



Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле



**СПРАВОЧНИК**  
ПО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ПРОТОКОЛАМ

---

**ОКС7: Подсистема МТР**

Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Перле

**Серия справочников  
«Телекоммуникационные протоколы ВСС РФ»**

# **Стек протоколов ОКС7 Подсистема МТР**

**Справочник**

Санкт-Петербург  
«БХВ-Петербург»

2014

УДК 621.395  
У66  
ББК 32.88

**Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле**

Стек протоколов ОКС7. Подсистема МТР. Справочник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 222 с.: ил.

**ISBN 978-5-9775-3385-0**

Справочник по подсистеме переноса сообщений МТР стека протоколов системы общеканальной сигнализации №7. Рассматриваются общие принципы и понятия, форматы и назначения полей сигнальных единиц, сетевые функции и функции сигнального звена, средства и процедуры тестирования протоколов МТР. Первый из серии справочников «Телекоммуникационные протоколы ВСС РФ».

***Справочник***

**ISBN 978-5-9775-3385-0**

© Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Рерле Р.Д., 2003, 2014

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>7</b>
<b>Глава 1. Общие принципы и понятия .....</b>	<b>10</b>
1.1 Общеканальная сигнализация в телефонии .....	10
1.2 Первые реализации ОКС7 .....	11
1.3 Модель взаимодействия открытых систем .....	12
1.4 Структура протоколов ОКС7 и модель OSI .....	16
1.5 Компоненты сети ОКС7 .....	23
1.6 Структура сети .....	27
1.6.1 Общие принципы .....	27
1.6.2 Структура российской сети ОКС .....	30
1.7 Формат сигнальных единиц .....	32
1.7.1 Типы сигнальных единиц .....	32
1.7.1.1 Заполняющие сигнальные единицы .....	33
1.7.1.2 Сигнальные единицы состояния звена .....	33
1.7.1.3 Значащие сигнальные единицы .....	34
1.8 Назначение полей сигнальных единиц .....	34
1.8.1 Флаг (F) .....	34
1.8.2 Проверочные биты (СК) .....	34
1.8.3 Индикатор длины (LI) .....	34
1.8.4 Порядковые номера (FSN, BSN) .....	35
1.8.5 Биты индикации направления (FIB, BIB) .....	36
1.8.6 Поле статуса (SF) .....	36
1.8.7 Байт служебной информации (SIO) .....	37
1.8.8 Поле сигнальной информации (SIF) .....	39
<b>Глава 2. Подсистема переноса сообщений (МТР) .....</b>	<b>44</b>
2.1 Функции подсистемы переноса сообщений .....	44
2.2 Уровень МТР2: функции сигнального звена .....	47
2.2.1 Разделение и фазирование сигнальных единиц .....	48

2.2.2	Обнаружение ошибок.....	49
2.2.3	Коррекция ошибок.....	50
2.2.3.1	Базовый метод коррекции ошибок.....	51
2.2.3.2	Метод превентивного циклического повторения.....	52
2.2.4	Начальное фазирование.....	53
2.2.5	Подсчет коэффициента ошибок сигнального звена.....	58
2.2.5.1	Подсчет коэффициента ошибок при передаче сигнальных единиц.....	58
2.2.5.2	Подсчет коэффициента ошибок при фазировании звена.....	58
2.2.6	Управление потоком.....	59
2.2.7	Выдержки времени уровня МТР2 для звена со скоростью 64 Кбит/с.....	60
2.3	Уровень МТР3: сетевые функции.....	61
2.3.1	Назначение.....	61
2.3.2	Функции обработки сигнальных сообщений.....	63
2.3.3	Функции эксплуатационного управления сетью сигнализации.....	68
2.3.3.1	Сигнальное звено.....	69
2.3.3.2	Сигнальный маршрут.....	70
2.3.3.3	Пункт сигнализации.....	71
2.3.4	Управление сигнальным трафиком.....	71
2.3.4.1	Процедура перевода трафика на резервное сигнальное звено.....	74
2.3.4.1.1	Процедура нормального перевода трафика на резервное звено.....	74
2.3.4.1.2	Процедура аварийного перевода трафика на резервное звено.....	77
2.3.4.1.3	Процедура перевода трафика на резервное звено, контролируемая выдержкой времени.....	78
2.3.4.2	Процедура возврата трафика на исходное звено.....	79
2.3.4.3	Процедура вынужденной ремаршрутизации.....	81
2.3.4.4	Процедура управляемой ремаршрутизации.....	82
2.3.4.5	Процедура перезапуска МТР.....	84
2.3.4.6	Процедура запрета доступа к сигнальному звену системой эксплуатационного управления.....	87
2.3.4.7	Процедура управления потоком сигнального трафика.....	92
2.3.5	Управление сигнальными звеньями.....	94
2.3.5.1	Процедура включения сигнального звена.....	96
2.3.5.2	Процедура восстановления сигнального звена.....	96
2.3.5.3	Процедура выключения сигнального звена.....	97
2.3.5.4	Процедура включения пучка сигнальных звеньев.....	97
2.3.5.5	Процедуры автоматического назначения сигнальных терминалов и звеньев передачи данных.....	98

2.3.5.5.1	Автоматическое назначение сигнальных терминалов .....	98
2.3.5.5.2	Автоматическое назначение звена передачи данных .....	99
2.3.6	Управление сигнальными маршрутами .....	101
2.3.6.1	Процедура запрещения переноса .....	102
2.3.6.2	Процедура разрешения переноса .....	104
2.3.6.3	Процедура ограничения переноса .....	106
2.3.6.4	Процедура проверки пучка сигнальных маршрутов .....	107
2.3.6.5	Процедура управляемого переноса .....	109
2.3.6.6	Процедура проверки перегрузки пучка сигнальных маршрутов.....	111
2.3.7	Выдержки времени для уровня МТРЗ .....	112
2.4	Тестирование сигнального звена .....	114
2.5.1	Пример отказа и восстановления сигнального звена между исходящим и транзитным пунктами сигнализации.....	118
2.5.1.1	Отказ сигнального звена .....	118
2.5.1.2	Восстановление сигнального звена .....	119
2.5.2	Пример отказа и восстановления транзитного пункта сигнализации.....	120
2.5.2.1	Отказ транзитного пункта сигнализации .....	120
2.5.2.2	Восстановление транзитного пункта .....	121

## **Глава 3. Тестирование протоколов МТР ..... 122**

3.1	Основные принципы тестирования .....	122
3.1.1	Категории тестов .....	122
3.1.2	Тестовые спецификации .....	123
3.1.2.1	Структура рекомендаций по тестированию .....	123
3.1.3	Тестовые конфигурации .....	124
3.2	Принципы тестирования подсистемы МТР .....	124
3.2.1	Элементы тестовой среды .....	124
3.2.1.1	Принципы тестирования МТР1 .....	125
3.2.1.2	Принципы тестирования МТР2.....	125
3.2.1.2.1	Тесты соответствия уровня МТР2.....	125
3.2.1.2.2	Тесты совместимости МТР2.....	126
3.2.1.3	Принципы тестирования МТР3.....	127
3.2.1.3.1	Тесты соответствия МТР3 .....	127
3.2.1.3.2	Тесты совместимости МТР3.....	127
3.3	Тесты МТР2.....	128
3.3.1	Тестовая конфигурация и перечень тестов.....	128

3.3.2	Описание тестов совместимости MTP2.....	133
3.4	Тесты MTP3.....	142
3.4.1	Тестовые конфигурации.....	142
3.4.1.1	Конфигурация А.....	143
3.4.1.2	Конфигурация В.....	144
3.4.1.3	Конфигурация С.....	146
3.4.1.4	Конфигурация D.....	147
3.4.2	Перечень тестов MTP3.....	148
3.4.3	Описание тестов совместимости MTP3.....	154
<b>Глава 4.</b>	<b>Тестовое оборудование.....</b>	<b>195</b>
4.1	Принципы и архитектура аттестационного тестирования.....	195
4.2	Подход к тестированию.....	198
4.3	Платформа тестового оборудования SNT.....	199
4.3.1	Система СПАЙДЕР.....	200
4.3.1.1	Функции системы СПАЙДЕР.....	200
4.3.1.1.1	Мониторинг состояний.....	200
4.3.1.1.2	Статистика функционирования сети ОКС7.....	201
4.3.1.1.3	Статистика функционирования разговорных каналов.....	201
4.3.1.1.4	Трассировка вызовов.....	201
4.3.1.1.5	Генерация CDR/TDR.....	202
4.3.1.1.6	Декодирование и анализ сообщений.....	202
4.3.1.1.7	Обнаружение фактов несанкционированного использования ресурсов сети.....	203
4.3.2	Многопортовый анализатор протоколов SNT-7531.....	203
4.3.3	Компактный анализатор SNTlite.....	210
4.4	Сетевые аспекты мониторинга ОКС7.....	211
	<b>Список сокращений.....</b>	<b>214</b>
	<b>Литература.....</b>	<b>222</b>

# Предисловие

«Этим полукреслом мастер Гамбс начинает новую партию мебели...». Если бы авторы настоящего справочника не прочитали в детстве эту фразу, они все равно начали бы примерно так данную книгу. Потому, в частности, что она открывает серию, в которой задумано именно 12 справочников. Этот набор обусловлен текущим состоянием процесса конвергенции сетей связи. Впрочем, новые революционные изменения в инфокоммуникационной индустрии вполне могут еще более усложнить задачу.

А началось все в 80-х годах прошлого века, когда в мировых телекоммуникациях стали стремительно развиваться новые технологии – ISDN, мобильная связь, Интеллектуальная сеть, IP-телефония и др. Каждая из этих технологий была нацелена на решение определенных задач, которые вместе революционно преобразили современные телекоммуникации. О каждой из них сказано и написано достаточно много. Однако в большинстве публикаций ничего (или почти ничего) не говорится о том, что же дало возможность в короткий срок полностью изменить облик телекоммуникационного пространства. Что позволяет взаимодействовать разнородным телекоммуникационным сетям, и какие механизмы при этом используются для управления соединениями и для передачи пользовательских данных?

Ответ на вопрос читатель уже знает из названия нашего справочника. Это протоколы сигнализации, которые зачастую незаслуженно остаются в тени. Лидирующие позиции среди них занимает стек протоколов системы общеканальной сигнализации №7 (ОКС7), объединяющей телефонные сети всего мира в единую структуру и позволяющей их узлам совместно использовать общесетевые ресурсы. Эта же система обеспечивает и взаимодействие телефонных сетей общего пользования (ТФОП) со всеми телекоммуникационными сетями других типов, составляющими основу сети следующего поколения NGN (Next Generation Network).

Без ОКС7 сегодня невозможно представить себе ТФОП, ISDN, Интеллектуальную сеть, сети подвижной связи с их роумингом, эксплуатационное управление коммутационными узлами из единого центра и многое, многое другое. Отсюда и справедливость известного тезиса: хочешь быстрее узнать все о телекоммуникациях – изучай ОКС7.



Сложность многоуровневой иерархии стека протоколов ОКС7 – одна из причин того, что лишь немногие специалисты достаточно глубоко знакомы с их работой. Другой причиной является недостаток информации об ОКС7, особенно, – на русском языке. Доступная информация довольно скудна, разрознена и изложена, зачастую, недостаточно ясно. Международные и национальные стандарты, определяющие используемые в ОКС7 протоколы, были разработаны для столь узко специализированных групп специалистов, что остаются сложными для понимания. С неудовлетворенной информационной потребностью разработчиков и эксплуатационного персонала авторы сталкивались неоднократно в процессе разработки функций ОКС7 при внедрении разнообразного телекоммуникационного оборудования в отечественных телефонных сетях. Именно поэтому и была задумана целая серия справочников, основанных на спецификациях Международного союза электросвязи (ITU-T), Европейского института стандартизации в телекоммуникациях (ETSI) и российских национальных спецификациях.

Данный справочник, будучи первым в серии справочников о системе ОКС7, посвящен подсистеме переноса сообщений МТР, образующей нижние уровни этой системы. Именно подсистема МТР предоставляет разным сетям связи, использующим ОКС7, уникальные по надежности средства доставки сообщений, сохраняющие работоспособность при отказах отдельных элементов сети. Российские спецификации МТР отличаются от международных очень незначительно, поэтому их особенности в специальный раздел не вынесены, а соответствующая информация приводится непосредственно в тексте.

Стандарты, несмотря на их сложность, были и остаются наилучшим источником получения детальной информации. Тем не менее, этот справочник нацелен на то, чтобы дать те сведения, которые стандарты дают не всегда: кроме детального описания форматов всех сообщений и параметров, авторы, по возможности, кратко, объясняют, когда и почему применяется то или иное сообщение или процедура. Материал носит справочный характер и систематизирован, большей частью, в виде таблиц и рисунков. Чтобы помочь инженеру, эксплуатирующему ОКС7, самостоятельно решать непростые задачи, возникающие при стыковке со встречными коммутационными системами, приводятся принципы тестирования подсистем ОКС7, перечень тестов для проверки правильности реализации протоколов МТР и требования к тестовому оборудованию.

Первая глава справочника является вводной и содержит сведения об архитектуре системы ОКС7, о структуре сети ОКС и ее компонентах, о форматах сигнальных единиц. Здесь затрагиваются аспекты эволюции телефонных систем сигнализации и взаимосвязь архитектуры ОКС7 с Моделью взаимодействия открытых систем OSI. Вводятся понятия пункт сигнализации, сигнальное звено, пучок сигнальных звеньев и сигнальный маршрут. Объясняется необходимость иметь сигнальные единицы трех типов (FISU, LSSU и MSU) и рассматриваются случаи их использования.

Во второй главе описаны функции и процедуры подсистемы МТР. Перечислены задачи каждого из функциональных уровней подсистемы. Детально рассмотрены случаи применения процедур эксплуатационного управления сетью ОКС7 и форматы сообщений, используемых в каждой процедуре.

Третья глава посвящена тестированию протоколов ОКС7, в частности, подсистемы МТР. Разъясняется область применения разных групп тестов, а для подсистемы МТР приводится перечень тестов взаимодействия, причем для каждого теста даны диаграммы последовательности ожидаемых сообщений и перечень необходимых проверок.

В четвертой, заключительной главе приводятся требования к оборудованию для тестирования ОКС7 и описываются функциональные возможности ставшего стандартом де-факто отечественного протокол-тестера SNT-7531, пришедшего на смену известному анализатору STA-7. Изменение названия прибора связано с тем, что тестирование стека протоколов ОКС7 дополнено тестированием протоколов V5, H.323 и DSS1. Первые цифры в названиях всех тестируемых протоколов и определили название прибора. Естественной эволюцией SNT-7531 явилась система распределенного мониторинга сетей ОКС7 – СПАЙДЕР, которая, кроме стандартных функций SNT-7531, обеспечивает дистанционное наблюдение за элементами сети ОКС7, передачу информации в центр эксплуатационного управления для отображения состояния каждого из них в реальном времени и сбор статистических данных о функционировании сети ОКС7 в целом. Впрочем, вопросам сетевого мониторинга ОКС7 планируется посвятить отдельный справочник.

# Глава 1. Общие принципы и понятия

## 1.1 Общеканальная сигнализация в телефонии

С начала 80-х годов телефонная сеть общего пользования (ТФОП) эволюционировала от простой сети, обеспечивающей передачу речи и имеющей ограниченные возможности передачи данных, к транспортному средству, обладающему интеллектом, высокой пропускной способностью и возможностью быстрого восстановления при аппаратных отказах. Стимулом к модернизации ТФОП послужило стремление телекоммуникационных операторов эффективно управлять сетью и увеличивать её пропускную способность как можно более экономичным образом. Эта модернизация заложила основу новых услуг, таких как услуги ISDN, Интеллектуальной сети (ИС) и др.

Для поддержки внеполосной сигнализации между станциями в Bell Laboratories была разработана система общеканальной межстанционной сигнализации, первоначально называвшаяся *common channel interoffice signaling (CCIS)*. Она служила средой, общей для всех соединительных линий, отсюда и термин *общеканальная*. В середине 80-х годов к этой среде были подключены сетевые базы данных; таким образом, сигнализация перестала быть только межстанционной, из аббревиатуры CCIS была удалена буква I, и концепция получила название *общеканальной сигнализации (CCS или ОКС)*.

Сложилось так, что в общеканальную сигнализацию входят протоколы двух разных типов: (1) протоколы взаимодействия АТС с базами данных, эволюционировавшие от простых сообщений запроса/ответа при преобразовании номера к независимым от услуг протоколам, поддерживающим множество функций ИС [1], и (2) протоколы, посредством которых АТС обмениваются сигнальной информацией, необходимой для управления соединениями [2]. По отношению к протоколам второго типа полезно отметить, что в системе общеканальной сигнализации привычное (и характерное для старых систем сигнализации) разделение сигналов

на регистровые и линейные, если и существует, то разве лишь по традиции, поскольку *все без исключения сигналы* передаются в ней одинаковым образом – в виде *сигнальных сообщений* – и воспринимаются одними и теми же устройствами.

Функциональная архитектура системы ОКС7 является многоуровневой, причем функции нижних уровней, которые вместе обеспечивают перенос сигнальных сообщений от станции-отправителя к станции-получателю, образуют платформу, необходимую во всех вариантах использования системы, тогда как функции более высоких уровней, в каждом таком варианте специфические, выполняются соответствующими подсистемами, являющимися пользователями этой платформы. В частности, при использовании в ТФОП и ISDN названная платформа дополняется «сверху» подсистемой-пользователем ISUP, а также (если требуется) подсистемой управления сигнальными соединениями SCCP, которая необходима для образования в сети ОКС7 виртуальных соединений с целью переноса через эту сеть информации, вообще говоря, не только сигнальной. Другие прикладные подсистемы, входящие в стек протоколов ОКС7 (TCAP, OMAP, INAP, MAP и другие), обеспечивают потребности эксплуатационного управления сетью ОКС, обмен служебной информацией между узлами управления услугами и узлами коммутации услуг ИС, роуминг в сетях GSM и многое другое. Все эти протоколы (и не только они) рассматриваются в отдельных справочниках данной серии.

Система общеканальной сигнализации является открытой – она позволяет, по мере необходимости, вводить в нее новые подсистемы и прикладные протоколы. Архитектурные принципы системы ОКС7 оказались настолько удачными, что на протяжении уже почти 20 лет не удалось создать более эффективной и универсальной системы сигнализации. Напротив, система ОКС7 стала мировым стандартом, который находит всё новые и новые области применения, такие как широкополосные сети, сети IP-телефонии и др.

## 1.2 Первые реализации ОКС7

Предшественница ОКС7 – система сигнализации ОКС6 – была разработана AT&T в 1970-х годах. Преимущества коммутации с программным управлением позволили создать наложенную сеть сигнализации, а, в сущности, – сеть передачи данных, по которой можно передавать сложные сигнальные сообщения, куда более информативные, чем внутриполосные частотные сигналы, которые информировали только о занятии, о завершении установления соединений, о номере вызываемого абонента и т.п. При первом применении ОКС6 для нее использовались каналы междугородной сети США со скоростью передачи данных 2,4 Кбит/с, позднее скорость была увеличена до 4,8 Кбит/с. Сигнальная информация передавалась в форме блоков данных, которые имели постоянную длину 28 битов и могли переносить 12 различных сообщений.

Система ОКС7 явилась дальнейшим развитием принципов, зарекомендовавших себя в ОКС6. В отличие от предшественника, ОКС7 использует блоки данных переменной и намного большей (хотя и ограниченной) длины, что значительно увеличивает функциональные возможности системы. Кроме того, в ОКС7 используются каналы со скоростью передачи 64 Кбит/с, что делает эту систему существенно более быстродействующей, чем ОКС6.

Шведская Администрация связи провела опытную эксплуатацию ОКС7 в 1983 году. То же самое в начале 1980-х годов было проделано в Великобритании и Франции. Компания MCI WorldCom впервые внедрила ОКС7 в апреле 1988 года в Лос-Анджелесе и Филадельфии, сократив при этом вдвое время установления соединений в направлении Филадельфия – Лос-Анджелес. Сокращение времени занятия разговорных каналов за счет удаления из них сигналов управления соединениями позволило оператору обслуживать больше вызовов при том же количестве межстанционных трактов.

Активизация использования ОКС7 в Европе относится ко времени построения сетей GSM, в которых при роуминге коммутатор «гостевой» сети должен обращаться к опорному регистру (HLR, home location register) «домашней» сети абонента, хранящему данные об этом абоненте. Позднее, после начала работы в ИТУ-Т над стандартизацией Интеллектуальных сетей, возможности системы ОКС7 стали широко использоваться для поддержки взаимодействия между АТС с функциями коммутации услуг (SSP, service switching point) и узлом управления услугами (SCP, service control point).

Удачные архитектурные решения и красноречивые результаты эксплуатации сети общеканальной сигнализации ОКС7 привели к тому, что она стала крупнейшей в мире сетью передачи данных, которая объединяет телефонные сети региональных и национальных операторов, операторов сетей GSM и сетей ИС, обеспечивая при этом взаимодействие с сетями VoIP.

Как было упомянуто, система сигнализации ОКС7 представляет собой многоуровневый протокол передачи данных, созданный с целью обеспечить сигнализацию в телефонных сетях. Но прежде чем рассматривать уровни модели системы ОКС7, целесообразно рассмотреть Модель взаимодействия открытых систем.

### **1.3 Модель взаимодействия открытых систем**

Существование нескольких физических сред, которые можно использовать для передачи данных, и многообразие вычислительных устройств, на базе которых создано оборудование различных сетей, послужило причиной создания большого числа протоколов для связи между ними.

Для облегчения процесса разработки спецификаций и возможности многократного использования однажды реализованных процедур была разработана модель того, как все функции протокола должны быть разделены на отдельные уровни. Основным принципом, положенным в основу модели, состоит в том, что каждый уровень содержит заданную группу функций, предоставляющих следующему уровню строго определенный набор услуг. Упорядоченный набор отдельных протоколов, используемых всеми уровнями, образует общий протокольный стек (или профиль). Модель взаимодействия открытых систем (OSI, Open system interconnection) была формализована Международной организацией по стандартизации (ISO, International standard organisation) и опубликована в 1982 году. Модель предложила процедуры и механизмы создания стеков протоколов для взаимодействия больших вычислительных машин с различного рода периферийным оборудованием. Модель была создана уже после разработки несовместимых между собой стеков протоколов X.25, TCP/IP и ОКС7 и имела целью вобрать в себя все лучшее на момент создания.

Модель разделяет все действия протокола по предоставлению услуг, связанных с передачей данных приложения, на две большие группы функций. Приложение, или иначе прикладной процесс, является пользователем протокола и использует его услуги для передачи данных по сети к удаленному приложению. Каждая группа функций должна иметь стандартные интерфейсы для предоставления своих услуг вышестоящим группам и использования услуг, предоставляемых расположенными ниже группами функций.

Функции верхних уровней подготавливают данные, поступающие от приложения, для передачи по сети. Эти функции реализуются протоколами, которые являются уникальными для использующих их приложений. Разные приложения предъявляют разные требования к передаче данных по сети, и в задачу протоколов верхних уровней входит скрытие этих различий от протоколов, расположенных ниже.

Верхние уровни также обеспечивают надежность при транспортировке данных по сети из конца в конец. В их функции входят обнаружение и исправление ошибок передачи, а также сегментирование, порядковая нумерация и сборка блоков данных конкретного приложения.

Вторая группа функций предоставляет механизмы маршрутизации блоков данных по сети и их получения в пункте назначения. Эта группа не имеет доступа к адресам приложений, а лишь передает блоки данных от одного узла сети к другому, используя их физические и сетевые адреса. На этих уровнях имеются собственные средства сегментирования, контроля последовательности передачи и сборки пакетов в пункте назначения.

Разбиение всех функций передачи информации на уровни обеспечивает возможность сохранения неизменным протокола одного уровня при необходимости внесения изменений в протоколы смежных уровней. Смежные уровни внутри одной системы взаимодействуют по специальным протоколам, называемым примитивами. Модель OSI состоит из семи уровней.

Первый, физический уровень, отвечает за преобразование в битовый поток цифровых данных для переноса их по сети. Уровень задает механические и электрические характеристики передачи в соответствии с используемым физическим интерфейсом. Электрические характеристики включают в себя, главным образом, способ кодирования для передачи цифрового сигнала на большие расстояния и перечень аварийных сигналов, связанных с потерей сигнала или синхронизации. Физический уровень должен быть способен работать и управляться автономно вне зависимости от наличия вышестоящих протоколов.

Второй, уровень звена данных, отвечает за надежную передачу битового потока между двумя смежными устройствами в сети, используя для этой цели один из методов обнаружения и исправления ошибок и контроля последовательности передачи блоков данных. При приеме битового потока с физического уровня уровень звена данных выделяет из него блоки данных, используя в качестве их разделителя специальную битовую последовательность, не повторяющуюся более нигде внутри блока. Перед передачей к вышестоящему уровню данных, принятых от физического уровня, уровень звена данных удаляет из них управляющую информацию протокола, такую как физический адрес узла, порядковый номер и контрольную последовательность. При приеме данных с вышестоящего уровня управляющая информация добавляется к блокам данных перед передачей их на физический уровень. Восстановление работоспособности звена в случае аварии на физическом уровне и управление потоком блоков данных также входит в функции уровня звена данных.

Третий, сетевой уровень, отвечает за маршрутизацию пакетов данных, принятых от смежного узла. В пакетных сетях пакеты могут приходиться от разных узлов, и сетевой уровень определяет адрес пункта назначения и звено, которое следует использовать для доставки пакета в нужном направлении. В функции уровня входит передача пакетов данных от одной сети к другой. Для передачи пакетов из одной сети в другую используется адресация на сетевом уровне. Существуют два метода доставки пакетов к пункту назначения – с установлением виртуальных соединений и с использованием дейтаграмм.

Виртуальные соединения организуются посредством обмена специальными сообщениями перед фазой передачи блоков данных вышестоящего уровня. Виртуальные соединения позволяют избежать доставки сообщений в неправильной последовательности, обеспечивая прохождение всех сообщений по одному и тому же маршруту. В ряде случаев этот метод неэффективен и снижает надежность сети, так как перегрузка смежного узла вызывает задержку доставки пакетов, а при отказе звена сообщение теряется вследствие отсутствия резервных путей.

В дейтаграммном режиме фаза предварительного установления соединения отсутствует, и каждое сообщение содержит в своем составе как адресную информацию (адрес пункта назначения и пункта отправителя сообщения), так и информацию пользователя вышестоящего уровня. Использование дейтаграммного режима повышает эффективность использования сети, так как позволяет динамически изменять маршрутизацию пакетов в зависимости от состояния каналов и узлов. В случае перегрузки или отказа встречного узла исходящий узел маршрутизирует пакеты в обход недоступного направления. Однако в дейтаграммном режиме возможны случаи доставки пакетов в неправильной последовательности и потери пакетов, вследствие отсутствия функций повторной передачи, а функции восстановления потерянных данных должны быть возложены на вышестоящий уровень.

Управление сетью сигнализации также входит в функции сетевого уровня и обеспечивается посредством специальных сообщений, направляемых как к смежным, так и несмежным узлам для уведомления об отказе или перегрузке удаленных узлов или звеньев.

Четвертый, транспортный уровень, гарантирует надежную доставку всех переданных блоков данных приложения по сети из конца в конец. Уровень предназначен для дополнительного подкрепления надежности передачи, предоставляемой сетевым уровнем. Адресация на этом уровне состоит из точек доступа к услугам (SAP, service access point), представляющих собой логические адреса протоколов, занимающихся внутри узла обслуживанием передачи информации конкретных приложений.

Пятый, сеансовый уровень, отвечает за установление и выбор типа диалога (сеанса) между взаимодействующими логическими объектами (приложениями). Уровень управляет точками синхронизации, которые могут потребоваться, например, при передаче одним приложением нескольких файлов во время одного сеанса связи. В точке синхронизации передача останавливается для получения подтверждения о приеме с удаленного конца. Кроме того, в функции уровня входит запоминание точки остановки передачи, вызванной процедурами более высокого приоритета, и возобновление передачи с этого места.

Реализация функций транспортного и сеансового уровней в протокольном стеке обязательна, только если приложение использует услуги, ориентированные на установление виртуальных сигнальных соединений.

Шестой, уровень представления данных, определяет форматы (синтаксис) для передачи по сети данных различных типов. Эти форматы не обязательно должны совпадать с форматами, используемыми вышестоящими уровнями, например такими как ASCII или EBCDIC. Наиболее распространенным синтаксисом, используемым в телекоммуникационных прото-



колах на уровне представления, является язык абстрактных описаний (ASN.1, abstract syntax notation), который подобен синтаксису языка Pascal и предназначен для определения независимого от кодирования блоков данных вышестоящего уровня.

Седьмой, прикладной уровень, является интерфейсом между приложением и самой моделью. На этом уровне производятся первичные действия по подготовке информации для передачи по сети, включающие идентификацию получателя информации и его доступность.

Необходимость реализации некоторых функций модели OSI в системе ОКС7 отсутствует, вследствие чего они не определены стеком протоколов системы. Протоколы, используемые в модели ОКС7, уточнялись и апробировались на протяжении многих лет с целью увязки со специфическими требованиями операторов телефонных сетей, что объясняет ее отличие от модели OSI. Несмотря на эти отличия, система ОКС7 зарекомендовала себя в качестве высоконадежного протокола пакетной передачи данных для применения в цифровых телефонных сетях с временным разделением каналов, и развивается в направлении поддержки услуг, использующих другие технологии, такие как АТМ и TCP/IP.

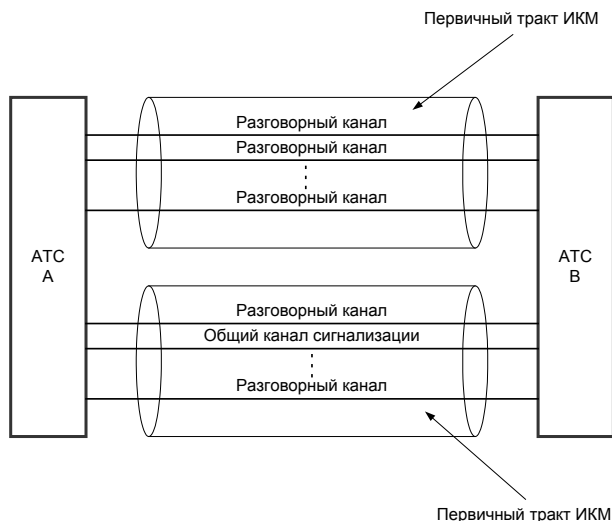
## 1.4 Структура протоколов ОКС7 и модель OSI

Функции управления коммутацией в телефонной сети выполняют программные средства управляющих комплексов станций этой сети, что позволяет реализовать предоставление пользователям услуг связи как совокупность действий, которые выполняют прикладные процессы, распределенные по станциям сети, а система сигнализации представляет собой платформу, необходимую для поддержки информационного обмена между этими прикладными процессами.

ОКС7 – это такая система сигнализации, при которой информация управления установлением соединения (сигнализация) для всех разговорных каналов и/или каналов передачи данных передается в виде блоков данных (сигнальных сообщений) по одному общему каналу сигнализации, который может быть организован в любом временном интервале (кроме нулевого) одного из первичных трактов ИКМ, входящих в пучок, соединяющий напрямую две взаимодействующие АТС (рисунок 1-1).

Общеканальная сигнализация может рассматриваться как особый тип передачи данных, специализированный для передачи сигнализации и информационного обмена между процессорами узлов связи различного назначения. Для обеспечения надежности, требуемой в телефонных сетях общего пользования, система ОКС7 обладает функциями обнаружения и коррекции ошибок, вызванных воздействием помех на средства передачи, и автоматической реконфигурации маршрутов в случае отказов сетевых элементов.

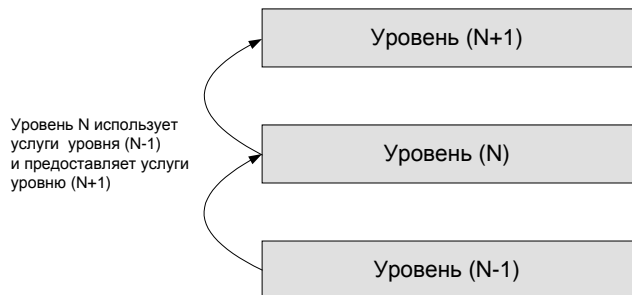
Рис. 1-1 Принцип общеканальной сигнализации



Как правило, для повышения надежности в другом ИКМ-тракте пучка, организуется резервный канал для передачи данных ОКС7. Все остальные временные интервалы системы передачи (кроме нулевых) при использовании ОКС7 могут быть задействованы для передачи речи или данных пользователя. Один канал ОКС7 может обслуживать около 4000 разговорных каналов.

Архитектура системы ОКС7 устроена так, что множество всех функций системы представлено в виде совокупности функциональных блоков (именуемых подсистемами), определенным образом взаимодействующих между собой и поддерживающих друг друга. Как и в семиуровневой модели, логическую связь между подсистемами ОКС7 можно представить в виде многоуровневой структуры, в которой N-й уровень предоставляет свои услуги (N+1)-му уровню, пользуясь при этом услугами, которые предоставляет ему (N-1)-й уровень (см. рисунок 1-2). Каждый уровень содержит вполне определенное множество функций и взаимодействует со смежными (сверху и снизу) уровнями через четко определенные интерфейсы. В одном уровне может размещаться несколько подсистем; одна подсистема может выполнять функции одного или нескольких смежных уровней.

Рис. 1-2 Принцип взаимодействия уровней

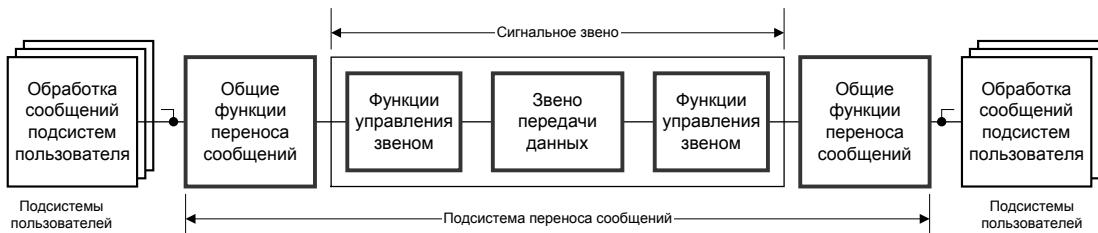


Первоначально спецификации ОКС7 базировались на требованиях управления телефонными каналами. Чтобы удовлетворить эти требования, система ОКС7 была специфицирована в четырех уровнях – подсистема переноса сообщений, охватывающая уровни 1-3, и подсистемы-пользователи, как уровень 4 (рисунок 1-3). Когда возникли новые требования, например, для обмена информацией с базами данных, система ОКС7 была расширена новыми функциями.

Основными подсистемами ОКС7 являются:

- подсистема переноса сообщений (MTP, Message transfer part);
- подсистемы-пользователи (UP, User part) услуг MTP.

Рис. 1-3 Функциональные уровни ОКС7

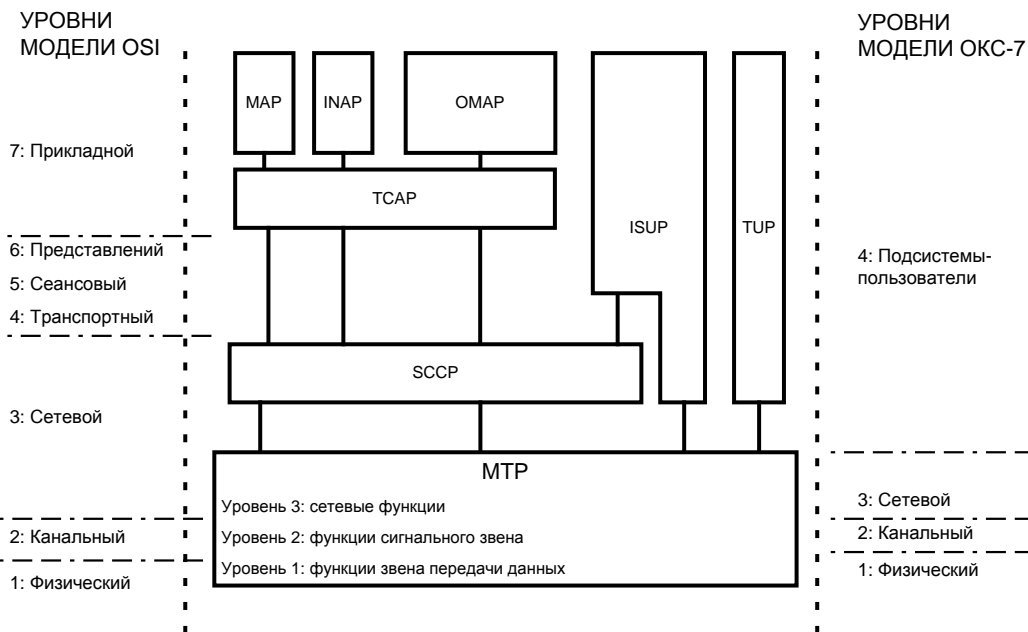


Подсистема MTP формирует и предоставляет услуги переноса сигнальной информации в виде сигнальных сообщений от пункта-отправителя через сеть ОКС к пункту-адресату. Пользователи услуг MTP – это подсистемы, которые, в свою очередь, предоставляют свои услуги либо подсистемам, расположенным выше, либо непосредственно пользователям системы ОКС7, каковыми являются разнообразные прикладные процессы узлов сети связи (это,

в частности, процессы управления коммутацией, процессы управления предоставлением тех или иных дополнительных услуг, процессы эксплуатационного управления и др.).

Система сигнализации ОКС7 построена по принципам, определенным рассмотренной в предыдущем разделе Моделью взаимодействия открытых систем. Однако уровни модели ОКС7 не полностью совпадают с уровнями модели OSI. В то время как модель OSI содержит семь уровней, модель ОКС7 содержит только четыре уровня. Функции, выполняемые этими четырьмя уровнями, определенным образом соотносятся с функциями семи уровней модели OSI. При этом некоторые из уровней, входящих в Модель взаимодействия открытых систем, не имеют смысла в модели ОКС7 и поэтому в ней не определены. Сопоставление двух моделей приведено на рисунке 1-4.

**Рис. 1-4 Сопоставление уровней модели OSI и уровней модели ОКС7**



Два первых уровня модели ОКС7 – звена передачи данных и сигнального звена – обеспечивают обмен сигнальной информацией между двумя смежными пунктами сигнализации, и их функции полностью совпадают с функциями физического уровня и уровня звена данных модели OSI.

Три нижних уровня модели ОКС7 образуют подсистему переноса сообщений МТР. Однако реализованный в подсистеме МТР третий, сетевой уровень, содержит не все функции сетевого уровня модели OSI. Для переноса сообщений по сети ОКС7 подсистема МТР использует дейтаграммный способ с эмуляцией работы по виртуальному каналу. Чтобы повысить надежность передачи сообщений по виртуальному каналу, сетевой уровень МТР предусматривает ремаршрутизацию сообщений при перегрузке или при отказе основного маршрута или смежного узла.

Для поддержки новых услуг (в том числе, услуг Интеллектуальной сети и мобильной связи) и для реализации недостающих функций сетевого уровня OSI в модель ОКС7 введена подсистема управления сигнальными соединениями (SCCP – Signaling connection control part). Подсистемы МТР и SCCP совместно образуют подсистему сетевых услуг (NSP – Network service part). Используя услуги МТР, подсистема SCCP обеспечивает организацию в сети ОКС7 виртуальных соединений и может предоставлять сетевые услуги, как ориентированные на такие соединения, так и не требующие их создания.

Возможности МТР в области адресации являются ограниченными, так как эта подсистема может направлять сообщения только в те логические точки пункта сигнализации, адреса которых указаны в четырехбитовом поле индикатора службы октета SIO. Таким образом, в пределах конкретного пункта сигнализации МТР имеет возможность распределять сообщения к любому из максимум 16 пользователей, что явно недостаточно. Подсистема SCCP имеет расширенные возможности, рассматривая всех своих локальных пользователей как подсистемы (обращение к которым происходит путем использования их номеров) и применяя при адресации сообщений совокупность кода пункта назначения с номером подсистемы. Для идентификации конкретного адреса может обеспечиваться вычисление кода пункта сигнализации и номера подсистемы из так называемого глобального адреса (GT, Global title).

Глобальный адрес может содержать телефонный или ISDN-номер, номер терминала сети передачи данных или номер любой другой специализированной сети.

Услуги вычисления (перевода) адресной информации из глобального адреса могут изменяться, например, в случае обращения к дублированным базам данных интеллектуальной сети. Там, где базы данных функционируют в режиме с резервированием, исходящей АТС неизвестно, какая именно из них в данный момент является рабочей. В этом случае запрос с глобальным адресом направляется в SCCP, ближайшей к необходимой паре баз данных и имеющей сведения об их статусе. Эта SCCP затем может дополнить (заменить) глобальный адрес на код пункта назначения и номер подсистемы той базы данных, которая активна в этот момент времени.

В дополнение к расширенным возможностям адресации подсистема SCCP предоставляет четыре различные по надежности класса обслуживания (режима доставки сообщений), которые могут быть затребованы вышестоящей подсистемой.

Такое разделение функций между двумя подсистемами оправдывается следующими соображениями. Во-первых, далеко не для всех протоколов сигнализации нужны расширенные функциональные возможности SCCP в отношении адресации и режимов повышенной надежности доставки сообщений. Во-вторых, благодаря выделению функций SCCP в отдельную подсистему оказалось возможным оптимизировать характеристики уровня 3 подсистемы MTP. Необходимость же применения SCCP вызвана тем, что многие приложения, использующие систему OKC7, не требуют одновременного установления речевой связи и использование для них подсистем-пользователей (например, TUP или ISUP) является неэффективным.

В системе OKC7 пока не специфицированы подсистемы, предоставляющие услуги, ориентированные на установление соединений, вследствие чего транспортный, сеансовый и прикладной уровни в том виде, в каком они определены в модели OSI, в модели OKC7 отсутствуют.

Четвертый уровень модели OKC7 образуют подсистемы-пользователи услугами MTP и/или SCCP, такие как:

- TUP (Telephone user part) – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию телефонной сети;
- DUP (Data user part) – подсистема-пользователь поддерживающая сигнализацию сети передачи данных;
- ISUP (ISDN user part) – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию телефонной сети, сети передачи данных и цифровой сети интегрального обслуживания (ISDN);
- TCAP (Transaction capabilities application part) – прикладная подсистема поддержки транзакций;
- B-ISUP (B-ISDN user part) – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию широкополосной ISDN (B-ISDN);
- MAP (Mobile application part) – прикладная подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию сетей подвижной связи стандарта GSM;
- INAP (Intelligent network application part) – прикладная подсистема Интеллектуальной сети;
- OMAP (Operation, maintenance and administration part) – прикладная подсистема эксплуатационного управления.

Подсистемы-пользователи и прикладные подсистемы получают от МТР услуги по доставке информации в сети. В частности, МТР предоставляет транспортную услугу без предварительного установления сигнального соединения, но с упорядоченной последовательностью передачи сообщений.

Подсистема ISUP предназначена для установления, поддержания и освобождения соединений в телефонных сетях и сетях ISDN с целью передачи речи и данных пользователя. Подсистема пришла на смену подсистемам TUP и DUP, которые предназначались для выполнения тех же задач, но индивидуально в телефонных сетях и в сетях передачи данных. Кроме управления соединениями и каналами, ISUP поддерживает предоставление основных и дополнительных услуг ISDN, таких как переадресация вызовов по различным условиям, передаче данных, видеоконференции и т.д.

Подсистема TCAP совместно с SCCP применяется при обмене транзакциями для запроса выполнения операций в удаленных базах данных. При этом подсистема SCCP предоставляет для TCAP услуги управления логическими соединениями сигнализации и возможности маршрутизации сообщений на основе логических адресов. В функции TCAP входит установление связи с удаленной базой данных, выполнение запроса операции, выборка данных из базы и их передача в сообщении TCAP в узел, инициировавший запрос.

Прикладная подсистема MAP (GSM 09.02) разработана институтом Европейским институтом по стандартизации в области связи (ETSI, European telecommunications standardisation institute). Протокол MAP используется совместно с TCAP и SCCP для обеспечения механизмов запроса и передачи информации идентификации и текущего местоположения абонента в сети GSM из базы данных одной сети в другую.

Подсистема INAP используется в Интеллектуальных сетях (IN) для поддержки взаимодействия между прикладными процессами исходящей АТС/АМТС с функциями узла коммутации услуг (SSP) и узлом управления услугами (SCP).

Подсистема OMAP также использует услуги TCAP и SCCP и предназначена для удаленного эксплуатационного управления узлами сети ОКС7 из одного центра.

Подсистема В-ISUP используется для установления, поддержания и освобождения широкополосных соединений в цифровых сетях интегрального обслуживания, основанных на принципах АТМ.

Первые стандарты ОКС7 были изданы МККТТ в 1980 году. До 1998 года все стандарты МККТТ издавались один раз в четыре года в виде одного сборника и назывались Желтая (1980 год), Красная (1984 год) и Синяя (1998 год) Книги в соответствии с цветом обложки. Однако, начиная с 1992 года, после изменения названия МККТТ на МСЭ-Т и опубликования

Белой книги, отдельные стандарты выпускаются сразу же по мере их утверждения, не дожидаясь окончания четырехлетнего цикла. Структура рекомендаций МСЭ по ОКС7 выглядит следующим образом.

- Q.700 – Q.709: подсистема MTP
- Q.710: применение ОКС7 для учрежденческих АТС
- Q.711 – Q.716: подсистема SCCP
- Q.721 – Q.725: подсистема TUP
- Q.730 – Q.737: поддержка дополнительных услуг ISDN
- Q.741: подсистема DUP
- Q.750 – 756: подсистема OMAP
- Q.761 – Q.764: подсистема ISUP
- Q.771 – Q.775: подсистема TCAP
- Q.780 – Q.788: тестовые спецификации
- Q.761 – Q.764: подсистема B-ISUP
- Q.1218 : подсистема INAP

## 1.5 Компоненты сети ОКС7

Сеть связи, использующая систему общеканальной сигнализации №7, состоит из множества узлов коммутации, связанных между собой цифровыми ИКМ-трактами. Чтобы имелась возможность при управлении соединениями пользоваться услугами ОКС7, каждый из этих узлов должен содержать встроенные программно-аппаратные средства, благодаря которым он мог бы выполнять функции пункта сигнализации (SP – Signaling Point), способного формировать, передавать, принимать и интерпретировать сигнальные сообщения. Пункты сигнализации SP должны быть связаны между собой цифровыми каналами, обеспечивающими двухстороннюю передачу сигнальной информации, т.е. выполняющими функции сигнальных звеньев.

Функции пункта сигнализации могут выполнять:

- коммутационные станции, узлы сетей фиксированной связи и подвижной радиосвязи;
- центры эксплуатационного управления сетью связи (OA&MC – operation, administration and maintenance centres);



- узлы коммутации услуг и узлы управления услугами Интеллектуальной сети;
- шлюзы, производящие взаимодействие между телефонными сетями и сетями передачи данных.

Ниже приводятся определения основных компонентов сети, построенной на основе системы сигнализации ОКС7 (рисунок 1-5).

**Пункт сигнализации** (SP, signalling point) – использующий ОКС7 узел сети связи, который может передавать и/или принимать сигнальный трафик, т.е. генерировать и/или обрабатывать сигнальные сообщения. Пункт сигнализации, имеющий в своем составе одну или более подсистем-пользователей, называется оконечным (SEP, Signalling end point).

**Звено передачи данных** (SDL, signalling data link) – двунаправленный канал (обычно со скоростью 64 Кбит/с), используемый в качестве среды передачи при организации звена передачи данных между смежными SP, проключенный полупостоянно к сигнальному терминалу.

**Сигнальный терминал** (ST, signalling terminal) – аппаратно-программный модуль, являющийся частью пункта сигнализации и выполняющий функции оконечного устройства одного сигнального звена.

**Сигнальное звено** (SL, signalling link) – совокупность звена передачи данных и сигнального терминала, обеспечивающая перенос сигнальных сообщений с заданным коэффициентом ошибок между двумя соединенными напрямую пунктами сигнализации. Одно сигнальное звено в нормальном режиме работы рассчитано на обслуживание нагрузки до 0,2 Эрл.

**Пучок сигнальных звеньев** (SLS, signalling link set) – одно или несколько сигнальных звеньев между двумя соединенными напрямую пунктами сигнализации. Пучок сигнальных звеньев максимально содержит 16 звеньев.

**Группа сигнальных звеньев** (SLG, signalling link group) – совокупность сигнальных звеньев в одном пучке, имеющих идентичные характеристики. Пучок звеньев может включать в себя одну или более групп звеньев.

**Транзитный пункт сигнализации** (STP, signalling transfer point) – пункт сигнализации, который переносит принятые сообщения из одного (входящего) сигнального звена в другое (исходящее) сигнальное звено, не направляя при этом сигнальные сообщения на обработку к подсистеме-пользователю. Пункт сигнализации, объединяющий возможности STP и SEP, называется STEP (Signaling and transfer end point).

**Сеть общеканальной сигнализации** (сеть ОКС) – совокупность пунктов сигнализации и соединяющих их сигнальных звеньев. Существует единая международная сеть ОКС и множество национальных сетей, организованных разными странами. Сеть ОКС внутри страны, в свою очередь, может состоять из национальной сети и множества местных (региональных) сетей. Принадлежность сообщений каждому типу сети определяется специальным полем – сетевым индикатором (NI, Network indicator). В узлах коммутации, работающих на стыке сетей,

например местной и междугородной, организуются шлюзовые пункты сигнализации, обладающие возможностью работы в двух разных сетях сигнализации и переноса сообщений от сети с NI одного типа к сети с NI другого типа.

**Код пункта сигнализации (SPC, signalling point code)** – уникальный номер, назначаемый каждому пункту сигнализации и транзитному пункту сигнализации в сети ОКС7. Внутри одной сети может быть до 16384 пунктов сигнализации.

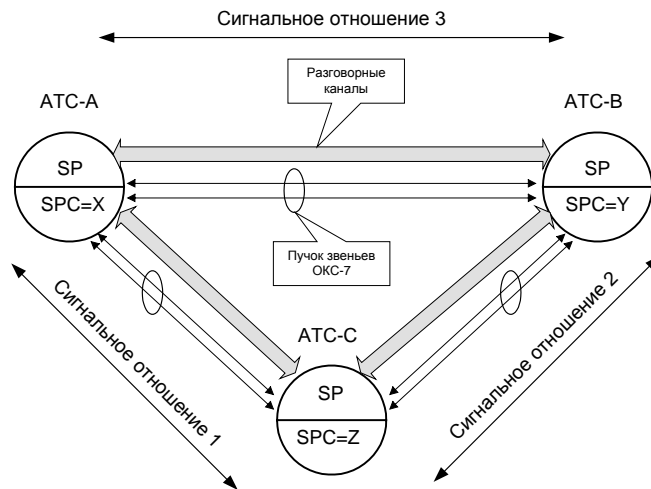
**Смежные пункты сигнализации (adjacent signalling point)** – два пункта, напрямую соединенные пучком сигнальных звеньев.

**Сигнальное отношение (signalling relation)** – возможность связи между одноименными подсистемами пользователей двух пунктов сигнализации (не обязательно смежных).

**Режим сигнализации (signalling mode)** – понятие, связывающее путь прохождения сигнального сообщения и то сигнальное отношение, к которому относится само сообщение. Наличие в сети ОКС и смежных, и несмежных пунктов сигнализации обусловлено тем, что в общекабельных системах возможно использование трех режимов сигнализации: связанного, несвязанного и квазисвязанного. В системе ОКС7 определены для использования только два из них: связанный режим и квазисвязанный режим.

**Связанный режим (associated mode)** – режим, при котором сигнальные сообщения, относящиеся к конкретному сигнальному отношению между двумя смежными пунктами сигнализации, переносятся по пучку звеньев, напрямую связывающему эти пункты (рисунок 1-5).

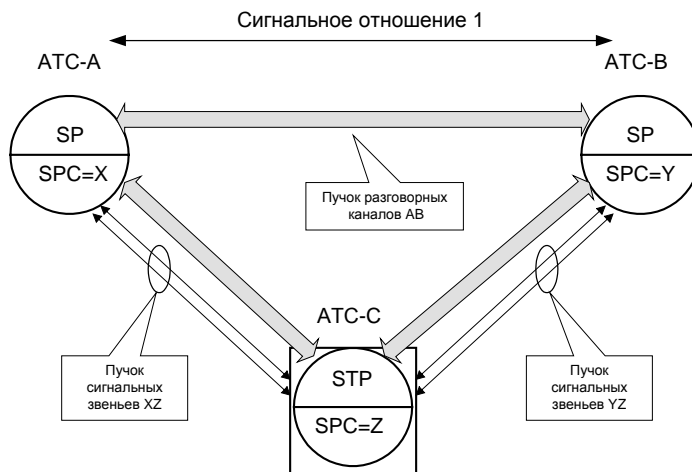
Рис. 1-5 Связанный режим



**Несвязанный режим** (non associated mode) – режим, при котором сигнальная информация, относящаяся к конкретному сигнальному отношению, пропускается по двум или более пучкам звеньев, последовательно проходящим через один или более транзитных пунктов сигнализации, не являющихся пунктом-адресатом сигнальной информации.

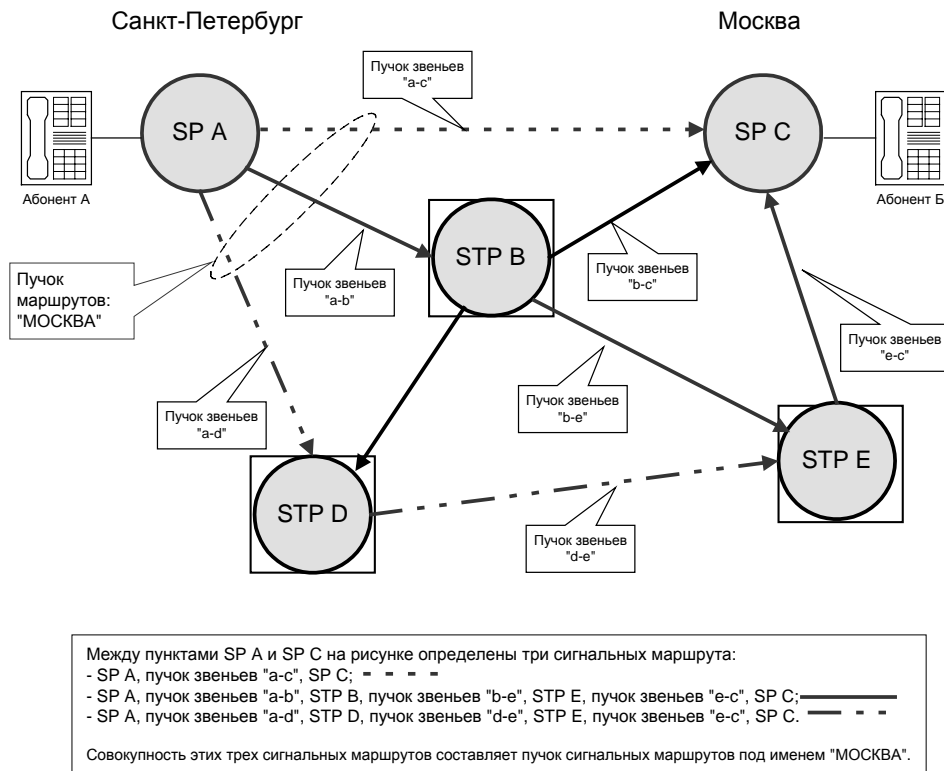
**Квазисвязанный режим** (cuasi-associated mode) является таким частным случаем несвязанного режима, когда путь, по которому сигнальная информация проходит через сеть, назначается заранее и является на данный период времени фиксированным для взаимодействующих пунктов сигнализации (рисунок 1-6).

Рис. 1-6 Квазисвязанный режим



**Сигнальный маршрут** – для данного сигнального отношения это predetermined путь в сети ОКС, по которому сообщения проходят от исходящего пункта до пункта назначения. Сигнальный маршрут состоит из совокупности пунктов сигнализации и/или транзитных пунктов сигнализации и соединяющих их пучков сигнальных звеньев (рисунок 1-7).

Рис. 1-7 Сигнальные маршруты



**Пучок сигнальных маршрутов** – для данного сигнального отношения представляет собой совокупность всевозможных сигнальных маршрутов между исходящим пунктом и пунктом назначения.

## 1.6 Структура сети

### 1.6.1 Общие принципы

С учетом технико-экономических особенностей сеть сигнализации может быть спроектирована либо с применением какого-либо одного из режимов сигнализации (связанного или квазисвязанного), либо с использованием обоих режимов.

Возможны разные варианты структуры сети ОКС. На выбор типа структуры влияют топология первичной сети, топология обслуживаемой сети связи, а также экономические и административные аспекты.

Если сеть ОКС призвана формировать сигнальные связи, нужные исключительно для управления коммутацией, наиболее подходящей структурой будет структура, ориентированная, в основном, на поддержку связанного режима сигнализации и лишь в небольшой степени – квазисвязанного режима (для малонагруженных сигнальных связей).

Если же сеть ОКС создается как общий ресурс для удовлетворения всех потребностей в ее возможностях, поддерживающих не только коммутацию телефонных каналов, то высокая производительность сигнальных звеньев в сочетании с необходимостью их резервирования для обеспечения высокой надежности приводит к структуре, ориентированной, главным образом, на квазисвязанный режим, и дополненной при этом относительно небольшим количеством прямых (и сильно загруженных) пучков сигнальных звеньев, используемых в связанном режиме сигнализации.

При использовании только связанного режима сигнализации структура сети ОКС совпадает со структурой обслуживаемой ею сети связи. При использовании же только квазисвязанного режима наиболее рациональной оказывается структура сети ОКС, при которой любой пучок сигнальных звеньев участвует в организации нескольких сигнальных связей (а не одной, как это имеет место в структуре, ориентированной только на связанный режим сигнализации). Следовательно, в этой структуре пучки сигнальных звеньев более загружены, то есть лучше используются. Кроме того, начиная с некоторого количества SP, структура, использующая квазисвязанный режим, обеспечивает уменьшение общего числа сигнальных звеньев в сети ОКС по сравнению со структурой, оптимальной для связанного режима.

Можно заметить также, что при использовании квазисвязанного режима сеть ОКС более устойчива к локальным перегрузкам, имеет более высокие характеристики надежности и называется более «живучей» благодаря тому, что для каждого сигнального отношения имеется несколько возможных путей организации связи, то есть существует несколько разных сигнальных маршрутов.

Выше упоминалось о том, что возможности сети ОКС не ограничены лишь функциями сигнализации, связанной с управлением коммутацией. Для поддержки сигнализации этого рода наиболее естественным является связанный режим, что обусловлено спецификой организации коммутируемых связей в сетях коммутации каналов, в частности, в телефонных сетях, где соединение всегда устанавливается последовательными «шагами». Исходящая станция, выбрав направление к станции назначения, обменивается сигнальной информацией с ближайшей (в этом направлении) транзитной станцией; приняв необходимую адресную информацию и выбрав направление к станции назначения, эта транзитная станция обменивается сигнальной информацией с другой транзитной станцией, а та, в свою очередь, – со станцией назначения. То же самое происходит и при разрушении соединения: на каждом «шаге» разь-

единения обмен сигнальной информацией происходит только между смежными станциями. Ясно, что при таком алгоритме наиболее естественна такая структура сети ОКС, при которой SP, размещенные в смежных станциях телефонной сети, тоже являются смежными.

Другое дело, если через сеть ОКС станут обмениваться информацией несмежные SP. Поскольку в любом пункте сигнализации (а не только в транзитном) могут быть предусмотрены функции транзита сигнальных сообщений (SP типа STEP), то структура сети ОКС, ориентированная на связанный режим сигнализации, в принципе, обеспечит и такой обмен. Однако по мере роста доли транзитного сигнального трафика в общем объеме информации, проходящей через STEP, эта структура будет становиться все менее и менее экономичной; а все более целесообразной будет становиться структура, предполагающая квазисвязанный режим.

Назовем примеры ситуаций, когда сеть ОКС должна обеспечивать обмен сигнальной информацией между несмежными SP. Одна группа таких примеров связана с введением в цифровую телефонную сеть функций ISDN и с вытекающей из этого необходимостью поддержки ряда дополнительных услуг. Так, в частности, дополнительная услуга организации замкнутой группы пользователей (CUG, closed user group) предполагают, что члены этой группы могут оказаться абонентами разных АТС, причем не обязательно смежных. Процедуры предоставления услуги CUG предусматривают ряд действий (проверку принадлежности к одной и той же CUG, прав связи и т.п.), для выполнения которых требуется обмен сигнальной информацией между пунктами сигнализации, встроенными в те АТС, абонентами которых являются разные члены группы, в том числе, между несмежными пунктами. Аналогичное положение имеет место при предоставлении услуг конференцсвязи (как трехсторонней, так и многосторонней) и услуги завершения вызова к занятому абоненту (CCBS, call completion to busy subscriber).

Другая группа примеров связана с организацией Интеллектуальной сети (IN, intelligent network). Для предоставления услуг IN необходим обмен сигнальной информацией между узлами коммутации услуг (SSP, service switching points) и узлом управления услугами (SCP, service control point). Поскольку сеть IN организована так, что один SCP обслуживает большое число SSP, то пункты сигнализации сети ОКС, встроенные в эти элементы IN, во многих случаях могут оказаться несмежными.

Этот ряд можно продолжить, указав, например, на использование ресурсов ОКС для поддержки обмена информацией между центром эксплуатационного управления телефонной сетью и пунктами сигнализации сети ОКС. Очевидно, что и в этом случае вполне возможен информационный обмен между несмежными SP.

Из всего сказанного следует, что в больших сетях связи структура сети ОКС должна быть ориентирована на то, что в ней, со временем, все более широко будет использоваться квазисвязанный режим сигнализации.

Всемирная сеть сигнализации имеет двухуровневую структуру, уровни которой функционально независимы друг от друга: международный уровень с международной сетью и национальный уровень со множеством национальных сетей. Национальные сети ОКС7 разных стран