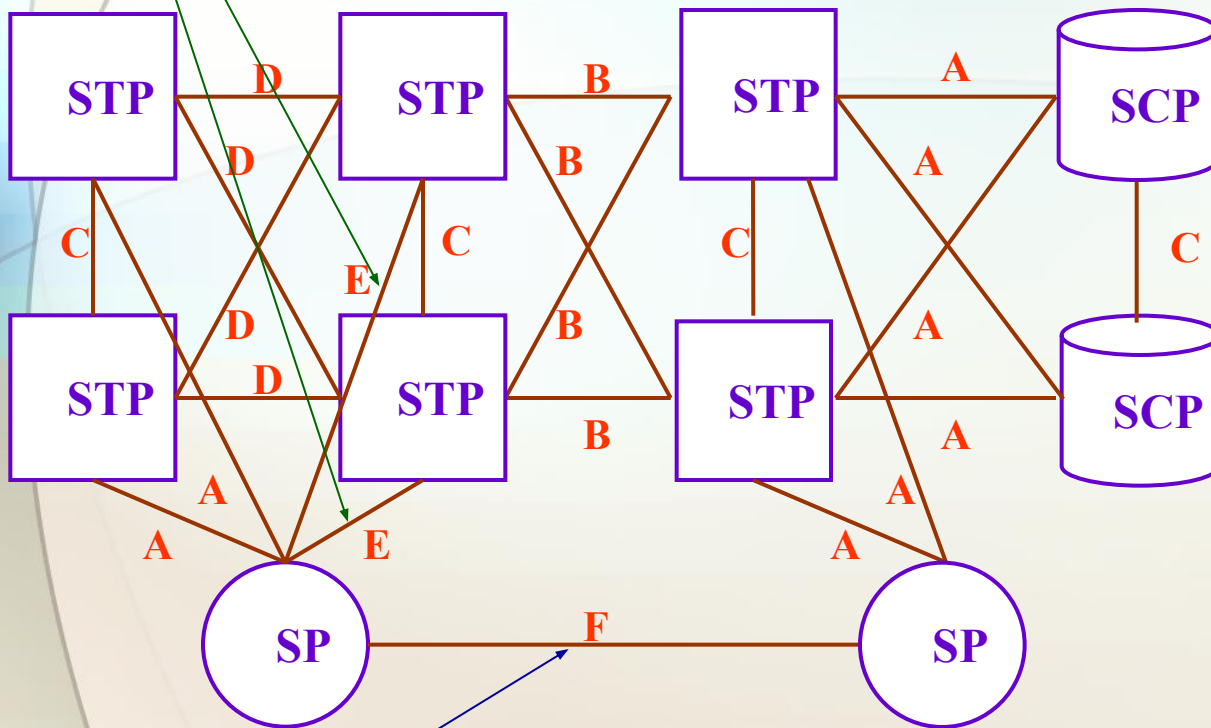
“В” – мост, и описывает четверку звеньев, соединенных в одинаковые пары STP.

“D” – диагональ, и описывает четверку звеньев, образующих соединенные пары STP на других иерархических уровнях.

Поскольку нет ясной иерархии, связанной с соединением между сетями, взаимосвязанные звенья называются также В, D или В/D-звенья.

# Сигнальные звенья . Типы звеньев СС № 7

Звенья Е. При подключении **SP** к своей домашней **паре STP** - *комплект звеньев* повышенная надежность может быть обеспечена добавлением дополнительного комплекта звеньев ко второй **паре STP**. Эти звенья называются Е - звенья (“Е” – расширенные) и обеспечивают резервную связность в сети **СС № 7** в случае, если домашние **STP** не могут быть достигнуты через *звенья*.



Если сеть **СС № 7** включает **А, В/Д** и **С-звенья**, **звенья Е** могут или не могут применяться на усмотрение сетевого провайдера.

Решение, развернуть ли звено Е, может быть принято при сравнении стоимости развертывания с повышением надежности.

Рисунок – Типы звеньев

Звенья F (“F” – полностью связанные) – звенья, которые непосредственно соединяют два конечных пункта сигнализации. *Звенья F допускаются только в связанной сигнализации.* Поскольку они затрагивают характеристики безопасности, предусмотряемые STP, звенья F обычно не развертываются между сетями. Их использование в пределах индивидуальной сети – на усмотрение оператора сети.

# Сигнальные единицы

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	<i>SIO</i>	Рез.	<b><i>LI</i></b>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	от 2 до 272	8	2	<b>6</b>	1	7	1	7	8
бит	бит	байт	бит	бита	<b>бит</b>	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Значащая сигнальная единица (MSU)

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	Рез.	<b><i>LI</i></b>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	8 или 16 бит	2	<b>6</b>	1	7	1	7	8
бит	бит	(1 или 2 байта)	бита	<b>бит</b>	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Сигнальная единица состояния звена (LSSU)

<i>F</i>	<i>CB</i>	Рез.	<b><i>LI</i></b>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	2	<b>6</b>	1	7	1	7	8
бит	бит	бита	<b>бит</b>	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Заполняющая сигнальная единица (FISU)

Величина поля "**Индикатор длины**" (**LI**) определяет тип сигнальной единицы:

**0** – **ЗСЕ/FISU**;                      **1...2** – **СЕСЗ/LSSU**;                      **3...63** – **ЗнСЕ/MSU**.

**6**-битовый **LI** может иметь значения от 0 до 63. Если количество байт, которое следует за LI и предшествует CRC менее чем 63, LI запоминает это число. В противном случае, LI устанавливается на 63. **LI 63** указывает, что длина сообщения равняется или больше чем 63 байта (вплоть до максимума 273 байта). **Максимальная длина СЕ/SU – 279 байт: 273 байт (данные) + 1 байт (флаг) + 1 байт (обратный порядковый номер(BSN) + обратный бит-индикатор (BIB)) + 1 байт (прямой порядковый номер (FSN) + прямой бит-индикатор (FIB)) + 1 байт (LI + 2 бита резерв) + 2 байт (CRC)**.

## Сигнальные единицы

Между пунктами *сети СС № 7* информация передается с использованием пакетной коммутации. При этом по каналам сети сигнализации реализуется обмен кадрами (пакетами) переменной длины, названными сигнальными единицами (CE/SU – Signal Unit). В соответствии с рекомендацией МСЭ Q.703 различают.

1. *Значащие сигнальные единицы (ЗнCE/MSU – Message Signal Unit), предназначенны для переноса сигнальных сообщений, формируемых подсистемами-пользователями (от подсистемы управления соединением сигнализации (SCCP) и выше) подсистемы передачи сообщений (МТР).*

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	<i>SIO</i>	Рез.	<i>LI</i>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	от 2 до 272	8	2	6	1	7	1	7	8
бит	бит	байт	бит	бита	бит	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Значащая сигнальная единица (MSU)

*ЗнCE/MSU* осуществляет управление всеми вызовами, запросом и ответом базы данных, сетевое управление, и управление сетевыми эксплуатационными данными в поле сигнальной информации (SIF).

*ЗнCE/MSU* имеет метку маршрутизации, которая позволяет посылать информацию от начального пункта сигнализации к конечному через сеть.



# Сигнальные единицы

2. Сигнальные единицы состояния звена (**CEC3/LSSU** – *Link Status Signal Unit*), применяются для контроля состояния звена сигнализации, формируются на **третьем уровне МТР**.

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	Рез.	<i>LI</i>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	8 или 16 бит	2	6	1	7	1	7	8
бит	бит	(1 или 2 байта)	бита	бит	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Сигнальная единица состояния звена (LSSU)

**CEC3/LSSU** несет один или два байта информации о состоянии звена между пунктами сигнализации в каждом конце звена.

Состояние звена используется для управления выравниванием связи и указания состояния пункта сигнализации (например локальный простой процессора), удаленного пункта сигнализации.

# Сигнальные единицы

3. Заполняющие сигнальные единицы (ЗСЕ/FISU – Fill In Signal Unit), используются для синхронизации приемника и передатчика звена сигнализации и передаются при отсутствии ЗнСЕ/MSU и СЕСЗ/LSSU.

<i>F</i>	<i>CB</i>	Рез.	<i>LI</i>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	2	6	1	7	1	7	8
бит	бит	бита	бит	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Заполняющая сигнальная единица (FISU)

**ЗСЕ/FISU** передается непрерывно в сигнальные звенья обоих направлений, если другие сигнальные единицы не присутствуют. **ЗСЕ/FISU** несет только основную информацию уровня 2 МТР (например, распознавание получения сигнальной единицы удаленным пунктом сигнализации). Поскольку контрольная сумма контроля запроса соединения (CRC) вычисляется для каждой ЗСЕ/FISU, качество сигнального звена проверяется непрерывно обоими пунктами сигнализации в каждом конце звена.

(Примечание: в МСЭ-Т Японии качество связи проверяется непрерывной передачей байта флага, а не **ЗСЕ/FISU**; **ЗСЕ/FISU** посылаются только в заранее определенные временные интервалы (например один раз каждые 150 мс)).

# Сигнальные единицы

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	<i>SIO</i>	Рез.	<i>LI</i>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	от 2 до 272	8	2	6	1	7	1	7	8
бит	бит	байт	бит	бита	бит	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Значащая сигнальная единица (MSU)

## Флаг (F)

Флаг указывает начало новой CE/SU и подразумевает конец предшествующей CE/SU (или любой другой). Двоичная величина флага – 01111110.

Для исключения "ложных флагов", на уровне 2 МТР используется скремблирование.

Двойные флаги между сигнальными единицами удаляются.

## Обратный бит-индикатор (BIB)

BIB указывает обратное подтверждение удаленным пунктом сигнализации в случае переключения.

## Обратный порядковый номер (BSN)

BSN используется для подтверждения получения CE/SU удаленным пунктом сигнализации. BSN содержит порядковый номер CE/SU.

## Прямой порядковый номер (FSN)

FSN содержит порядковый номер CE/SU.

## Прямой бит-индикатор (FIB)

FIB используется при ошибочном восстановлении подобно BIB.

# Сигнальные единицы

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	<i>SIO</i>	Рез.	<i>LI</i>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	от 2 до 272	8	2	6	1	7	1	7	8
бит	бит	байт	бит	бита	бит	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Значащая сигнальная единица (MSU)

Для каналов с  $t_{\text{дост}} \leq 15$  мс

Когда **CE/SU** готова для передачи, пункт сигнализации увеличивает **FSN** на **1** (**FSN = 0...127**). Величина контрольной суммы **CRC** вычисляется и добавляется в начало сообщения. При получении сообщения удаленный пункт сигнализации проверяет **CRC** и копирует величину **FSN** в **BSN** следующего доступного сообщения, сформированного для передачи обратно в введенный пункт сигнализации.

Если **CRC** правильно, передается обратное сообщение.

Если **CRC** неправильно, удаленный пункт сигнализации указывает обратное подтверждение, переключая **BIB** до отправки обратного сообщения.

Когда начальный пункт сигнализации получает обратное подтверждение, он передает повторно все предыдущие сообщения, начиная с испорченного, указывая факт повторной передачи с помощью **FIB**.

Поскольку 7-битовые **FSN** могут принимать значения от 0 до 127, пункт сигнализации может послать вплоть до 128 сигнальных единиц прежде, чем потребовать подтверждения от удаленного пункта сигнализации. **BIB** указывает последнюю в последовательности **CE/SU**, получаемую правильно удаленным пунктом сигнализации. **BSN** подтверждает все прежде полученные **CE/SU**.

Например, если пункт сигнализации получает **CE/SU** с **BSN = 5**, сопровождаемую другой с **BSN = 10** (и **BIB** не переключается), последний **BSN** подразумевает успешное получение **CE/SU**, как правило, 6 из 9.

# Сигнальные единицы

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	<i>SIO</i>	Рез.	<i>LI</i>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	от 2 до 272	4+4	2	6	1	7	1	7	8
бит	бит	байт	бит	бита	бит	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Значащая сигнальная единица (MSU)

## Байт служебной информации (SIO)

Поле SIO в ЗнСЕ/MSU содержит **4-битовый указателем услуги**, **2-битовую область подуслуги** (подвида службы) и **резерв 2 бита**.

Область *подуслуги* содержит сетевой указатель (**00** – международная сеть, **01** – резерв для международной сети, **10** – междугородная сеть, **11** – местная сеть) и приоритет сообщения (**0...3**, **3** – самый верхний приоритет). Приоритет сообщения рассматривается только при условии перегрузки, не управляет порядком, в котором сообщения переданы. Низкоприоритетные сообщения могут отвергаться в течение периодов перегрузки. Приоритет сообщения проверки сигнальных звеньев выше, чем приоритет сообщения установки вызова.

Указатель услуги определяет пользователя **МТР**, этим самым допуская декодирование информации, содержащейся в SIF:

**3** – *SCCP*; **4** – *TUP*; **5** – *ISUP*; **6** – *DUP*.

**ЗСЕ/FISU** и **СЕСЗ/LSSU** не содержат SIO.

## Сигнальные единицы

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	<i>SIO</i>	Рез.	<i>LI</i>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	от 2 до 272	4+4	2	6	1	7	1	7	8 бит
бит	бит	байт	бит	бита	бит	бит	бит	бит	бит	

Сигнальная информация (параметры)	Тип сообщения 8 бит	Код идентификации канала (в пучке Тф. кан) 16 бит	Этикетка 32 бита
-----------------------------------	------------------------	--	---------------------

Рисунок – Значащая сигнальная единица (MSU)

<i>SLS</i> (резерв. зв.) 4 бита	Код исходящего <i>SP</i> 14 бит	Код входящего <i>SP</i> 14 бит
---------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

### Поле сигнальной информации (SIF)

SIF в ЗСЕ/MSU содержит метку маршрутизации и сигнальную информацию (например, **SCCP**, **TCAP**, и **ISUP**).

**В прямом направлении:** **IAM** – начальное адресное сообщение (код **01**);

**SAM** – последующее адресное сообщение (набор номера) (код **02**) и др.

**В обратном направлении:** **ACM** – абонент определен (код **06**);

**ANM** – ответ абонента (код **09**); **SUS** – приостановка соединения (код **0B**);

**RES** – возобновление соединения (код **0E**) и др.

**В обоих направлениях:** **REL** – освобождение (код **0C**); **RLC** – разъединение (код **10**) и др.

ЗСЕ/LSSU и ЗСЕ/FISU не содержат ни метку маршрутизации, ни SIO, так как они посылаются между двумя непосредственно связанными пунктами сигнализации.

## Сигнальные единицы

<i>F</i>	<i>CB</i>	<i>SIF</i>	<i>SIO</i>	Рез.	<i>LI</i>	<i>FIB</i>	<i>FSN</i>	<i>BIB</i>	<i>BSN</i>	<i>F</i>
8	16	от 2 до 272	8	2	6	1	7	1	7	8
бит	бит	байт	бит	бита	бит	бит	бит	бит	бит	бит

Рисунок – Значащая сигнальная единица (MSU)

### Проверочные данные (CB)

После окончания SIF в составе сигнальной единицы передаются 2 байта, содержащие проверочные данные (Check Bits, CB), обеспечивающие помехозащищенность обмена сигнальной информацией. CB содержит 16 бит, формируемых для обнаружения ошибок путем линейных преобразований над предыдущими битами ЗнСЕ.

# Свойства СС№7

## Достоинства:

1. ОКС № 7 универсальна как для аналоговых, так и для цифровых сетей связи различного назначения.
2. ОКС № 7 является гибкой и допускает модификации, пригодные для различных национальных сетей.
3. ОКС № 7 обеспечивает более высокую помехоустойчивость при передаче сигналов по каналам связи любой физической природы, в том числе и по спутниковым линиям связи с большим (до 1с) временем распространения сигнала.
4. ОКС № 7 обеспечивает предоставление абонентам качественно новых услуг электросвязи мирового уровня (мобильную связь стандартов GSM, MMT-450,900, услуги ISDN, IN).
5. ОКС № 7 обеспечивает передачу сигнальной информации не только в интересах установления соединений на сетях с коммутацией каналов и пакетов, но и в интересах функционирования автоматизированной подсистемы технического обслуживания, эксплуатации, административного управления, динамического управления сетью ОКС.

## Недостатки:

1. Задержки сообщений (механизмы накопления и очередей).
2. Усложнение системы обеспечения надежности из-за централизации функций и оборудования сетей.
3. Проблемы шлейфной проверки подготовленных к прокючению разговорных трактов при использовании несвязанной сети ОКС .
4. Значительная избыточность при ее использовании на местных сетях, что и определяет границы эффективного применения этих систем на международных и междугородных национальных сетях .



АКАДЕМИЯ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ОХРАНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.Е. Фисенко, С.Н. Шляпцев, Л.Н. Денисов

## СЕТИ СВЯЗИ

Курс лекций  
в четырех частях

Часть 4. Подсистемы сетей связи

Орел 2007

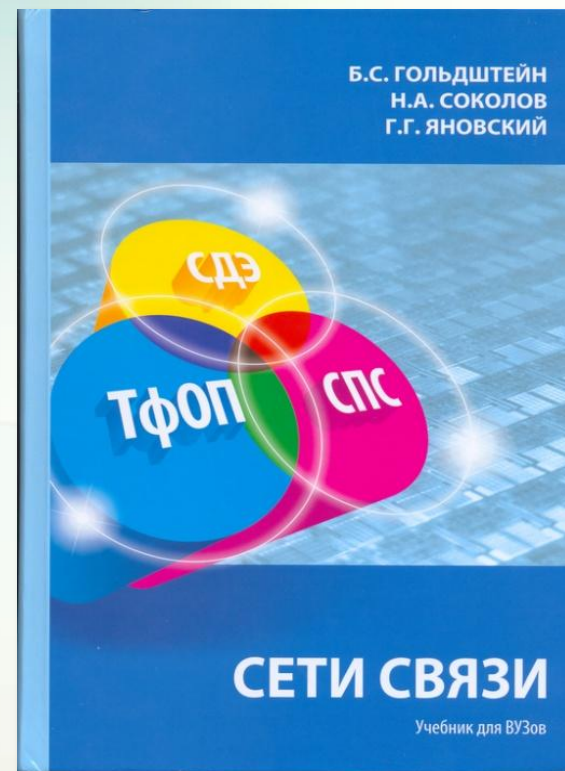
АКАДЕМИЯ СПЕЦСВЯЗИ

А.Е. Миронов, И.А. Саитов

## ПЛАНИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Учебное пособие

Орел 2004



### Список рекомендуемой литературы:

1. Сети связи: курс лекций. В 4 ч. Ч. 4: Подсистемы сетей связи / В. Е. Фисенко, С. Н. Шляпцев, Л. Н. Денисов. - Орел: Академия ФСО России, 2007. - С.62-74, 82-85.
2. Миронов, А. Е. Планирование и построение систем сигнализации цифровых сетей связи. [текст] / А. Е. Миронов, И. А.Саитов. - Орел : Академия Спецсвязи, 2004. - 216 с. (С. 29-118).
3. Гольдштейн, Б. С. Сети связи : учебник для ВУЗов [текст] / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 400 с. (- С.75-80).