

ГЛАВА 1

Сетевая система сигнализации и процесс передачи информационных сигналов

Глава посвящена описанию принципов построения и функционирования сетевой системы сигнализации. В качестве базового примера рассматривается система ОКС № 7. Представлены функциональные платформы ОКС № 7, прикладные подсистемы, архитектура их построения и связь с эталонной моделью взаимодействия открытых систем.

1.1. Роль служебных подсистем при передаче информации. Принципы построения и функционирования сетевой системы сигнализации

По мере развития телекоммуникационных систем и их структурного усложнения возрастает значимость служебных подсистем. Функционирование последних направлено на обеспечение эффективной и корректной передачи информационных сигналов по сети. Если в недалёком прошлом проектирование, например, системы синхронизации, ещё не обозначалось в отдельную задачу, то сегодня корректное построение СС требует не только определённой квалификации со стороны разработчика, но и порой – применения аналитического и компьютерного моделирования. Такое повышение внимания к СС связано с тем, что какие-либо нарушения в передаваемой синхροинформации приводят, по сути, к остановке работы всей сети. Сеть попросту «рассыпается» на отдельные сегменты [7, 8]. Аналогичное справедливо и по отношению к системам сетевого резервирования с учётом методологии их построения. От последних зависит не только конфигурация сети (с которой связаны алгоритмы коммутации и маршрутизации), но и процент отводимых под резерв как виртуальных, так и физических каналов, и в конечном итоге – стоимость передаваемого информационного бита. С этой точки зрения повышается значимость эффективных способов резервирования (управления резервированием), обеспечивающих высокое быстродействие [9].

Система сигнализации также является служебной структурой, отвечающей за корректность взаимодействия сетевых устройств. С расширением сферы телекоммуникационных услуг система сигнализации претерпевает функциональные усложнения, связанные с требованием обеспечения взаимодействия *принципиально различных сигналов* (и, очевидно, аппаратных устройств) от операторов и абонентов телефонных сетей общего пользования (ТфОП), цифровых сетей с интеграцией служб, мобильной связи распростра-

нённых стандартов (GSM, NMT), пользователя интеллектуальной сети (ИС). Так, от надёжности и эффективности работы системы сигнализации зависит эффективность работы всей сети, а значит – и качество обслуживания абонентов. Далее будет показано, что работоспособность системы сигнализации в значительной степени зависит от точности поступающего синхросигнала, следовательно, улучшение последней необходимо для обеспечения корректности работы всей телекоммуникационной системы. Здесь же остановимся на рассмотрении принципов построения и функционирования систем сигнализации, выбрав в качестве базового примера ОКС № 7. Как уже упоминалось во введении, ОКС № 7 является единственной достаточно перспективной [5], кроме того, получила широкое распространение и является предметом интереса многих специалистов в области телекоммуникационных систем и сетевых операторов.

Полное описание системы сигнализации ОКС №7 приводится в рекомендациях сектора стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи (МСЭ-Т) ИТУ-Т серии Q.700. Однако большой объем рекомендаций (несколько тысяч страниц) и строго формализованный стиль изложения затрудняют их изучение. К тому же последние действующие рекомендации серии Q.700 Белой книги МСЭ-Т не переведены на русский язык и даже в англоязычном варианте недоступны широкому кругу пользователей. В отечественной технической литературе практически единственным доступным источником информации по ОКС №7 является изданная в 1997 году книга Б.С. Гольдштейна «Сигнализация в сетях связи» [6], в которой системе ОКС №7 посвящена отдельная глава. Имеющиеся публикации в отечественных периодических журналах не содержат полной систематизированной информации и посвящены, в основном, вопросам практического внедрения ОКС №7 на ВСС РФ. Появившиеся в последние годы руководящие и нормативные документы по российской национальной версии ОКС №7 также не устраняют имеющегося информационного пробела, так как в большей степени содержат только ссылки на рекомендации МСЭ-Т. В этой связи систематизированное и последовательное изложение положений по ОКС №7 и вопросов применения её на ВСС РФ представляется целесообразным и актуальным.

На различных стадиях развития телефонных сетей Международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии (МККТТ), ныне Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи (МСЭ-Т), рекомендовал различные стандарты систем сигнализации, характеристики которых представлены в [5]. Утвержденная МККТТ в 1980 г. система ОКС №7 пригодна для сетей связи различного назначения, имеет соответствующие модификации для использования как на международных, так и на национальных сетях, допускает широкий диапазон в изменении параметров канала (подробные технические характеристики – значения задержек и коэффициенты ошибок приведены в разделе 2.1).

Под сигнализацией в сетях связи понимается *совокупность сигналов*, передаваемых *между компонентами сети* для установления и разъединения соединений при обслуживании вызовов, а также для передачи служебной информации (о техническом состоянии устройств, наличии резервных ресурсов и т.д.). В зависимости от участка сети различают следующие виды сигнализации (рис. 1.1):

- абонентская - на участке между абонентским терминалом и коммутационной станцией;
- внутростанционная - между различными функциональными узлами и блоками внутри коммутационной станции;
- межстанционная - между различными коммутационными станциями в сети.

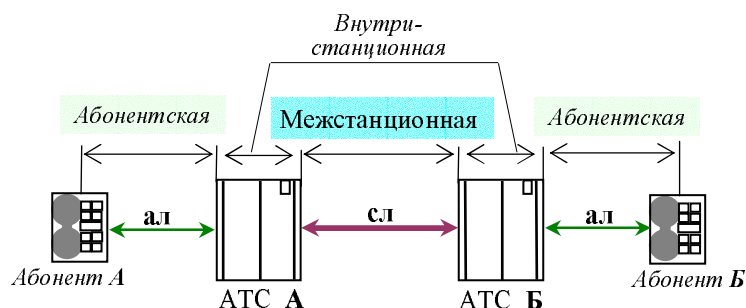


Рис. 1.1. Сигнализация в сетях связи: ал – абонентская линия; сл – соединительная линия, [5]

В качестве примера на рис. 1.2 показаны основные сигналы абонентской сигнализации, передаваемые в процессе нормального установления/разъединения соединения между двумя абонентами, подключенными к одной телефонной станции ТФОП. Внутростанционная сигнализация зависит от архитектуры и принципов построения системы коммутации, используемой элементной базы и является специфической для каждого типа системы. Межстанционная сигнальная информация может передаваться различными способами, которые можно разделить на три основных класса.

1. Способы передачи сигналов непосредственно по телефонному каналу (разговорному тракту), называемые иногда «внутриполосными» системами сигнализации. По телефонным каналам (физическим цепям) сигналы могут передаваться постоянным током (гальванический, шлейфный или батарейный способы [5]), токами тональной частоты, оптическими импульсами на отличающейся от рабочей длине волны в оптоволоконном соединении, и др. Принципиальным является использование единственного физического соединения для передачи данных (разговора) и сигнализации.

2. Сигнализация по индивидуально выделенному сигнальному каналу (ВСК). Как правило, в таких системах обеспечиваются выделенные средства передачи сигнальной информации (выделенная ёмкость канала) для каждого телефонного канала в тракте передачи информации. Это может быть 16-й каналный интервал в ИКМ-тракте, выделенный частотный канал вне разговорного канала тональной частоты (ТЧ) на частоте 3825 Гц и др.

3. Системы общеканальной сигнализации (ОКС). В системах этого класса тракт передачи сигналов ОКС предоставляется для целого пучка телефонных (или каких-либо других) каналов по принципу адресно-группового использования. Сигналы ОКС передаются по отдельно выделенному каналу (от информационных каналов) в соответствии со своими адресами и размещаются в общем буфере для использования их соответствующими абонентами как и когда это потребуется. Иллюстрацией принципов ОКС для сети абонентского доступа могут служить протоколы DSS или V.5 [6]. Иными словами, используется отдельный канал (в общем случае переносящий групповой уплотнённый сигнал ОКС) с доступом типа «шина» [10]. Ёмкость обслуживаемого пучка доходит до 1000 обслуживаемых телефонных разговоров.

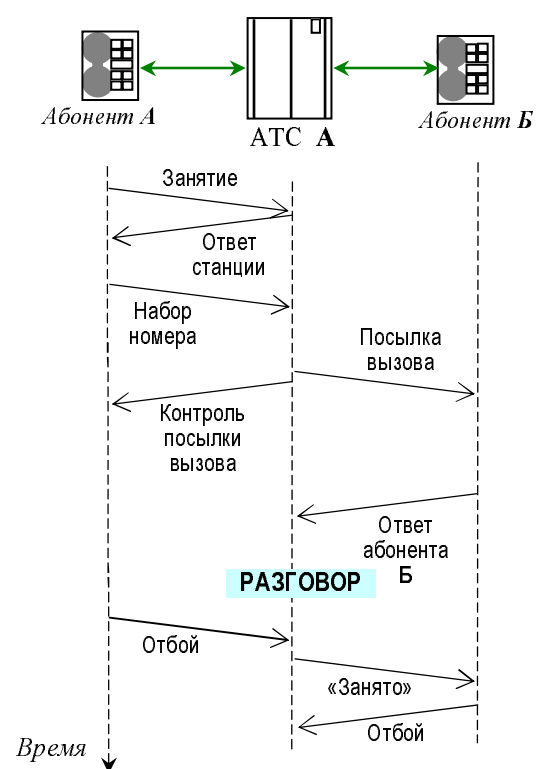


Рис. 1.2. Пример абонентской сигнализации

Системы сигнализации первых двух классов разработаны для применения в сетях со старыми технологиями, в которых использовались коммутационные узлы и станции электромеханического типа (декадно-шаговые и координатные), а системы передачи, в основном, являлись аналоговыми (хотя и для цифровых систем передач подобные типы сигнализации пригодны). Современные ОКС-системы оптимальны для использования в сетях с цифровыми сигналами, в которых и станции и системы передачи основаны на программном управлении.

Эти три класса способов сигнализации применяются для передачи адреса и другой информации между терминалами (оконечным оборудованием) и АТС, а также между самими коммутационными узлами и станциями. В этих способах

возможна передача трех категорий сигналов:

- *абонентских сигналов*, которые управляют трактом передачи по абонентской линии и предоставляют адресную информацию для регистрации в местной системе коммутации, а также информируют абонентов о состоянии соединения (акустические и зуммерные сигналы);
- *линейных сигналов*, управляющих трактом передачи по каналам связи между станциями. Линейные сигналы передаются как в прямом, так и в обратном направлениях как в исходном состоянии, так и во время установления соединения до полного освобождения сетевых устройств (терминалов). Эти сигналы отмечают основные этапы установления соединения; и
- *сигналов маршрутизации* (регистрационных сигналов), которые предоставляют адресную информацию для маршрутизации вызовов к месту назначения (например, информация о номере вызываемого абонента, информация о категории и номере вызывающего абонента, сигналы категории вызова и другие).

Совокупность соответствующих сигналов и способов их передачи образуют абонентскую сигнализацию, линейную сигнализацию и сигнализацию маршрутизации, которую часто называют регистрационной (она используется при обмене информацией между регистрами и маркерами координатных АТС).

Адресная информация может посылаться между станциями двумя способами:

- *методом «от узла к узлу»*, согласно которому вся адресная информация посылается к каждой станции на пути соединения. Например, исходящая станция А передает всю информацию на станцию Б и ее передатчик освобождается. Станция Б обрабатывает адресную информацию и посылает ее к следующей станции В и т.д.
- *методом «из конца в конец»*, когда осуществляется сквозная сигнализация. Например, станция А вызываемого абонента передает только часть информации, необходимой для маршрутизации вызова на следующей станции Б, затем часть информации передается из станции А на следующую станцию В и т.д.

Цифровые сигналы ОКС передаются двоичным кодом со скоростью 64 кбит/с. Каждый такой сигнал содержит адрес, указывающий например, к какому телефонному каналу относится данный сигнал, и при необходимости дополнительную информацию (например, технического обслуживания). Всё это составляет *сигнальную единицу* [5]. По сути, ОКС №7 является специализированной системой передачи данных *с коммутацией пакетов* переменной длины до 274-х байт [5]. Основными преимуществами общеканальной сигнализации являются:

- *быстродействие* - в большинстве случаев время установления соединения не превышает одной секунды;

- высокая производительность - один канал сигнализации способен одновременно обслужить множество информационных каналов;
- экономичность - по сравнению с первыми двумя типами сигнализации сокращается объем оборудования на коммутационной станции;
- надежность - достигается за счет возможности альтернативной маршрутизации в сети сигнализации. Это следует понимать как возможность изменения адреса в случае ошибки в канале ОКС;
- гибкость – информационные каналы могут быть заняты данными телефонии, цифровых сетей с интеграцией служб, сетей подвижной связи, интеллектуальных сетей и др. Иными словами, функционирование ОКС не зависит от вида передаваемых информационных сигналов.

Взаимодействие сетей ТфОП, ЦСИС, ИС, сетей связи с подвижными системами (ССПС) осуществляется посредством специализированных протоколов ОКС №7: TUP, ISUP, MAP, INAP и других (рис. 1.3).

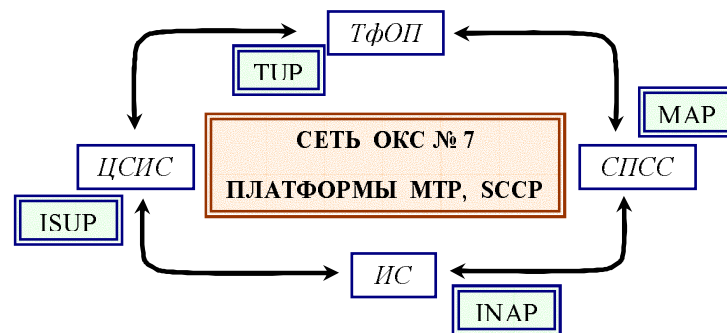


Рис. 1.3. Взаимодействие цифровых сетей по протоколам ОКС № 7

1.2. Концепция построения и архитектура общеканальной сигнализации ОКС № 7

Одной из задач телекоммуникационных систем является обеспечение совместимости средств связи, разрабатываемых разными производителями и функционирующих в рамках различных стандартов. Как упоминалось выше, хотя ОКС № 7 проектировалась для традиционной телефонии, но в неё изначально были заложены большие возможности для управления другими услугами связи, чем и объясняется перспективность этой системы сигнализации. Расширение возможностей последней связано прежде всего с бумом на рынке услуг телекоммуникаций, который продолжается с начала 80-х годов и ещё не достиг своего пика [5]. С этой точки зрения логическую концепцию построения ОКС № 7 целесообразно представить во взаимосвязи с эталонной

моделью взаимодействия открытых систем (ВОС), описанной в рекомендации [12]. Модель ВОС имеет следующие семь уровней [13]:

- *прикладной* - обеспечивает управление взаимодействием прикладных процессов абонентов (в ТФОП – управление вызовом);
- *представлений* - производит перекодировку сообщения, поступившего с седьмого уровня, в единое кодовое представление, принятое в данной системе передачи;
- *сеансовый* - предназначен для открытия сеанса связи между удаленными сетевыми устройствами (процессами пользователя);
- *транспортный* - обеспечивает разделение сообщения на пакеты, которые имеют ограниченный размер, либо отвечает за формирование виртуальных каналов (в SDH – потоков Е1, количество которых в общем случае переменное и зависит от нагрузки на данном сегменте);
- *сетевой* - производит выбор маршрута в сети с использованием алгоритмов маршрутизации и специальных управляющих сигналов (пакетов);
- *канальный* – предназначен для формирования кадров (циклов стандартного размера, в SDH – по 125 мкс) на основе пакетов, поступающих с третьего уровня, которые формируются по одному или по несколько в кадры;
- *физический* - осуществляется побитовая передача кадров по линейному тракту.

В данной модели более низкий уровень всегда предоставляет услуги более высокому уровню. Взаимодействие между разными уровнями осуществляется в рамках одной системы (например, одной станции), и сообщения, используемые для этого, называются *примитивами* [5, 13]. Взаимодействие между одинаковыми уровнями означает взаимодействие между системами (между станциями в разных сетевых узлах). Сообщения, используемые для этого взаимодействия, называются *протоколами*. Протоколы уровней 4...7 называются *протоколами верхних уровней*, а протоколы уровней 1...3 - *протоколами нижних уровней*. Система ОКС № 7 также построена по многоуровневому принципу, но уровни модели ОКС № 7 не идентичны уровням ВОС. Нижние уровни ОКС № 7, именуемые *звеном передачи данных сигнализации* и *каналом передачи сигнализации*, полностью согласуются с физическим и канальными уровнями модели ВОС. Третий уровень ОКС № 7 - *сеть сигнализации*, не обеспечивает все функции сетевого уровня модели ВОС: функции маршрутизации полностью не выполняются. Все три уровня ОКС № 7 вместе называются подсистемой передачи сообщений (платформа *Message Transfer Part - МТР*). Сравнение архитектуры ВОС и системы ОКС № 7 приведено на рис. 1.4.

Для выполнения всех функций сетевого уровня в ОКС № 7 добавлена подсистема управления соединением сигнализации (платформа *Signaling*

Connection Control Part - SCCP), обеспечивающая обращение подсистемы передачи сообщений к сетевой услуге (ориентированной как на соединение, так и без соединения). Заметим, что высшие уровни модели ВОС непосредственно связываются с SCCP. Подсистема передачи сообщений MTP вместе с подсистемой управления сигнальными соединениями SCCP образует подсистему сетевых услуг или доставки сообщений (*Network Service Part - NSP*).

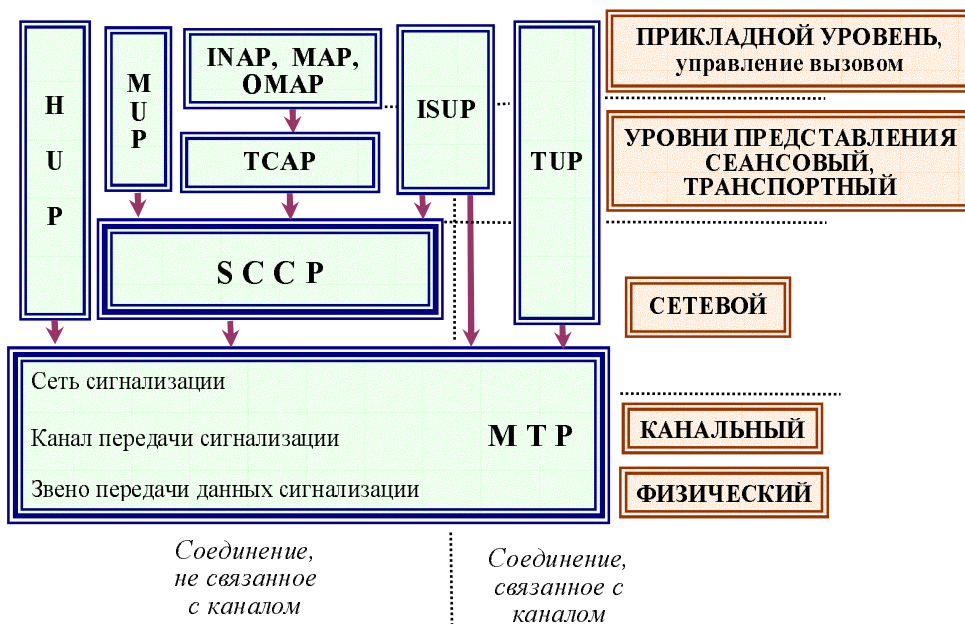


Рис. 1.4. Соответствие архитектуры ОКС № 7 и уровней модели ВОС. Подсистемы ОКС № 7:

- MTP – передачи сообщений;
- SCCP – управления соединением сигнализации;
- TCAP – обработки транзакций;
- MAP – пользователя подвижной связи (GSM);
- ISUP – пользователя ЦСИС;
- TUP – пользователя ТфОП;
- MUP – пользователя подвижной связи (NMT);
- HUP – передачи сигналов управления в процессе разговора (NMT);
- INAP – пользователя интеллектуальной сети;
- OMAP – техобслуживания, эксплуатации и административного управления

Здесь следует дополнительно оговорить смысл «ориентированной» либо «не ориентированной» на соединение услуги. Современные телекоммуникационные системы допускают передачу сообщений двумя принципиально различными способами: с установлением канала (вообще говоря виртуального) между абонентами, что характерно для телефонных разговоров, видеоконфе-

ренц-связи; либо передача данных не связана с режимом реального времени и не требует единого канала. В последнем случае данные могут быть буферизированы на каком-либо транзитном узле в ожидании очереди, и т.д., что характерно для файловой передачи.

В целом модель ОКС № 7 состоит из двух основных частей (рис. 1.4):

- подсистем пользователей и приложений; и
- подсистемы доставки сообщений.

Так, подсистема передачи сообщений МТР является базовой транспортной платформой, над которой расположены подсистемы пользователей (TUP, ISUP, MAP, MUP, HUP, INAP, OMAP), включая платформы приложений (SCCP и TCAP), предназначенные для обеспечения соответствующих услуг связи. Подсистема пользователей может быть реализована в нескольких версиях в зависимости от протоколов верхних уровней, которые предоставляют пользователям, возможно, имеющим различные технические устройства, средства связи друг с другом. Необходимо отметить, что в случае запроса абонента об услуге, не ориентированной на соединение, подсистема передачи сообщений МТР обеспечит корректную передачу данных только в случае возможности упорядоченной последовательности передачи пакетов. Иными словами, ОКС № 7 не обеспечивает возможности дейтаграммного [2] способа передачи.

Функциональная архитектура ОКС № 7 включает четыре уровня, три из которых входят в состав подсистемы МТР. Подсистемы пользователей образуют параллельные элементы на четвертом функциональном уровне (рис. 1.5).

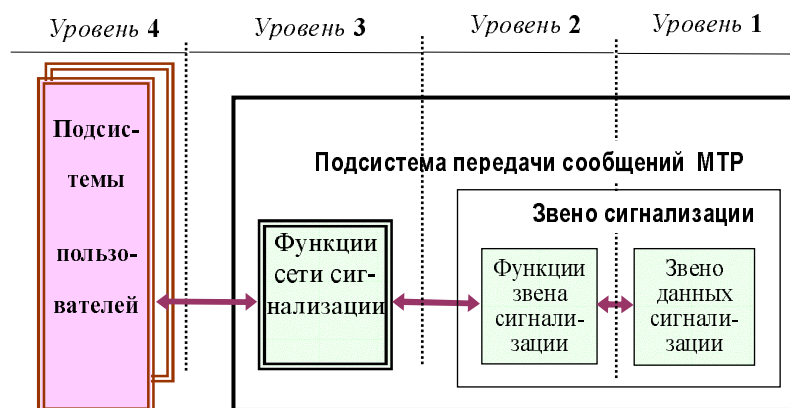


Рис. 1.5. Функциональная структура ОКС № 7

Уровень 1 (*функции звена данных сигнализации*) определяет физические, электрические и функциональные характеристики звена данных сигнализации и средства доступа к нему. Элементом уровня 1 является канал связи

для звена сигнализации. Детальные требования к звену данных сигнализации приведены в рекомендации [14].

Уровень 2 (*функции звена сигнализации*) определяет функции и процедуры, относящиеся к передаче сигнальных сообщений по отдельному звену сигнализации. Функции уровней 1 и 2 образуют звено сигнализации, обеспечивающее передачу сигнальных сообщений между двумя пунктами сети сигнализации.

Сигнальное сообщение, поступающее от верхних уровней, проходит по звену сигнализации в виде *сигнальных единиц* (*Signal Unit - SU*) переменной длины. Для корректной работы звена сигнализации сигнальная единица включает, помимо информации сигнального сообщения, информацию для управления передачей.

Функциями звена сигнализации являются деление сигнальных сообщений на сигнальные единицы, обнаружение ошибок в сигнальных единицах (например, методом проверки контрольных сумм [13]), исправление ошибок, обнаружение отказа звена сигнализации, восстановление звена сигнализации и др. Подробные спецификации функций звена сигнализации приведены в рекомендации [15].

Уровень 3 (*функции сети сигнализации*) определяет функции и процедуры передачи, общие для различных типов звеньев сигнализации и независимые от работы каждого из них (в смысле аппаратной реализации и физических особенностей сигналов). Эти функции подразделяются на две категории:

- функции обработки сигнальных сообщений, которые при правильной передаче сообщения направляют его по звену сигнализации или в соответствующую подсистему пользователя;
- функции управления сетью сигнализации, которые на основе заранее определенных данных и информации о состоянии сети сигнализации управляют маршрутизацией сообщений и конфигурацией средств сети сигнализации. В случае изменения состояний они обеспечивают также изменение конфигурации сети и другие меры, необходимые для обеспечения или восстановления нормальной работы сети сигнализации. Различные функции уровня 3 взаимодействуют друг с другом и с функциями других уровней посредством *команд* и *индикаций*. Детальные требования к функциям сети сигнализации приведены в рекомендации [16].

Уровень 4 (*функции подсистемы пользователя*) состоит из различных подсистем пользователей, каждая из которых определяет функции и процедуры сигнализации, характерные для определенного типа пользователя системы. Набор функций подсистемы пользователя может значительно различаться для разных категорий пользователей системы сигнализации. В общем виде можно выделить две группы пользователей:

- пользователи, для которых большинство функций связи определено в системе сигнализации. Например, функции управления вызовами телефонии с соответствующей подсистемой пользователя ТфОП;

- пользователи, для которых большинство функций связи определено вне системы сигнализации. Например, использование системы сигнализации для передачи информации, касающейся управления и техобслуживания. Для таких «внешних пользователей» подсистема пользователя может рассматриваться как интерфейс типа «почтовый ящик» между подсистемой внешнего пользователя и функцией передачи сообщений, в которой, например, передаваемая информация пользователя собирается/разбирается в соответствующие форматы сигнальных сообщений.

Основные подсистемы пользователя ОКС № 7 приведены в тексте подрисуночной надписи для рис. 1.4. Интерфейсы между функциональными элементами системы ОКС №7 по аналогии с ВОС описываются с помощью *примитивов*. Примитивами являются блоки данных определенного вида, которые передаются между уровнями системы для вызова различных процедур. Определение примитива не предполагает конкретной реализации услуги. Когда функциональный элемент ОКС № 7 моделируется согласно семиуровневой модели ВОС (например, SCCP, TCAP), примитивы услуг определяются согласно рекомендации [17]. В соответствии с этой рекомендацией организована взаимосвязь и определены термины «услуга», «граница», «примитивы услуг», «протокол равноправия» и «равноправные объекты». Термин «граница» относится к границам между уровнями и подуровнями.

В соответствии с направлением потока примитивов в [17] определено четыре типа примитивов (рис. 1.6):

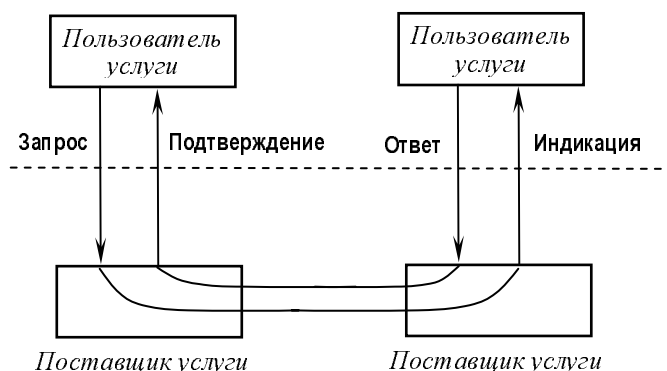


Рис. 1.6. Типы примитивов услуг

- *запрос* - примитив, выдаваемый пользователем для вызова элемента услуги;
- *индикация* - примитив, выдаваемый поставщиком услуги для указания, что элемент услуги вызван пользователем услуги в точке доступа равноправной услуги или поставщиком услуги;

- *ответ* - примитив, выдаваемый пользователем для завершения формирования (в конкретной точке доступа) некоторого элемента услуги, вызов которого ранее был указан в этой точке доступа к услуге;
- *подтверждение* - примитив, выдаваемый поставщиком услуги для завершения формирования (в конкретной точке доступа) некоторого элемента услуги, вызванного ранее запросом в этой же точке доступа к услуге.

Примитив услуги состоит из имени и одного или нескольких параметров, перемещаемых в направлении примитива услуги. Имя примитива услуги содержит три элемента: *тип примитива*; *имя*, описывающее выполняемое действие; и *инициал* (или инициалы) описания (под)уровня услуги. Инициалы описания уровня услуги системы ОКС № 7 представлены в [5].

Топологически концепция построения сети ОКС аналогична другим сетям. Узлы коммутации (включая устройства обработки сообщений) соединены *звеньями передачи* [5, 6, 11]. В контексте сигнализации узлы сети связи, использующие ОКС, рассматриваются как *пункты сигнализации* (*Signaling Point - SP*). Два пункта сигнализации SP, для которых существует возможность связи между их соответствующими функциональными подсистемами (подсистемами доставки сообщений и пользователей), называются пунктами, имеющими *сигнальное отношение* (*signaling relation*). Это могут быть, например, две АТС, соединенные пучком разговорных каналов. Два SP, непосредственно соединенные пучком звеньев сигнализации, называются *смежными пунктами сигнализации* (*adjacent signaling points*), а не имеющие непосредственной связи - *несмежными*.

Режим сигнализации – это связь между маршрутом (путём), по которому проходит сигнальное сообщение в сети сигнализации, и сигнальным отношением, к которому относится это сообщение. Пункты сигнализации в сети могут работать в следующих режимах:

1. В *связанном режиме* (*associated mode*), при котором сообщение, относящееся к данному сигнальному отношению между двумя смежными SP, передается по пучку звеньев, который непосредственно соединяет эти два SP (рис. 1.7).

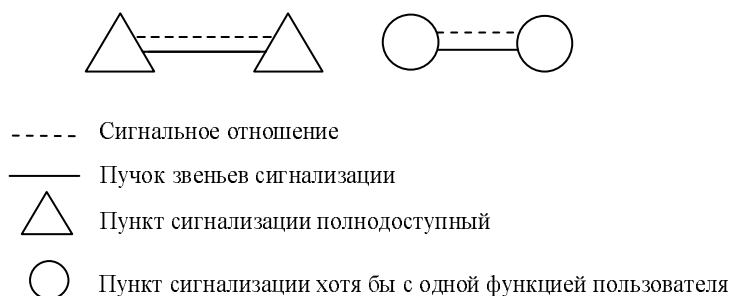


Рис. 1.7. Примеры связанного режима сигнализации

2. В *несвязанном режиме*, при котором сигнальное сообщение, относящееся к данному сигнальному соотношению, передается по двум и более пучкам звеньев, последовательно проходя один или несколько звеньев сигнализации, исключая исходный пункт и пункт назначения.

3. В *квазисвязанном режиме* (*quasi-associated mode*), который представляет собой частный случай несвязанного режима. В этом случае путь, по которому проходит сообщение в сети сигнализации, заранее определен и в каждый данный момент зафиксирован (рис. 1.8).

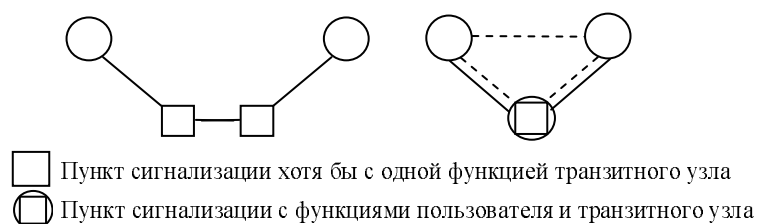


Рис. 1.8. Квазисвязанный режим сигнализации. Принятые обозначения соответствуют рис. 1.7

Настраиваемая практически ОКС №7 предназначена для использования при связанном и квазисвязанном режимах. Как уже говорилось, подсистема пользователя не имеет средств, позволяющих избежать нарушения последовательности поступления сообщений (пакетов), которое возможно при полностью несвязанном режиме с динамической маршрутизацией сообщений.

Выбор топологии сети сигнализации зависит как от структуры общей системы передачи данных, так и возможных административных аспектов [5]. Если система сигнализации строится только на основе сигнальных отношений, т.е. сеть ОКС будет основана главным образом на связанном режиме сигнализации и в малой степени на квазисвязанном режиме для сигнальных отношений с малой нагрузкой. В этом случае структура сети в основном определяется схемами сигнальных отношений. Примером такой реализации может служить международная сеть ОКС [6]. Возможно и другое решение – когда сеть сигнализации рассматривается как общее средство для передачи разнообразной информации по ОКС. В этом случае используется большая ёмкость звеньев сигнализации в сочетании с избыточностью, необходимой для обеспечения надежности (возможности резервирования). В такой сети в большей степени используются квазисвязанный и связанный режимы в сигнальных отношениях с большой нагрузкой.

Определяющим фактором при выборе топологии сети сигнализации является избыточность, дающая возможность резервирования, а следовательно, увеличивающая надежность. Обычно ставится задача сочетания следующих видов избыточности:

- звеньев передачи данных сигнализации (например, специально выделенными резервными звеньями или коммутируемыми соединениями);
- оборудования конечных устройств (ОУ) сигнализации (например, общей группой ОУ в оборудовании пункта сигнализации);
- звеньев сигнализации внутри пучка звеньев (работающих обычно с разделением нагрузки);
- маршрутов сигнализации для каждого назначения (способных в случае необходимости работать с разделением нагрузки).

В связи с этим типовой структурой, работающей в квазисвязанном режиме, является ячеистая структура, рис. 1.9, на основе которой строятся, вообще говоря, любые сети.

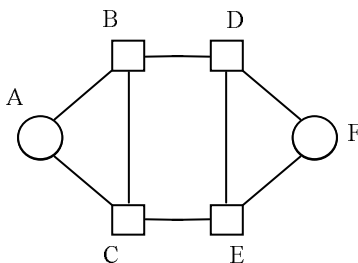


Рис. 1.9. Базовая конфигурация ячеистой структуры

В ячеистой структуре каждый из пунктов сигнализации SP связан с двумя *транзитными пунктами сигнализации (Signaling Transit Point - STP)* посредством двух пучков звеньев. Каждая пара STP соединена с другой парой четырьмя пучками звеньев сигнализации и между двумя STP каждой из пар имеется пучок звеньев сигнализации. Могут использоваться также упрощенные версии ячеистой структуры путем исключения некоторых звеньев сигнализации, связывающих STP.

Развитые сети ОКС № 7 включают в себя совокупность SP и связывающую их сеть STP, т.е. не являются иерархическими. В свою очередь, сеть транзитных пунктов сигнализации может иметь несколько уровней иерархии. Транзитная сеть сигнализации с одним уровнем иерархии является более предпочтительной из-за:

- максимальной простоты,
- минимальных временных задержек передачи сигнальных сообщений,
- эффективности стоимостных показателей.

Однако в больших сетях с целью достижения большего резервирования и доступности может быть построен второй уровень иерархии транзитных пунктов сигнализации. В этом случае каждый транзитный пункт нижнего уровня опирается пучками звеньев сигнализации, по крайней мере, на два транзитных пункта верхнего уровня иерархии. Сеть сигнализации верхнего уровня, согласно [17], должна быть полностью связанной (рис. 1.10).

В сети сигнализации могут быть задействованы два типа транзитных пунктов сигнализации: *интегрированный STP* и *выделенный STP*.

Интегрированный STP, как правило, встроено непосредственно в оборудование коммутационной станции и является одним из ее модулей. Следова-

вательно, производительность такого STP зависит от производительности процессоров коммутационной станции. Преимуществами интегрированного STP являются простота реализации, экономическая эффективность, меньший объем обмена сигнальным трафиком с пунктом сигнализации.

Выделенный STP реализуется отдельно от оборудования коммутационной станции и поэтому обладает более высокой производительностью и независимостью от сбоев в оборудовании коммутационной станции.

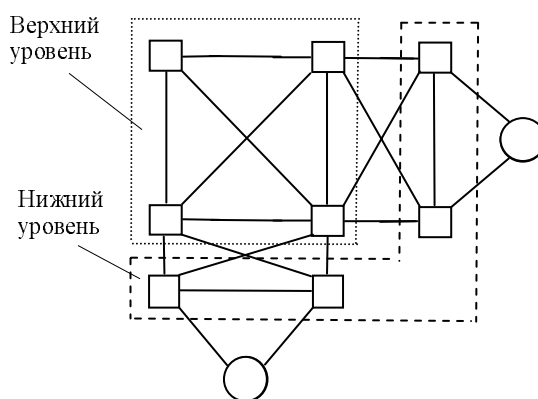


Рис. 1.10. Пример структуры сети ОКС с двумя уровнями иерархии STP по отношению к пунктам с функцией пользователя

К функциям управления сетью ОКС № 7 относятся функции подсистем МТР и SCCP по поддержанию качественных характеристик сети ОКС с помощью автоматических процедур. Автоматические процедуры подсистемы МТР обеспечивают реконфигурацию сети сигнализации в случае *отказов* и управление сигнальным трафиком *при перегрузке*. Согласно [6], функции управления подсистемы МТР включают управление сигнальным трафиком, звеньями сигнализации и маршрутом сигнализации. Эти функции используются всякий раз, когда в сети сигнализации имеет место такое событие, как отказ или восстановление звена сигнализации (либо пучка звена сигнализации).

Функция управления *сигнальным трафиком* используется для перенаправления сигнального трафика с одного звена (маршрута) на другое звено (маршрут) или нескольких других звеньев (маршрутов), а также для временного снижения сигнального трафика в случае перегрузки в пункте сигнализации. Она включает следующие процедуры: переход на резервное звено сигнализации; возврат на исходное звено сигнализации; вынужденное ремаршрутирование; управляемое ремаршрутирование; перезапуск (рестарт) МТР (пока не используются на сети России); запрещение управлением; управление потоком сигнального трафика (используется с ограничениями, указанными в

технических спецификациях на подсистему передачи сообщений МТР для национальной сети России).

Функция управления *звеньями сигнализации* используется для восстановления отказавших звеньев сигнализации, для активации (включения в работу) свободных (еще не *сфазированных*, [17]) и деактивации (выключение из работы) проверяемых звеньев сигнализации. Кроме этого, возможны процедуры по отношению к пучку звеньев сигнализации.

Функция управления *маршрутами сигнализации* используется для распределения информации о состоянии сети сигнализации, для блокировки или разблокировки маршрутов сигнализации. Она содержит следующие процедуры: управление; запрещение; разрешение передачи; ограничение передачи (пока не используется на сети России); тестирование пучка маршрутов сигнализации; тестирование перегрузки пучка маршрутов сигнализации (пока не используется на сети России).

Функции по управлению сетью сигнализации подсистемы SCCP включают управление состоянием пункта сигнализации и управление состоянием подсистемы. Функция управления *состоянием пункта сигнализации* используется для выполнения маршрутизации с обходами на резервные пункты сигнализации и/или на резервные подсистемы. Функция управления *состоянием подсистемы* используется для идентификации состояний подсистем, испытаний их, маршрутизации на резервные подсистемы, информации местных пользователей о состоянии их резервных подсистем.

Функция управления сигнальным трафиком в сети используется для переноса сигнального трафика в звеньях или маршрутах сигнализации либо для временного сокращения его объема в случае перегрузки. К основным процедурам управления сигнальным трафиком относятся:

- *недоступность звена сигнализации* (отказ, выключение из работы, блокировка или запрет) – для переноса сигнального трафика на одно или более резервных звеньев сигнализации (если есть) используется процедура перехода на резерв;
- *доступность звена сигнализации* (восстановление, включение в работу, разблокировка или разрешение) – восстановление исходного состояния с подачей сигнального трафика на ставшее доступным звено сигнализации;
- *недоступность маршрута звена сигнализации* - вынужденное ремаршрутирование для переноса трафика на резервный маршрут;
- *доступность звена сигнализации* - ремаршрутирование для переноса сигнального трафика на маршрут, ставший доступным;
- *ограничение маршрута сигнализации* - управляемое ремаршрутирование для переноса трафика на резервный маршрут.

Процедура перехода на резерв должна обеспечивать перенос трафика, передаваемого недоступным звеном сигнализации, на одно или несколько резервных звеньев как можно быстрее, избегая потерь, дублирования или не-

правильного порядка следования сообщений. С этой целью в случае нормальной работы процедура перехода на резерв предполагает сохранение значащих сигнальных единиц (ЗСЕ) в буферной памяти и их восстановление, которое производится перед повторным запуском резервных звеньев сигнализации для перенесенного трафика. Параметр ЗСЕ аналогичен контрольной сумме, подсчитываемой в системе передачи данных. Резервные звенья при этом могут передавать свой собственный трафик, который не прерывается процедурой перехода на резерв.

Возможны два варианта перенесения трафика:

- на одно или несколько звеньев сигнализации одного и того же типа;
- на один или несколько различных пучков звеньев.

Вследствие этого можно определить для каждого конкретного трафика три различных соотношения между новым звеном сигнализации и недоступным звеном:

- новое звено сигнализации параллельно недоступному (рис. 1.11);
- новое звено сигнализации не принадлежит маршруту, к которому относится недоступное звено, однако этот маршрут еще проходит через пункт сигнализации на удаленном комплексе этого недоступного звена (рис. 1.12);
- новое звено сигнализации не входит в состав маршрута, и этот сигнальный маршрут не проходит через пункт сигнализации, служащий транзитным пунктом и находящийся на удаленном комплексе недоступного звена (рис. 1.13). Только в этом случае существует возможность нарушения последовательности поступления сообщений, что приведёт к сбою работоспособности МТР.

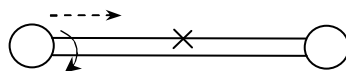


Рис. 1.11. Пример перехода на параллельное резервное звено

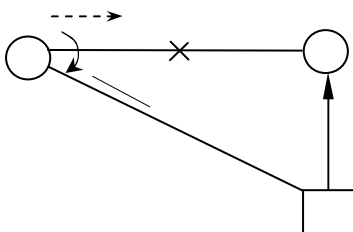


Рис. 1.12. Пример перехода на резервное звено, относящееся к маршруту, проходящему через удалённый пункт сигнализации

Переход на резерв запускается в пункте сигнализации, когда звено определяется как недоступное, и выполняются следующие действия:

- передача и прием значащих сигнальных единиц на соответствующем звене сигнализации заканчиваются;
- начинается передача сигнальных единиц состояния звена или заполняющих сигнальных единиц;
- определяется одно или несколько резервных звеньев сигнализации;
- осуществляется процедура сохранения содержимого буфера повторной передачи недоступного звена сигнализации;
- сигнальный трафик направляется к одному или нескольким резервным звеньям сигнализации.

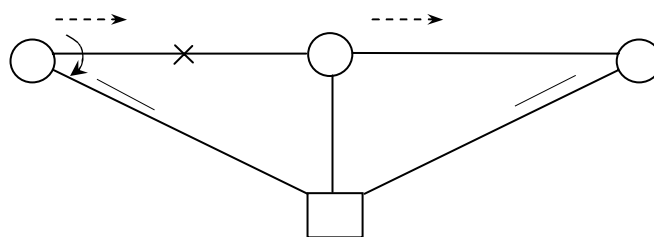


Рис. 1.13. Пример перехода на резервное звено, относящееся к маршруту, не проходящему через удалённый пункт сигнализации

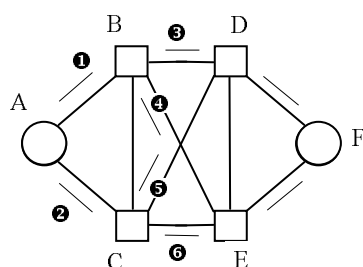
Когда достигается определенный уровень заполнения значащими сигнальными единицами буфера передачи или повторной передачи, то на уровень 3 (рис. 1.5) посылается индикация о перегрузке или об уменьшении перегрузки. В международной сети сигнализации предусмотрены *порог начала перегрузки* и *порог снижения перегрузки* [17]. Порог снижения перегрузки должен располагаться ниже порога начала перегрузки для обеспечения гистерезиса при восстановлении после перегрузки.

Концепцию маршрутизации в сети ОКС № 7 можно представить следующими составляющими:

1. Маршрут сообщений в сети сигнализации должен проходить через минимальное число транзитных пунктов сигнализации.
2. В каждом пункте сигнализации маршрутирование не должно нарушаться маршрутами сообщений, используемых вплоть до соответствующего транзитного пункта сигнализации.
3. Когда доступны несколько маршрутов, следует распределить нагрузку между этими маршрутами.
4. Сообщения, относящиеся к определенной транзакции пользователя и посланные в данном направлении, передаются по тому же маршруту сообщения, чтобы обеспечить *правильный порядок следования сообщений*.

Сигнальный трафик, который нужно передать к конкретному пункту сигнализации сети, маршрутируется обычно к пучку звеньев сигнализации или, в случае разделения нагрузки между пучками, к двум пучкам звеньев сигнализации. С целью предотвращения недоступности звеньев или маршрутов сигнализации определяются данные о *резервном маршрутировании*. Маршрутирование сообщений (нормальное или резервное) в принципе определяется независимо в каждом пункте сигнализации. Следовательно, сигнальный трафик между двумя пунктами сигнализации может быть передан по различным сигнальным звеньям или трактам в обоих направлениях.

На рис. 1.14 показан пример маршрутирования при отсутствии отказов для сообщений, поступающих из пункта сигнализации А в пункт сигнализации F. При распределении трафика для разделения нагрузки в исходящем пункте сигнализации и в промежуточных транзитных пунктах сигнализации селекцию звеньев сигнализации необходимо выполнять так, чтобы равномерно распределить трафик между четырьмя (в данном случае) доступными маршрутами. В приведенном примере в исходящем пункте сигнализации А используется второй (по старшинству) младший бит *кода селекции звена сигнализации в этикетке маршрутизации (SLS)*, а в транзитных пунктах В и С – два младших бита. Подробная информация о форматах и кодах сообщений управления сетью сигнализации представлена в [5].



Нормальные маршруты сообщений из А в F:

1. A-B-D-F: $SLS_1 = XX0X, SLS_3 = XX00.$
2. A-C-D-F: $SLS_2 = XX1X, SLS_5 = XX10.$
3. A-B-E-F: $SLS_1 = XX0X, SLS_4 = XX01.$
4. A-C-E-F: $SLS_2 = XX1X, SLS_6 = XX11.$

Рис. 1.14. Пример маршрутизации сигналов ОКС при отсутствии отказа

Выбор конкретного звена сигнализации для определенного кода селекции может осуществляться самостоятельно в каждом пункте сигнализации. В результате маршруты сообщения для транзакции пользователя могут получить различные тракты (например, A-C-D-F и F-E-B-A). Звенья BC и DE при отсутствии отказов в таком случае использоваться не будут. Необходимость в них появится только при возникновении отказов.

Для предотвращения возможных аварийных ситуаций в каждом пункте сигнализации имеется информация о резервном маршрутировании, которая определяет для каждого из нормальных звеньев сигнализации один или несколько резервных пучков, когда первые (нормальные звенья сигнализации) больше не являются доступными. Например, для пунктов сигнализации

А и В сети, показанной на рис. 1.14, перечень резервных пучков приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Пункт сигнализации	Нормальный пучок	Резервный пучок	Приоритет ¹ .
Пункт А	АВ	АС	1
	АС	АВ	1
Транзитный пункт В	ВА	ВС	2
	ВС	–	
	ВЕ	ВД	1
		ВС	2
	ВД	ВЕ	1
		ВС	2

1.3. Подсистемы ОКС № 7, обеспечивающие взаимодействие с сетевыми операторами и абонентами

Здесь перейдём к более подробному рассмотрению принципов построения и функционирования основных компонентов ОКС № 7. Как упоминалось выше, базовое ядро системы сигнализации представляют подсистема передачи сообщений (или платформа МТР) и подсистема управления соединением сигнализации (или платформа SCCP). Перечисленные подсистемы ответственны за корректное выполнение всех функций уровней 1...3 модели ВОС.

1.3.1. Платформы МТР и SCCP

Основным назначением подсистемы МТР является обеспечение непосредственно передачи сигнальной информации (или взаимодействия подсистем пользователей) и выявление и устранение отказов² сети ОКС № 7 для выполнения действующих требований [18, 19] по надёжности и качеству передачи. Согласно рис. 1.5, функции подсистемы МТР делятся на три группы: функции звена данных сигнализации, функции звена сигнализации и функции сети сигнализации. Последняя группа в сравнении с приведённой на

¹ Приоритет 1 – при отсутствии отказов используется с разделением нагрузки нормального пучка.

Приоритет 2 – используется только тогда, когда все пучки приоритета 1 недоступны.

² Здесь и ниже в разделе 1 понятие «отказ» соответствует [18, 19]. Ниже, в разд. 4, приведена иллюстрация оригинального понятия отказа в системе передачи, введённого авторами.

рис. 1.5 подразделяется на блок обработки сигнальных сообщений и блок управления сетью сигнализации, рис. 1.15.

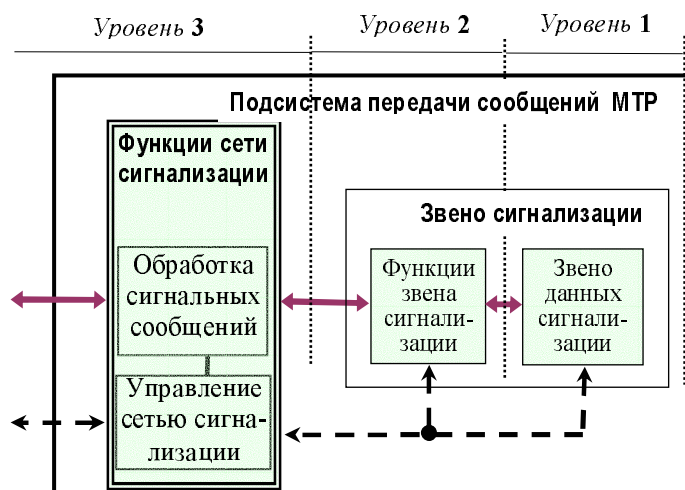


Рис. 1.15. Общая структура подсистемы МТР:
 ↔ - поток сигнальных сообщений, ← → - управление и индикация

Одной из основных задач подсистемы МТР является передача информации в установленной последовательности от одного пункта сигнализации к другому (что обеспечивает корректность взаимодействия устройств в рамках сети ОКС № 7). Так как подсистема не анализирует значения передаваемых сигнальных сообщений, формируемых различными подсистемами пользователя (независимость работы МТР от передаваемых сообщений), то имеется возможность реконфигурации и гибкого управления сигнальным трафиком при отказах или перегрузках в сети сигнализации. В некоторых случаях выполнение функций передачи сообщений производится совместно платформами МТР и SССР [5].

Звено данных сигнализации (ЗДС) представляет уровень 1 подсистемы МТР. Фактически, это физическая среда для передачи битового потока между двумя пунктами сигнализации в сети, рис. 1.16. ЗДС представляет собой двусторонний тракт передачи данных для сигнализации, включающий два канала передачи данных, работающих совместно в противоположных направлениях с одинаковой скоростью (рис. 1.16). Основной задачей ЗДС является физическая передача данных в канале передачи и обеспечение доступа к нему через функцию коммутации, которая реализует автоматическую реконфигурацию звеньев сигнализации в сети. Обычно функции ЗДС реализуются каналобразующим оборудованием линейного тракта. Звено данных сигнали-

зации может быть цифровым или аналоговым. На сети ОКС №7 ВСС РФ принято решение использовать только цифровые звенья сигнализации [5].

Цифровое ЗДС состоит из цифрового канала передачи 64 кбит/с, выделенного в цифровом тракте 2048 кбит/с. Звено может также включать оборудование уплотнения и коммутации. Стандартным канальным интервалом, используемым для ЗДС, является шестнадцатый канальный интервал в стандартном цикле [20]. Но допускается использовать любой имеющийся в распоряжении канальный интервал для передачи данных пользователя со скоростью 64 кбит/с, за исключением 0-го, который всегда используется для синхронизации [5]. Протокол уровня 1 для ЗДС определен в рекомендации [14]. Требования к интерфейсу должны соответствовать положениям рекомендации [21] в части электрических характеристик и [22] – в части функциональных характеристик. Назначение и коды полей сигнальных единиц для звена сигнализации и ЗДС представлены в [5].

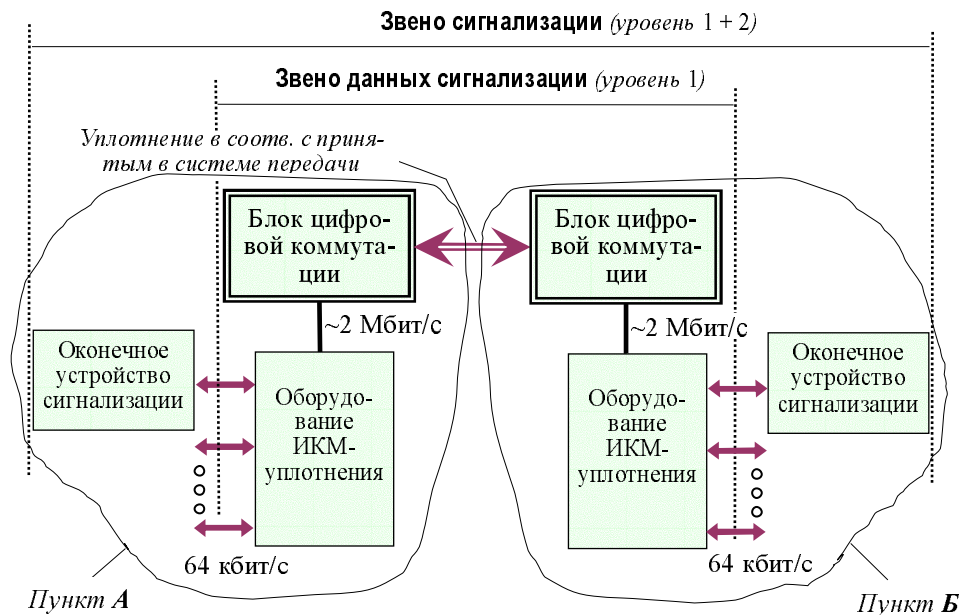


Рис. 1.16. Конфигурация звена данных сигнализации

Звено сигнализации вместе со ЗДС (см. рис. 1.5) в качестве среды передачи и сигнальным терминалом (в качестве устройства управления передачи/приема) обеспечивают непосредственную передачу сигнальных сообщений по звену сигнализации между двумя соединенными пунктами сигнализации. Функции звеньев сигнализации реализуются в конечном оборудовании сигнализации, называемом в большинстве случаев *сигнальными терминалами*. Основными функциями звена сигнализации являются:

- деление передаваемой информации на сигнальные единицы посредством флагов;
- предотвращение имитации флагов посредством вставляемых процедурами системы передачи битов (стаффинг, скремблер, и др., [20]);
- обнаружение ошибок с помощью проверочных битов, включенных в каждую сигнальную единицу;
- исправление ошибок посредством повторной передачи и контроля порядка следования сигнальных единиц с помощью отслеживания порядковых номеров, установленных в каждой сигнальной единице, и обработки непрерывных подтверждений;
- обнаружение отказа звена сигнализации посредством контроля интенсивности ошибок в сигнальных единицах и восстановление работоспособности звена сигнализации с помощью выполнения ряда специальных процедур (например, путём перезапуска аппаратуры).

Первые две функции звена сигнализации реализуются путём использования логических операций на основе широкоизвестных схемотехнических решений, описанных, например, в [10]. Поэтому сразу перейдём к способу обнаружения ошибок в сигнальных единицах. Согласно [11], каждая принятая сигнальная единица проверяется на длину, которая должна быть не менее 6 байтов (включая открывающий флаг) либо делиться на 8 в случае превышения указанной длины. Если это условие не выполнено, то сигнальная единица стирается, монитор интенсивности ошибок в сигнальных единицах увеличивает свое содержание, и в сторону источника сообщений передается отрицательное подтверждение. Последнее переносится проверочными битами, которые формируются передающей частью звена сигнализации и передаются в конце каждой сигнальной единицы.

В приемной части звена сигнализации по аналогичному алгоритму для принятой сигнальной единицы определяются проверочные биты и сравниваются с принятыми. Если полного соответствия не обнаружено, сигнальная единица стирается. Стирание значащих сигнальных единиц приводит в свою очередь в действие механизм исправления ошибок.

Базовым способом исправления ошибок сети ОКС является использование повторной передачи для недостоверно принятых сигнальных единиц. Чтобы избежать потери порядка следования сигнальных единиц при их повторной передаче, они записываются в буферную память на передающей стороне с сохранением последовательности переданных прямых порядковых номеров. По мере поступления обратных порядковых номеров производится стирание в буферной памяти тех сигнальных единиц, на которые поступили квитанции положительного подтверждения. В системе ОКС №7 предусмотрены два метода повторной передачи, используемых при исправлении ошибок: *основной метод* и *метод превентивного циклического повторения*.

Для определения областей применения этих двух методов в международной связи используются следующие критерии [11]:

- основным методом применяется для звеньев сигнализации, использующих немежконтинентальные наземные средства передачи, и для межконтинентальных звеньев сигнализации, в которых время распространения сигнала в одном направлении не превышает 15 мс;
- метод превентивного циклического повторения применяется для межконтинентальных звеньев сигнализации, в которых время распространения сигнала в одном направлении больше или равно 15 мс и для всех звеньев сигнализации, установленных через спутник. В случаях, если установленное через спутник звено сигнализации входит в международный пучок звеньев, превентивное циклическое повторение должно использоваться во всех звеньях сигнализации этого пучка.

Суть основного метода состоит в следующем. Используется система с положительным/отрицательным подтверждением и исправлением ошибок путем невынужденного повторения. Передаваемая сигнальная единица запоминается в передающей части оконечного устройства звена сигнализации до тех пор, пока на нее не будет принято положительное подтверждение. Если принято отрицательное подтверждение, передача новых сигнальных единиц прерывается и те сигнальные единицы, которые уже были переданы, но еще положительно не подтверждены, должны повторно передаваться один раз, начиная с той, на которую получено отрицательное подтверждение, и в той последовательности, в которой они передавались в первый раз. Для уменьшения числа повторных передач и времени задержки, запрос на повторную передачу делается только в случае потери значащих сигнальных единиц (представляющих собой, например, этикетку маршрутизации и т.д.).

В общем случае работа сети ОКС ведется в дуплексном режиме, т.е. сигнальные единицы независимо передаются в обе стороны и с обеих сторон поступают подтверждения о качестве приёма. Одну из частей дуплексного режима (т.е. симплексный режим) можно представить как ситуацию, когда одна сторона передает сигнальные единицы (например, сторона А), а другая сторона (например, сторона Б – получатель) после кодовой проверки выдает либо подтверждение, либо сигнал на переспрос. Так, в сторону А передаются *заполняющие сигнальные единицы*, содержащие квитанции на подтверждение или переспрос сигнальных единиц.

Метод превентивного циклического повторения состоит в следующем. Передаваемая сигнальная единица запоминается в передающей части оконечного устройства звена сигнализации до тех пор, пока на нее не будет принято положительное подтверждение. В период отсутствия новых значащих сигнальных единиц или сигнальных единиц состояния звена для передачи все сигнальные единицы, которые еще не получили положительного подтверждения, циклически повторяются. Иными словами, какого-либо запроса

со стороны получателя не требуется. Система работает в автоматическом режиме.

Важной составляющей системы ОКС № 7 является выполнение адресации сигнальных сообщений. Принципы построения последней, вообще говоря, не идентичны для различных уровней, следовательно, адресация должна рассматриваться отдельно на различных уровнях системы. Например, подсистема передачи сообщений использует код пункта назначения для маршрутирования сообщения в соответствующий пункт сигнализации. Для направления вызова по соответствующему назначению используется поле адреса вызываемой стороны в подсистеме TUP или поле номера вызываемой стороны в подсистеме ISUP, содержащееся в начальном адресном сообщении (см. разделы 1.3.2, 1.3.3). Возможности различных механизмов адресации системы сигнализации ОКС №7 заложены в структуре сигнальных сообщений.

Сигнальное сообщение - это информационная совокупность, относящаяся к вызовам, транзакции управления и т.д., определяемая на уровнях 3 и 4 ВОС и передаваемая функцией передачи сообщений как целостный элемент.

Каждое сообщение содержит служебную информацию, включая индикатор услуги, определяющий исходящую подсистему пользователя, и, возможно, дополнительную информацию, указывающую, относится сообщение к международному или национальному использованию подсистемы пользователя.

Механизм адресации сообщений в МТР в общем случае предполагает два способа. В первом способе используется код пункта сигнализации, содержащегося в этикетке маршрутизации в каждой значащей сигнальной единице; второй способ предполагает использование индикатора службы и индикатора сети в байте служебной информации (SIO). Код пункта сигнализации используется для межузловой адресации, а SIO используется для адресации пользователей системы сигнализации, построенной на внутриузловом принципе.

При адресации в подсистеме управления сигнальными соединениями SCCP использует три различных элемента [5]:

- код пункта назначения DPC;
- глобальное наименование GT;
- номер подсистемы SSN.

В адресе вызываемой и выбывающей стороны могут быть один, два или все элементы. Возможные варианты адресации в SCCP приведены в табл. 1.2.

Код пункта назначения DPC не требует трансляции и фактически определяет, предназначено ли сообщение для данного пункта сигнализации (входящее сообщение) или же требуется его маршрутизация по сети сигнализации средствами МТР. Для исходящих сообщений DPC необходимо вводить в этикетку маршрутизации МТР. Код DPC в этикетке маршрутизации

МТР для входящего сообщения должен соответствовать коду DPC в адресе вызываемой стороны.

Глобальное наименование GT может содержать цифры набираемого номера или адрес другого вида, который не распознаётся сетью сигнализации ОКС № 7. Следовательно, если соответствующее сообщение надо направить через эту сеть, то необходима трансляция. В результате трансляции GT производится выработка соответствующего кода DPC и, возможно, также нового значения SSN. Для идентификации формата глобального наименования в индикаторе адреса имеется специальное поле.

Таблица 1.2

Варианты адресации	Использование
GT, DPC + SSN	При передаче сообщений SCCP
SSN, GT, SSN + GT	При приеме сообщений от МТР
DPC, DPC + (SSN, или GT, или оба) GT, GT + SSS	При приеме сообщений от управления, ориентированного и не ориентированного на соединение, для маршрутизации подсистемой SCCP

Номер подсистемы (*SubSystem Number SSN*) идентифицирует подсистему (например, подсистему пользователя ISUP), доступ к которой осуществляется платформой SCCP в узле системы сигнализации, либо прикладным элементом через транзакции (последние не видны для SCCP). Если при анализе кода DPC входящего сообщения определено, что сообщение предназначено данному пункту сигнализации, то анализ номера SSN показывает соответствующего пользователя SCCP. Наличие SSN без DPC указывает на передачу сообщения данному пункту сигнализации. Поле SSN имеет начальную емкость в 255 байт с возможностью расширения для удовлетворения требований в будущем.

В частных случаях, например, для адресации подсистемы пользователя телефонии (TUP) можно использовать адреса, содержащиеся в элементах адресной информации вызывающей и вызываемой сторон. Адресация подсистемы пользователя ISDN (ISUP) производится на основе адресов, также содержащихся в номере вызывающей и вызываемой сторон, что позволяет перенаправлять элементы адресной информации (услуга «переадресация»).

Функции сети сигнализации платформы МТР относятся к процессу обмена сообщениями между пунктами сигнализации, являющимися узлами сети сигнализации. Эти функции осуществляются подсистемой МТР на уровне 3 и должны обеспечивать достоверную передачу сигнальных сообщений даже в случае отказа звеньев сигнализации и транзитных пунктов сигнализа-

ции. В связи с этим они включают соответствующие процедуры, необходимые для информирования удаленных пунктов сети сигнализации о последствиях какого-либо отказа для обеспечения соответствующей реконфигурации маршрута сообщений через сеть сигнализации. Функции сети сигнализации обычно выполняются центральным или специализированным процессором системы коммутации.

Функции сигнализации подразделяются на две категории:

- ответственные за обработку сигнальных сообщений; и
- обеспечивающие управление сетью сигнализации, см. рис. 1.15.

Назначением функций обработки является доставка сигнальных сообщений, поступающих от определенной подсистемы пользователя в некотором пункте сигнализации (исходящий пункт) к такой же подсистеме пользователя в пункте назначения, указанной исходящей подсистемой пользователя. Эта доставка, в зависимости от обстоятельств, осуществляется по звену сигнализации или через один или несколько транзитных пунктов сигнализации. Функции обработки сигнальных сообщений подразделяются на (рис. 1.17):

1. *Функцию маршрутизации сообщений*, используемую в каждом пункте для определения исходящего звена сигнализации, по которому сообщение должно быть отправлено к пункту назначения.
2. *Функцию отбора сообщений*, используемую в пункте сигнализации для того, чтобы определить, предназначено ли полученное сообщение именно этому пункту или нет. Когда пункт сигнализации может быть транзитным и если сообщение ему не предназначено, оно должно быть передано на функцию маршрутизации сообщений.
3. *Функцию распределения сообщений*, используемую в каждом пункте сигнализации для доставки полученных сообщений (предназначенных для самого пункта) в соответствующую подсистему пользователя.

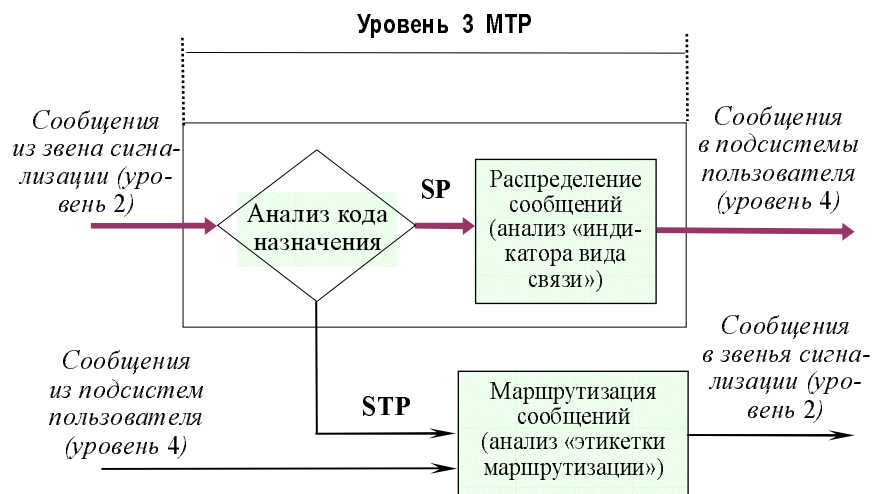


Рис. 1.17. Функции обработки сообщений на уровне 3 МТР

Обработка сигнальных сообщений основывается на использовании *поля сигнальной информации (SIF)* значащих сигнальных единиц – этикетки маршрутизации, которая однозначно идентифицирует исходящий пункт сигнализации и пункт назначения.

Маршрутизация сообщений - процесс выбора звена сигнализации для каждого сообщения, подлежащего отправке. Оно основано на анализе этикетки маршрутизации сообщений в сочетании с заранее определенными данными маршрутизации в соответствующем пункте сигнализации.

Маршрутизация сообщений зависит от кода пункта назначения и имеет, как правило, дополнительную опцию разделения нагрузки, которая позволяет распределить различные части сигнального трафика по направлениям требуемого маршрута. Последовательно соединенные по системе *тандем* звенья сигнализации образуют *маршрут сообщения* (от исходящего пункта к пункту назначения) [5].

Маршрут сигнального сообщения снабжается отдельной этикеткой маршрутизации, он заранее определен и зафиксирован в каждый данный момент времени. Однако в случае отказа в сети сигнализации маршрутизация сообщения изменяется в соответствии с заранее предусмотренным способом. Возможно использование единого маршрута для сообщений различных подсистем пользователей, а также использование различных правил маршрутизации в зависимости от *индикатора вида связи* [11]. Распределение сообщений – процесс определения подсистемы пользователя, к которой должно быть доставлено сообщение, после получения этого сообщения в пункте назначения. Этот выбор осуществляется также путем анализа индикатора вида связи. Отбор сообщений – процесс, при котором после получения сообщения в пункте сигнализации определяется, является ли этот пункт пунктом назначения рассматриваемого сообщения или нет. Это решение основано на анализе кода пункта назначения, содержащегося в этикетке маршрутизации сообщения. Если пункт является пунктом назначения, то это сообщение передается функции распределения сообщений. Если это транзитный пункт сигнализации, то сообщение передается функции маршрутизации для последующей передачи по звену сигнализации.

Назначение функции управления сетью сигнализации – это обеспечение реконфигурации сети в случае отказа и управление трафиком при перегрузке. Эта реконфигурация осуществляется путем применения надлежащих процедур с целью изменения маршрута сигнального трафика таким образом, чтобы обойти отказавшие звенья сигнализации или пункты сигнализации. Это требует обмена информацией между пунктами сигнализации и между транзитными пунктами сигнализации в случае таких отказов. Иногда необходимо задействовать и включить в работу новые звенья сигнализации для восстановления пропускной способности между двумя пунктами сигнализации. Когда отказавшие звенья сигнализации или пункты сигнализации вос-

становлены, применяются обратные процедуры для восстановления нормальной конфигурации сети сигнализации.

Функции управления сетью сигнализации подразделяются следующим образом: *управление сигнальным трафиком; управление звеньями сигнализации; управление маршрутами сигнализации.*

Эти функции используются каждый раз, когда в сети происходит какое-нибудь событие (например, отказ или восстановление звена сигнализации).

Функция управления сигнальным трафиком необходима для перенесения сигнального трафика из звена или маршрута на одно или несколько различных звеньев или маршрутов, и в свою очередь, делится на: *управление маршрутизацией сообщений; управление модификацией маршрутизации; контроль потока сообщений.*

Управление маршрутизацией сообщений основано на анализе заранее известной информации о всех допустимых возможностях маршрутирования в сочетании с текущей информацией, получаемой из функций управления звеньями сигнализации и управления маршрутами сигнализации – о состоянии сети сигнализации (т.е. о наличии доступных звеньев и маршрутов сигнализации³). Любое изменение состояния сети сигнализации обычно влечет за собой модификацию текущей маршрутизации сообщений, поэтому происходит переход некоторых частей трафика сигнализации из одного звена сигнализации на другое. Такой переход осуществляется в соответствии со следующими процедурами: переход на резерв; восстановление исходного состояния; вынужденная ремаршрутизация (при отказах); управляемая ремаршрутизация (при перегрузках); управление потоком сигнального трафика (разделение нагрузки). Эти процедуры определены так, чтобы избежать, насколько позволяют обстоятельства, последующих нарушений в передаче сообщений, таких как *потеря сообщений, нарушение последовательности передачи сообщений* или *многократная доставка сообщений*.

Так, процедуры перехода на резерв и возврата на исходное звено включают взаимодействие с другим пунктом (пунктами) сигнализации для обмена информацией (по резервному каналу), что обычно позволяет восстановить сообщения, которые иначе могли быть потеряны в отказавшем звене.

Сеть сигнализации должна иметь пропускную способность для сигнального трафика, превышающего объем трафика в нормальных условиях. Но в случае перегрузки (возникающей, например, из-за отказа в сети или высоких пиков нагрузки) для уменьшения влияния этих условий функция управления сигнальным трафиком осуществляет в том числе управление потоками.

³ Информация о работоспособности звеньев и маршрутов сигнализации основана на присылаемых ими сообщениях без какого-либо прогноза значений количественных характеристик, о чём пойдёт речь в четвёртой главе настоящей монографии.

Функция управления звеньями сигнализации ответственна за осуществление и контроль операций по восстановлению нормальной доступности пучка сигнализации. Используется для восстановления отказавших звеньев сигнализации, для включения в работу звеньев (еще не сфазированных) и для выведения из работы сфазированных звеньев сигнализации. Эта функция включает следующие процедуры: *включение в работу, восстановление и выключение звеньев сигнализации; включение в работу пучков звеньев сигнализации; автоматическое распределение оконечных устройств звеньев сигнализации и звеньев передачи данных сигнализации.*

Управление маршрутами сигнализации (только в квазисвязанном режиме) – это передача информации об изменении доступности маршрутов сигнализации (например, транзитный пункт сигнализации передает информацию другим пунктам, что определенный пункт сигнализации недоступен и чтобы они прекратили маршрутирование по недоступному пути). Используется данная функция для распределения информации о состоянии сети сигнализации⁴, для блокировки и разблокировки маршрутов сигнализации. Эта функция включает в себя следующие процедуры: *управление передачей; запрещение передачи; разрешение передачи; ограничение передачи; испытания перегрузки пучка маршрутов сигнализации.*

Процедура управления звеньями сигнализации предназначена для ввода в работу и восстановления после отказа звена сигнализации. Процедура предусматривает «нормальный» период проверки для «нормального вхождения в связь» и «аварийный» период проверки для «аварийного» вхождения в связь [5]. Решение о выборе «нормальной» или «аварийной» процедуры принимается уровнем 3. В процедуру вхождения в связь вовлекается только звено сигнализации, входящее в связь (т.е. анализ фазирующей информации по другим звеньям сигнализации не требуется).

В процессе вхождения в связь используются четыре разные индикации состояний фазирования: отключено, состояние «нормальное» фазирование, состояние «аварийное» фазирование и «не работает». Эти индикации передаются в поле состояния сигнальной единицы состояния звена сигнализации. Во время вхождения в связь процедура фазирования последовательно проходит ряд состояний: исходное состояние: процедура приостановлена; состояние «не сфазировано»; состояние «сфазировано»; состояние «проверка». Проверка – это ряд алгоритмов, с помощью которых оконечное устройство звена сигнализации, анализируя сигнальные единицы, проверяет способность звена правильно передавать их. Если процедуры фазирования и проверки завершились успешно, то оконечное устройство звена сигнализации переходит в состояние «сфазировано/готово».

Номинальная величина длительности проверки равна [5]

⁴ См. сноску предыдущей страницы.

$$T_{nom} = \Delta t \cdot 2^{16}. \quad (1.1)$$

Для скорости 64 кбит/с номинальная длительность такта $\Delta t = 1,56 \cdot 10^{-5}$ с.

Контроль ошибок звена сигнализации осуществляется путём подсчета числа ошибок в сигнальных единицах с использованием двух специальных программных счетчиков:

- монитора интенсивности ошибок в сигнальных единицах (SUERM);
- монитора интенсивности ошибок при вхождении в связь.

Монитор интенсивности ошибок в сигнальных единицах предназначен для оценки этой интенсивности с целью определения условий отказа звена сигнализации. Сигнальными единицами с ошибкой считаются те, которые стираются в ходе процедуры приема. Монитор SUERM характеризуется тремя параметрами:

- количеством сигнальных единиц, принятых подряд с ошибкой и вызвавших индикацию высокой интенсивности на уровне 3, обозначим M (сигнальных единиц);
- наименьшей средней интенсивностью сигнальных единиц с ошибкой или параметром «сигнальные единицы с ошибкой/сигнальные единицы», обозначим $1/D$;
- количеством байтов, вызывающих наращивание содержания счетчика монитора в режиме «подсчет байтов», N (байтов).

Монитор интенсивности ошибок в сигнальных единицах может быть реализован в виде реверсивного счетчика, уменьшающего свое содержимое с фиксированной скоростью (для каждой D принятых сигнальных единиц или сигнальных единиц с ошибкой, отмеченной процедурой приема), но не ниже нуля, и увеличивающего свое содержание каждый раз, когда процедурой приема обнаружена сигнальная единица с ошибкой, но не выше порога M сигнальных единиц. Высокая интенсивность ошибок должна отмечаться всякий раз при достижении порога M .

Когда звено включено в работу, счетчик монитора должен начинать отсчет с нуля. В режиме «подсчет байтов» счетчик увеличивает свое содержимое через каждые N байтов, принятых до обнаружения правильно принятой сигнальной единицы. Для скорости 64 кбит/с наибольшие величины трех параметров монитора интенсивности ошибок в сигнальных единицах следующие: $M = 64$ сигнальным единицам, $D = 256$ сигнальным единицам/сигнальным единицам с ошибкой, и $N = 16$ байтам. Для этих величин время перехода на резервное звено в случае потери фазирования составит примерно 128 мс.

Монитор интенсивности ошибок при вхождении в связь является линейным счетчиком, работающим в течение нормального и аварийного времени проверки. Счетчик запускается с нуля, когда начинается состояние проверки процедуры вхождения в связь, затем увеличивает свое содержимое с

каждой сигнальной единицей с ошибкой, если он не находится в режиме подсчета байтов. Он также увеличивает свое содержимое через каждые N принятых байтов, находясь в режиме подсчета байтов. Когда счетчик достигает порога M_i , эта конкретная проверка прекращается; после правильного приема сигнальной единицы или по истечении прерванной проверки состояние проверки возобновляется. Если проверка прекращается K раз, то звено возвращается в состояние «не работает». Порог устанавливается для каждого из двух типов проверки – нормального M_{nom} и аварийного M_{def} .

Для скорости 64 кбит/с среднестатистические величины параметров могут быть равны [5]: $M_{nom} = 4$, $M_{def} = 1$, $K = 5$, $N = 16$. Проверка успешно завершается при отсутствии обнаружения чрезмерной интенсивности ошибок и если не приняты индикации состояний «аварийное» фазирование или «не работает». Для передачи информации о состоянии звена сигнализации на противоположный пункт сигнализации на уровне 3 формируются сигнальные единицы состояния звена сигнализации (обозначаемые LSSU, [11]). Расшифровка полей индикатора LSSU представлена в [5, 23].

Подсистема передачи сообщений МТР, рассмотренная выше, обеспечивает реализацию в полной степени только функций уровней 1 и 2 семиуровневой модели ВОС. Для реализации всех функций уровня 3 модели ВОС потребовалось ввести в систему ОКС № 7 дополнительную *подсистему управления соединением сигнализации (SCCP)*.

МТР была создана для работы в режиме реального времени, необходимого для телефонной сигнализации, и не предназначалась для обеспечения сетевых услуг, ориентированных на передачу файловой информации. С появлением ряда услуг, требующих передачи данных, не ориентированной на соединение, а также более сложный адрес, чем создаваемый в МТР, приобретает всё большую значимость подсистема SCCP. Последняя совместно с МТР обеспечивает физический эквивалент сетевого уровня модели ВОС [5]. Платформа SCCP предназначена для реализации дополнительных функций подсистемы МТР для ориентированных и не ориентированных на соединение служб сети, предполагающих передачу как относящейся, так и не относящейся к пользовательскому каналу сигнальной или иной информации между станциями и специализированными центрами в сетях связи (например, для управления и техобслуживания) через сеть ОКС № 7. Необходимость внедрения новой подсистемы была обусловлена тем, что в некоторых случаях желательно, чтобы сигнальные сообщения могли передаваться от одного пункта к другому без использования единого информационного канала (пусть даже виртуального, создаваемого от источника сообщения до адресата через транзитные узлы при необходимости). Примером могут служить услуги обновления информации о подвижном абоненте, проверка кредитной карты, обращение к базам данных в интеллектуальной сети и т.д.

Таким образом, подсистема передачи сообщений МТР, оставаясь неизменной для других применений сети ОКС и обеспечивая работу части

пользователей (пользователи TUP, HUP), дополнена возможностями SCCP. Последовательное взаимодействие MTP и SCCP используется подсистемами TCAP, MUP, ISUP и др., что делает корректной их работу.

Общим назначением подсистемы управления соединением сигнализации SCCP является обеспечение средств для:

- логических соединений сигнализации в сети ОКС №7;
- возможности передачи блоков данных сигнализации с использованием или без использования логических соединений сигнализации.

Соединение сигнализации - это логическая связь между двумя пользователями сети сигнализации (рис. 1.18). Подсистема MTP предназначена только для передачи информации, связанной с установлением информационного канала. Подсистема же SCCP дает возможность осуществлять установление соединений сигнализации безотносительно к установлению информационного канала между пользователями.

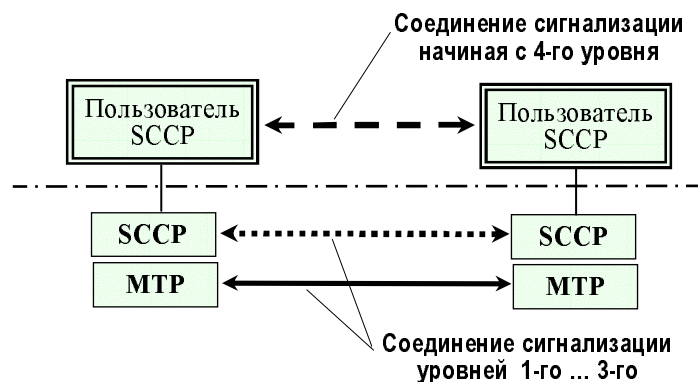


Рис. 1.18. Соединение сигнализации

Одним из главных элементов, используемых SCCP, является расширенный ресурс по адресации. Возможность адресации сообщений MTP обеспечивает доставку сообщений в узел, используя коды пунктов отправления и назначения DPC. Однако при этом используется 4-битовый индикатор службы в поле SIO, возможность распределения сообщений с помощью которого весьма ограничена. Данная адресация пригодна лишь для узкого спектра услуг, что недостаточно для определенного в ОКС № 7 количества пользователей и приложений. Так как число приложений растет, то ограниченное адресное пространство MTP будет в состоянии обеспечить только доставку сообщения в узел и неспособно определить вид услуги, передаваемой с этим сообщением. Это приводит к тому, что пользователь услуг MTP должен быть в состоянии выполнить функции маршрутизации и распределения собственного сообщения, что в ряде случаев является противоположным концепции модели ВОС.

Подсистема SCCP дополняет адресацию MTP путем увеличения поля номера подсистемы SSN, состоящего из информации о локальном адресе и

используемом для определения пользователей SССР в каждом узле. Комбинация DPC+SSN образует адрес вызывающей и вызываемой стороны.

Другим достоинством SССР является возможность использования так называемых *глобальных заголовков* в качестве адресов. Глобальный заголовок (наименование) – это сетевой адрес⁵, используемый МТР для маршрутизации. SССР преобразует глобальный заголовок в номер DPC+SSN, в связи с чем в сигнальной точке назначения сообщение поступает в локальную подсистему SССР, которая отвечает за его доставку к соответствующему пользователю сетевых услуг. Кроме того, наличие подсистемы SССР в сети ОКС № 7 является обязательным и для выполнения функций управления сетью.

Основная структура подсистемы SССР состоит из четырех функциональных блоков (рис. 1.19):

- *управление SССР, ориентированное на соединение*, - предназначено для контроля за установлением и разъединением соединений сигнализации и для передачи данных по соединенным линиям сигнализации;
- *управление SССР, не ориентированное на соединение*, служит для не ориентированной на соединение передачи блоков данных;
- *управление SССР* - предназначено для обеспечения возможностей (в дополнение к функциям МТР по управлению маршрутами сигнализации и контролю за потоками) обработки ситуаций, вызванных перегрузкой или отказами подсистем пользователя SССР, либо в предоставлении маршрута сигнализации к пользователю SССР;
- *маршрутирование SССР* - обеспечивает необходимые функции маршрутизации для направления сообщения либо к МТР, либо к функциям управления SССР, ориентированным или не ориентированным на соединение. Сообщение, чей адрес вызываемой стороны принадлежит местному пользователю (включенному в данную подсистему SССР), передается функциям управления, ориентированным или не ориентированным на соединение. Сообщение, предназначенное для удаленного пользователя (включенного в SССР другого узла сигнализации), передается в МТР для передачи удаленному пользователю SССР.

⁵ Аналогичный номеру 800 (коду интеллектуальной услуги бесплатного телефонного разговора).

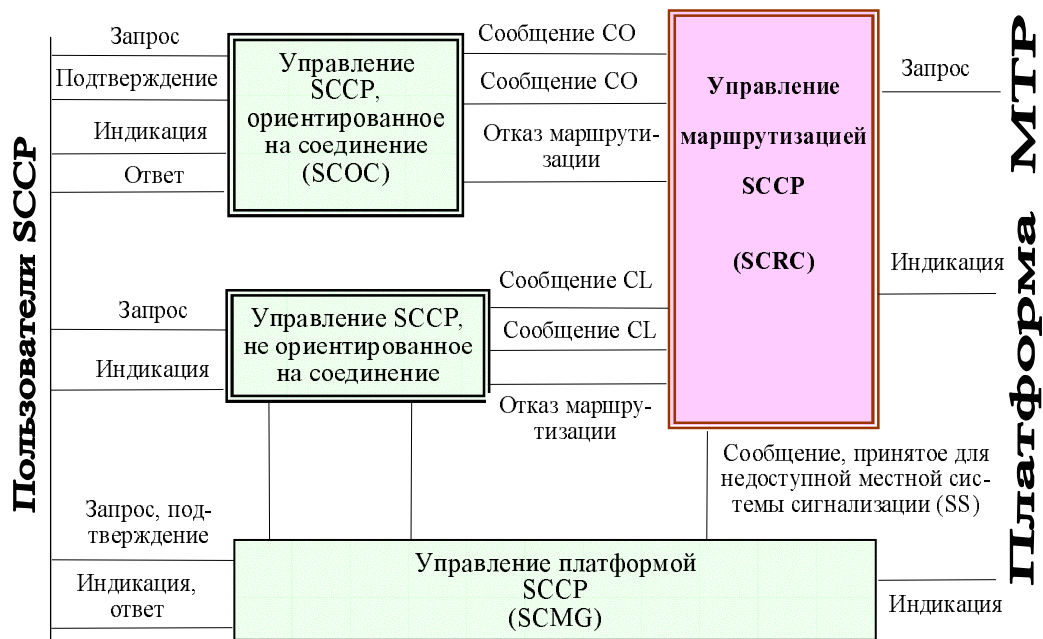


Рис. 1.19. Структура SCCP

Протокол SCCP обеспечивает четыре класса услуг: два – для услуг, не ориентированных на соединение (*connectionless - CL*), и два – для услуг, ориентированных на соединение (*connection oriented - CO*). Это следующие четыре класса протоколов:

- класс 0 – основной класс, не ориентированный на соединение;
- класс 1 – упорядоченный класс (с контролем последовательности передаваемых сообщений средствами подсистемы МТР), не ориентированный на соединение;
- класс 2 – основной класс, ориентированный на соединение; и
- класс 3 – класс управления потоками, ориентированный на соединение.

В контексте определения услуги SCCP пользователем является пользователь подсистемы SCCP (например, какой-либо прикладной протокол), а поставщиком услуг – сама подсистема SCCP, являющаяся частью подсистемы сети.

Классы протокола, не ориентированные на соединение, обеспечивают возможность передачи только одного блока данных службы сети (Network Service Data Unit Information - NSDU) некоторой длины от пользователя к пользователю. Классы протокола, ориентированные на соединение (протоколы классов 2 и 3), обеспечивают возможность сегментирования и сборки. Если блок данных службы сети длиннее 255 байтов, то в исходящем пункте он разбивается на множественные сегменты, пригодные для передачи в поле данных пользователя сообщений «данные». Каждый сегмент должен содер-

жать не более 255 байтов. В пункте назначения такие сегменты собираются в один блок данных.

Протокол класса 0 обеспечивает передачу данных независимо друг от друга, поэтому они могут доставляться с нарушением последовательности. Этот класс протокола соответствует сетевой услуге, не ориентированной на соединение. В протоколе класса 1 заложена дополнительная возможность, содержащая информацию о последовательности сообщений. Поле селекции звена сигнализации SLS выбирается на основе величины параметра контроля последовательности. SLS, выбранные для потока из блоков данных NSDU с тем же параметром контроля последовательности, должны быть идентичны.

В протоколе класса 2 двухсторонний перенос блоков данных между пользователями SCCP в исходящем узле и в узле назначения обеспечивается установлением временного или постоянного соединения сигнализации. В одном сигнальном отношении могут объединяться несколько соединений сигнализации. Такое объединение осуществляется путем использования пар условных номеров, называемых *местными условными номерами*. Сообщения, принадлежащие данному соединению сигнализации, должны содержать одинаковую величину поля SLS (в битах) для обеспечения контроля последовательности. Таким образом, протокол этого класса не обеспечивает управление потоками SCCP и контроль последовательности данных. В протоколе класса 3 характеристики протокола класса 2 дополнены включением управления потоками с присущей ему возможностью переноса срочных данных (с анализом приоритета передаваемой информации). Кроме того, включена дополнительная возможность обнаружения ошибок и нарушения последовательности; в таких случаях соединение сигнализации сбрасывается и SCCP дает верхним уровням соответствующее извещение (требование повторной передачи).

Следует заметить, что на сети ОКС № 7 России в настоящее время в основном используется режим предоставления услуг, не ориентированных на соединение и, соответственно, протоколы класса 0 и 1. Пользователями SCCP являются протоколы сетей подвижной связи и интеллектуальной сети. Режим с установлением сигнального соединения используется только на участке между базовой станцией и центром коммутации подвижной связи.

Из четырёх видов примитивов (запрос, индикация, ответ и подтверждение) для описания услуг в SCCP, не ориентированных на установление соединения сигнализации, используются только примитивы *запроса* и *индикации*. Общий формат примитива имеет вид [24 – 29]:

Идентификатор уровня	Групповое название	Специфическое название	Параметр
----------------------	--------------------	------------------------	----------

Здесь:

- *Идентификатор уровня* – номер уровня, обеспечивающего услугу;
- *Групповое название* - предоставляемое действие;
- *Специфическое название* - назначение примитива; и

- *Параметр* - элементы информации, переносимые примитивом.

Например, примитив обращения пользователя SCCP к подсистеме SCCP для установления соединения сигнализации имеет вид:

N _ CONNECT _ REQUEST _ «параметры»,

где *N* – указатель уровня сети; *CONNECT* - общее имя, соответствующее процессу установления соединения; *REQUEST* - конкретное имя выполнения запроса; «параметры» - элементы информации, задаваемые пользователем более высокого уровня.

В услугах SCCP, ориентированных на соединение, между двумя узлами сети перед началом передачи данных устанавливается соединение сигнализации. При этом используются два вида соединений сигнализаций: *временные* и *постоянные*.

Постоянные соединения сигнализации устанавливаются и контролируются местной (или удаленной) функцией техобслуживания и эксплуатации или функцией управления узла и предоставляются пользователям SCCP на полупостоянной основе (сравнимы с арендованной телефонией линией). Установление временного соединения сигнализации инициируется и контролируется пользователем SCCP. Временное соединение сигнализации сравнимо с телефонным соединением, устанавливаемым путем набора номера.

Управление временным соединением сигнализации делится на следующие фазы: *установления соединения*; *передачи данных* и *освобождения соединения*.

В фазе установления соединения осуществляется передача адреса вызываемого пользователя и обмен управляющими сообщениями между пользователями. Во всех классах протокола, ориентированных на соединение, соединение сигнализации между исходящим узлом и узлом назначения может состоять из:

- одной секции соединения;
- нескольких последовательных секций соединения, которые могут принадлежать к разным взаимосвязанным сетям сигнализации.

В первом случае узлы соединения сигнализации (исходящий и назначения) совпадают с исходящим узлом и узлом назначения секции соединения. В фазе установления соединения функции маршрутизации и ретрансляции SCCP могут потребовать одного или более промежуточных узлов. Однако после того, как соединение сигнализации установлено, функции SCCP в промежуточных узлах не требуются. Во втором случае на любом промежуточном узле, принявшем сообщение из секции соединения и передавшем его в другую секцию соединения, в фазе установления соединения вовлекаются функции маршрутизации и ретрансляции SCCP. Кроме того, функции SCCP требуются на промежуточных узлах в течение переноса данных и разъединения соединения для обеспечения связи секций соединения.

Основные функции фазы установления соединения: установление соединения сигнализации; установка оптимального размера NSDU (блоков данных сети); установление соответствия адресов сети и сигнальных отношений; выбор операционных функций в фазе передачи данных (например, выбор услуги уровня); обеспечение средств различения соединений сети; перенос данных пользователя (в запросе).

В фазе передачи данных осуществляется обмен данными между пользователями, именуемыми в данном случае блоками данных услуги сети NSDU, в одном или обоих направлениях одновременно по установленному соединению сигнализации. Сообщение подсистемы SCCP между двумя равноправными объектами состоит из: информации управления протоколом сети (Network Protocol Control Information - NPCI) и блока данных услуги сети NSDU.

Информация управления протоколом сети поддерживает совместную работу равноправных объектов SCCP в пределах двух узлов, осуществляющих связь друг с другом. Она содержит эталонный параметр соединения, который направляет данное сообщение по определенному соединению сигнализации. Блок данных услуги сети содержит некоторое количество информации от пользователя SCCP, которая должна быть передана между двумя узлами с использованием этой услуги SCCP.

Информация управления протоколом сети и блок данных услуги сети помещаются вместе и передаются как сообщение. Если объем данных пользователя слишком велик для передачи в рамках одного сообщения, то данные пользователя разделяются (сегментируются) на ряд порций. Каждая порция преобразуется в отдельное сообщение, содержащее информацию NPCI и блок данных NSDU. Услуга передачи данных служит для управления последовательностью и управления потоком в зависимости от требуемого пользователем подсистемы SCCP качества обслуживания.

Основные функции фазы передачи данных, перечисленные ниже, используются или не используются в соответствии с результатом выбора, сделанного в фазе соединения: сегментирование/сборка; управление потоками; идентификация соединения; ограничение NSDU (М-бит); срочные данные; обнаружение нарушения последовательности; сброс; подтверждение приема и др.

В фазе освобождения соединения осуществляется обмен служебными сообщениями между пользователями SCCP для разъединения временных соединений. Функции фазы освобождения обеспечивают разъединение соединения сигнализации независимо от текущей фазы соединения. Освобождение может осуществляться по инициативе более высокого уровня или средствами техобслуживания SCCP. Освобождение может начинаться на каждом конце соединения (симметричная процедура). В [5] приведён обзор примитивов, направляемых от нижних к верхним уровням, и соответствующие параметры для услуг сети, ориентированных на временное соединение. Следует учиты-

вать, что для постоянных соединений отсутствуют примитивы N-CONNECT и N-DISCONNECT.

В фазе установления соединения пользователь SCCP (инициатор) просит установить соединение с помощью примитива «N-CONNECT запрос» к SCCP. Объект SCCP оценивает примитив и добавляет информацию управления протоколом. С помощью услуг MTP к удаленному равноправному объекту SCCP передается сообщение SCCP (состоящее из информации управления протоколом - PCI и, возможно, NSDU). Этот объект оценивает сообщение, извлекает значение PCI и посылает примитив «N-CONNECT индикация» пользователю местной SCCP. На обоих концах соединения в это время предполагается состояние «ожидания».

Вызываемый пользователь SCCP отвечает примитивом «N-CONNECT ответ» местной SCCP, которая посылает соответствующее сообщение, включающее PCI, к вызывающей SCCP. Вызывающая SCCP посылает примитив «N-CONNECT подтверждение» вызывающему пользователю SCCP. После этого соединение готово для передачи данных. В течение фазы передачи данных могут использоваться четыре примитива:

- N-DATA - для передачи данных в обоих направлениях;
- N-EXPEDITED DATA - при установлении соединения в соответствии с классом, обеспечивающим возможность передачи срочных данных;
- N-DATA ACKNOWLEDGE - при выборе услуги подтверждения доставки;
- N-RESET - используется в состоянии передачи данных соединения с классом протокола, включающим управление потоком (аннулирует все другие виды активности и приводит SCCP к началу перезапуска для порядковой нумерации).

Примитивами для фазы освобождения являются «N-DISCONNECT запрос» и «N-DISCONNECT-индикация». Эти примитивы используются также для отказа соединения на этапе установления соединения. В примитивах используются параметры для извещения о причине освобождения/отказа и инициаторе процедуры освобождения/отказа соединения.

Платформа SCCP обеспечивает пользователям возможность передачи сигнальных сообщений через сеть сигнализации без установления соединения сигнализации. Дополнительно к возможностям MTP, в SCCP предусмотрена функция маршрутизации, которая приводит вызываемый адрес в соответствие с кодом пункта сигнализации службы MTP. Эта функция соответствия может быть обеспечена в каждом узле, распределена по сети или обеспечена в нескольких специальных центрах трансляции.

При некоторых состояниях перегрузки и недоступности подсистем и/или пунктов сигнализации сообщения, не ориентированные на соединение, могут быть аннулированы вместо данных. Если пользователь SCCP желает получить информацию о недоставленных сообщениях, то в примитиве к SCCP параметру выбора возврата должно быть присвоено значение «возврат

сообщения по ошибке». Имеются две возможности передачи данных без установления соединения в зависимости от механизма контроля последовательности, обеспечиваемого МТР:

- МТР производит доставку сообщений в правильной последовательности (с высокой степенью вероятности), которые содержат одинаковый код селекции звена сигнализации SLS. Пользователь SCCP может запросить эту услугу МТР, установив параметр «контроль последовательности» в примитиве к SCCP. Подсистема SCCP должна установить такой же код SLS в примитиве к МТР для всех примитивов от пользователя SCCP с одинаковым параметром «контроль последовательности»;
- если доставка в правильной последовательности не требуется, SCCP может устанавливать коды SLS случайно или в соответствии с распределением нагрузки в сети сигнализации.

В [5] приведен подробный обзор примитивов, передаваемых к верхним уровням, и соответствующие параметры для услуг, не ориентированных на соединение. Из широко употребляемых примитив «N-UNITDATA запрос» является средством, с помощью которого пользователь SCCP запрашивает подсистему о передаче данных другому пользователю. Примитив «N-UNITDATA индикация» информирует пользователя о том, что ему доставляются данные от SCCP. Примитив «N-NOTICE индикация» является средством, с помощью которого SCCP возвращает пользователю-отправителю сообщение, которое не достигло адресата.

Платформа SCCP обеспечивает функции управления состоянием подсистем пользователей SCCP. Эти функции позволяют другим узлам сети получать информацию об изменении состояния подсистем в SCCP на данном узле (в случае отказа или перегрузки в сети) и при необходимости изменять данные трансляции SCCP. Процедуры управления SCCP применяются к обоим видам услуг SCCP – ориентированных и не ориентированных на соединение. В [5] приведен обзор примитивов, направляемых к верхним уровням, и соответствующих параметров для управления платформой SCCP.

Функции управления позволяют осуществить координированное изменение состояния дублированных подсистем SCCP. Для этих целей используется примитив N-COORD, обеспечивающий координацию изъятия из эксплуатации одной из дублирующих подсистем. Когда подсистема отключается, то на узлах, получивших информацию о недоступности, активизируются функции испытаний SCCP. Через определенные промежутки времени производится контроль состояния недоступной подсистемы с использованием процедур управления SCCP. При этом используется примитив N-STATE для информирования управления SCCP о состоянии исходящего пользователя (запрос) или информирования пользователя SCCP (индикация).

Функции циркулярной передачи управления SCCP передают информацию об изменениях состояния подсистемы на узлы сети, которые нужда-

ются в немедленном информировании об отдельном изменении состояния конкретного пункта сигнализации/подсистемы. Для информирования пользователя о состоянии пункта сигнализации используется примитив N-PCSTATE.

Адресация и маршрутизация в SCCP, согласно [27], построены несколько иначе по сравнению с MTP, где для целей маршрутизации используется код пункта назначения. В случае процедур, ориентированных на соединение, этими адресами являются исходящий пункт и пункт назначения соединения сигнализации. В случае процедур, не ориентированных на соединение, адресами являются исходящий пункт и пункт назначения сообщения.

Для определения следующего пункта в соединении анализируется информация из параметра «адрес вызывающей стороны». Параметры «адрес вызываемой стороны» и «адрес вызывающей стороны» всегда включаются в состав сообщений передачи данных без установления соединения. Сообщение запроса соединения содержит только «адрес вызываемой стороны», а остальные сообщения, используемые для предоставления услуг, ориентированных на соединение, вообще не содержат адресных параметров, так как сигнальное соединение для них устанавливается сообщением запроса соединения.

При передаче сообщений, ориентированных и не ориентированных на соединение, маршрутизация SCCP различает основные категории адресов:

- глобальное наименование - является адресом (например, набираемые цифры номера телефонной услуги 800), который в явной форме не содержит информации, обеспечивающей маршрутизацию в сети сигнализации, поэтому требуется функция трансляции SCCP. Последняя может быть выполнена на распределенной или централизованной основе. В случае, когда запрос на трансляцию посылается к централизованной базе данных, может потребоваться использование возможностей транзакций (ТС);
- адрес, состоящий из кода пункта назначения и номера подсистемы (DPC + SSN), обеспечив непосредственное маршрутирование, выполняемое SCCP и MTP, т.е. функции трансляции SCCP не требуется. Некоторые объекты в сети сигнализации имеют один и тот же код DPC, и отличить их можно только по номеру подсистемы SSN. Примером могут служить центр коммутации подвижной связи и визитный регистр местонахождения, аппаратно реализованные в одной единице оборудования.

Функция управления маршрутизацией SCCP (SCRC) (см. рис. 1.19) принимает сообщения подсистемы MTP для маршрутизации и распознавания, после того как MTP получает их от другого узла в сети сигнализации. SCRC принимает также внутренние сообщения управления SCCP, ориентированного на соединение (SCOC), и управления, не ориентированного на со-

единение (SCLC), а также выполняет любые необходимые функции маршрутизации (например, трансляцию адреса) перед тем, как передать их в МТР для передачи в сети сигнализации или обратно в управление SCCP, ориентированное и не ориентированное на соединение.

Переданное подсистемой МТР сообщение, требующее маршрутизации, должно содержать параметр «адрес вызываемого абонента», который дает информацию для маршрутизации. Параметр «адрес вызываемого абонента» может использовать следующую информацию:

- только *номер подсистемы (SSN)* - это указывает на то, что принимающая подсистема SCCP является конечным пунктом данного сообщения. Номер SSN используется для определения местной подсистемы;
- только *глобальное наименование (GT)* - что указывает на требование трансляции. Трансляция глобального наименования дает в результате новый код пункта назначения DPC для маршрутизации этого сообщения и, возможно, новый номер SSN в параметре «адрес вызываемого абонента»;
- *SSN + GT* - в этом случае информация индикатора адреса используется для определения того, должны ли номер SSN или наименование GT использоваться для маршрутизации и обработки по приведенным выше пунктам 1) и 2) соответственно.

Информация адресации, указывающая место назначения сообщения, принятого от управления, ориентированного и не ориентированного на соединение, включается в каждое внутреннее сообщение. Информация адресации может принимать следующие формы: DPC; DPC + (SSN либо GT, или то и другое); GT; GT + SSN. Первая форма применяется к ориентированным на соединение сообщениям, за исключением сообщения «запрос соединения». Последние три формы применяются к не ориентированным на соединение сообщениям и к сообщению «запрос соединения».

В ходе установления соединения на секции соединений независимо присваиваются местные *условные номера* как исходящего пункта, так и пункта назначения. Когда условный номер пункта назначения становится известным, он является обязательным полем для всех сообщений, передаваемых по секции соединения. Каждый узел выбирает местный условный номер, который должен использоваться удаленным узлом как поле местного условного номера назначения в секции соединения для передачи данных. Местные условные номера остаются недоступными для использования в других секциях соединения, пока задействованная секция соединения не будет освобождена и условные номера не будут выведены из состояния занятости.

Подробное рассмотрение форматов и кодов сообщений SCCP приведено в [5, 26]. Здесь только отметим, что сообщения подсистемы управления SCCP передаются по звеньям данных сигнализации с помощью сигнальных единиц и поле сигнальной информации SIF каждой значащей сигнальной

единицы, содержащей сообщения SCCP, содержит целое число байтов. В сообщении SCCP входят следующие части: этикетка маршрутизации, тип сообщения, обязательная фиксированная часть, обязательная переменная часть и необязательная часть, которая может содержать поля переменной и фиксированной длины.

В сообщениях SCCP используется *стандартная этикетка маршрутизации*, причём структура сообщения подсистемы SCCP очень похожа на структуру сообщения подсистемы пользователя сети с интеграцией служб ISUP (см. далее). Единственное отличие состоит в отсутствии кода идентификации информационного канала. Каждое сообщение состоит из ряда параметров. Каждый параметр имеет «название», кодируемое как один байт. Длина параметра может быть фиксированной или переменной; для каждого параметра может включаться «индикатор длины» в один байт. Каждый тип сообщения имеет однозначно определённый формат.

Обязательные параметры фиксированной длины для конкретного типа сообщения должны содержаться в «фиксированной обязательной части». Положение, длина и порядок параметров однозначно определяются типом сообщения. Поэтому названия параметров и индикатор длины не включаются в сообщение.

Обязательные параметры переменной длины должны включаться в переменную обязательную часть. Название каждого параметра и порядок передачи указателей неявно определяются типом сообщения. Поэтому названия параметров не включаются в сообщение. Указатель используется для обозначения начала каждого параметра, поэтому параметры могут передаваться не в том порядке, в каком передаются данные указатели. Каждый указатель кодируется как один байт. Количество параметров и, следовательно, указателей однозначно определяется типом сообщения. Все указатели посылаются последовательно в начале обязательной переменной части. Каждый параметр содержит индикатор длины параметра, сопровождаемый содержанием параметра.

Необязательная часть состоит из параметров, которые могут включаться или не включаться в конкретный тип сообщения (причём параметры могут быть как фиксированной, так и переменной длины). Необязательные параметры могут передаваться в любом порядке. Каждый необязательный параметр может включать название параметра (один байт) и индикатор длины (один байт), сопровождаемые содержанием параметра.

После всех необязательных параметров передается состоящий из одних нулей байт «конец необязательных параметров». Этот байт включается в сообщение только при наличии в сообщении необязательных параметров.

Код типа сообщения состоит из поля в один байт и является обязательным для всех сообщений. Он однозначно определяет функцию и формат каждого сообщения SCCP.

Поле индикатора длины обозначается двоичным кодом, указывающим число байтов в поле содержания параметра. Индикатор длины не вклю-

чает байт названия параметра или байт индикатора длины. Величина указателя (двоичная) указывает число байтов между указателем (включительно) и первым байтом (не включая его) параметра, связанного с этим указателем. Величина указателя из одних нулей используется для указания, что в случае необязательных параметров такие параметры отсутствуют.

1.3.2. Подсистема ISUP

Изначально первыми подсистемами пользователей ОКС № 7, разработанными МККТТ, были:

- подсистема пользователя телефонии (Telephone User Part - TUP); и
- подсистема пользователя данных (Data User Part - DUP).

Подсистема телефонного пользователя TUP была разработана для управления установлением и разъединением телефонных соединений, и кроме этого, определяла дополнительные услуги телефонии (переадресацию, удержание вызова, и др.), [30 – 34]. Подсистема пользователей данных DUP была определена на ранней стадии разработки ОКС № 7 (рекомендации [35, 36]) для управления соединениями передачи данных с коммутацией каналов. Распространение подсистема DUP получила незначительное, и только некоторые операторы сетей реализовали выделенные сети передачи данных с коммутацией каналов. В настоящее время наиболее бурно развиваются сети с коммутацией пакетов, для которых не применима данная подсистема пользователя.

С внедрением технологии ISDN, предоставляющей наряду со всеми телефонными услугами и широкий спектр нетелефонных услуг, была разработана новая *подсистема пользователя сети с интеграцией служб (Integrated Service User Part - ISUP)*. Эта подсистема на современном этапе полностью удовлетворяет требованиям как по обслуживанию телефонных вызовов, так и по передаче данных, использует более современные решения, чем те, которые были определены для TUP [5]. Подсистема ISUP устраняет необходимость в подсистемах TUP, она содержит все их функции, кроме того, эти функции реализуются более гибко. В связи с этим при внедрении ОКС № 7 на ВСС РФ принято решение не использовать подсистему TUP, хотя на международной сети остается возможность работы с другими сетями, использующими подсистему TUP.

Подсистема ISUP разработана для обеспечения функций установления соединений с возможностью предоставления абонентам услуг ISDN. ISUP обеспечивает, кроме сигнальных услуг, ориентированных на передачу голоса, также дополнительные функции для поддержки неголосовых соединений и тех услуг ISDN, которые используют передачу данных «из конца в конец». Подсистема ISUP может быть использована в сетях ISDN, сетях под-

вижной связи, сетях передачи данных для обслуживания как абонентов ISDN, так и аналоговых абонентов.

Подсистема пользователя ISUP на международном уровне в настоящее время специфицирована в нескольких вариантах. Наиболее простым вариантом является версия ISUP в соответствии с рекомендацией [37]. Вариант, обладающий большими функциональными возможностями, соответствует рекомендациям [38 – 41] или так называемый ISUP'92, [5]. В основе российской национальной версии ISUP-R лежит рекомендация [37], поэтому в большинстве литературных источников перечень сообщений ISUP и их кодировка рассматриваются на основе данной рекомендации.

ISUP может пользоваться транспортными услугами либо МТР, либо SCCP (см. рис. 1.4). Услуги МТР используются при транспортировке сигнальных сообщений, относящихся к вызову между оконечными станциями ISDN, в то время как SCCP используется для дополнительных сигнальных услуг и сигнализации «из конца в конец». Оконечные пользователи ISDN пользуются услугами через их оконечные станции. В свою очередь, оконечные станции ISDN предоставляют эти услуги, используя услуги ISUP сети ОКС № 7. В итоге для оконечного пользователя ISDN подсистема ISUP не заметна (т.е. не имеет значения, каким образом выполняется соединение: с применением SCCP или без).

Подсистема ISUP позволяет предоставлять услуги ISDN в следующем объеме:

- услуги телефонии 3,1 кГц, 7 кГц (с коммутацией каналов, в том числе передача нетелефонной информации, совместимой с речевым каналом – факс, модемная связь); видеотелефония;
- по передаче цифровой информации 64 кбит/с без ограничений (с коммутацией каналов); пакетный режим;
- телефакс групп 2/3 и 4; телетекст 64 кбит/с; видеотекст;
- дополнительные услуги (предоставляемые совместно с основными):
 - прикладные услуги идентификации номера: прямой набор DDI (direct dialling in); мультиплексированный номер MSN (multiple subscriber number); определение номера вызывающей линии CUP (calling line identification presentation); запрет идентификации номера вызывающей линии CLIR (calling line identification restriction); определение номера вызываемой линии CQLP (connected line identification presentation); запрет идентификации номера вызываемой линии COLR (connected line identification restriction); определение злонамеренного вызова MCID (malicious call identification); подадресация SUB (subaddressing);
 - прикладные услуги направления вызова: передача вызова (CT); перенаправление вызова при занятости CFB (call forwarding busy); перенаправление вызова при неответе CFNR (call forwarding no reply); безусловное перенаправление вызова CFU (call forwarding unconditional); отклонение вызова CD (call deflection); поиск линии (LH); явная передача вызова (ECT); однора-

зовая передача вызова (SCT);

- прикладные услуги завершения вызова: вызов с ожиданием CW (call waiting); удержание вызова HOLD (call hold); завершение вызовов при занятости абонентов (CCBS); портативность терминала TP (terminal portability);

- многосторонние прикладные услуги: конференц-связь CONF (conference call add on); трехсторонняя связь ЗРТУ (three party);

- прикладные услуги общих интересов: замкнутая группа CUG (closed user group); выделенный план нумерации PNP (private numberation plan); многоуровневые приоритет и прерывание (MLPP);

- прикладные услуги оплаты: международная телекоммуникационная платежная карта; уведомление об оплате во время соединения AOC-D (advice of charge: charging information during the call); уведомление об оплате во время установленных соединений AOC-S (advice of charge: charging information at call set-up time); уведомление об оплате при завершении соединения AOC-E (advice of charge: charging information at the end of the call); обратная оплата REV;

- прикладная услуга передачи дополнительной информации: сигнализация пользователь-пользователь UUS (user-to-user signalling).

Сигнальная информация, передающаяся от подсистемы ISUP, представляется в виде значащих сигнальных единиц (MSU). Все поля в значащей сигнальной единице имеют фиксированную длину, за исключением поля сигнальной информации SIF. Поле SIF содержит информацию, предоставляемую подсистемой пользователя (в данном случае подсистемой ISUP) для передачи. Длина этого поля от 2 до 272 байтов.

Поле сигнальной информации состоит из этикетки маршрутизации, кода идентификации канала, типа сообщения и параметров. Параметры подразделяются на обязательную фиксированную часть, обязательную переменную часть и необязательную часть, как это имело место для SCCP. Код идентификации канала (CIC) имеет длину два байта и указывает номер разговорного канала между двумя станциями, к которому относится сообщение. Так, если используется цифровой тракт 2,048 Мбит/с, то пять младших битов CIC кодируют в двоичном виде речевой временной интервал. Оставшиеся же 7 битов используются, когда необходимо определить, какому ИКМ-потoku принадлежит данный речевой интервал. Подробное описание форматов полей, а также сообщений и параметров сообщений ISUP представлено в [5].

Активное использование переменных и необязательных полей в сообщениях ISUP позволяет иметь гораздо более гибкую и адаптируемую к изменениям подсистему, чем TUP. В этом отношении используемые в ISUP принципы форматирования подобны принципам, описанным для SCCP в предыдущем разделе. Однако соединения SCCP не относятся к разговорному каналу и при этом используется местный условный номер для идентифика-

ции конкретной транзакции, а подсистема ISUP поддерживает каналный подход идентификации транзакции, т.е. в сообщении ISUP используется номер разговорного канала для идентификации информации, относящейся к этому каналу. По этой причине в ISUP (как и в TUP) применяется код идентификации канала CIC.

Наличие необязательных параметров в форматах сообщений подсистемы ISUP увеличивает гибкость предоставляемых пользователю услуг. Однако такая гибкость, с другой стороны, увеличивает затраты на анализ сообщения в АТС с учётом значительной длины (в битах) необязательных форматов – вплоть до возникновения сбоя (в редких случаях [5]), связанного с превалированием необязательных полей над обязательными (что зависит от структуры конкретной программно-аппаратной реализации сети сигнализации). Кроме того, гибкий подход к необязательным полям сам по себе требует дополнительной обработки для определения, какая информация присутствует в конкретном сообщении, а какая нет. Тем не менее метод форматирования ISUP является чрезвычайно гибким и обеспечивает реализацию как уже сформулированных, так и перспективных требований.

Подсистема ISUP, пользуясь услугами MTP и SCCP, обеспечивает логическое соединение между двумя оконечными станциями ISDN. Для установления и поддержания вызова в сети ISDN необходима передача разнообразной служебной информации между оконечными станциями. Так, телефонный номер, указываемый терминалом ISDN, используется MTP и/или SCCP для маршрутизации в течение установления соединения; код идентификации канала CIC используется подсистемой ISUP для соединения в сети ОКС № 7, а информация о вызове определяет тип соединения между оконечной станцией и терминалом ISDN. Подробная процедура установления и разъединения базового соединения в виде стрелочной диаграммы представлена в [5]. Эта диаграмма также демонстрирует отношение между абонентской сигнализацией ISDN и сообщениями ISUP.

Подсистема ISUP поддерживает ряд дополнительных возможностей для телефонных услуг и услуг передачи данных, которые не обеспечивает TUP. Для реализации дополнительных услуг используются или специальные сообщения ISUP, или параметры, включаемые в сообщения установления и разъединения соединения.

Например, услуга «переносимость терминала» может использоваться, чтобы предоставить возможность абоненту заменить применяемое в настоящий момент оконечное оборудование или изменить его местоположение в помещении абонента без разъединения. Услуга инициируется любым абонентом путем послыки сообщения «запрос прерывания» (SUS), которое передается через сеть к другой стороне. Когда связь потребуется снова, абонент посылает сообщение «возобновление» (RES). Участвующая в соединении АТС

запускает таймер при приеме сообщения «запрос прерывания» для предотвращения чрезмерно длительных прерываний соединения.

Еще одной дополнительной услугой, поддерживаемой ISUP, является модификация во время соединения, которая предоставляет вызывающему и вызываемому абонентам возможность модифицировать характеристики соединения во время разговора или передачи данных. Примером применения этой услуги является случай, когда вызывающий и вызываемый абоненты хотят перейти от режима передачи данных (со скоростью 64 кбит/с) к разговорному режиму. Во время установления такого соединения сообщение IAM должно было содержать параметры, указывающие, что требуется соединение передачи данных, в результате чего эхозаградители не были подключены. Если во время соединения появилась необходимость перехода на режим разговора, могут потребоваться эхозаградители. Процедура модификации во время соединения позволяет подключать эхозаградители во время соединения, используя сообщение запроса модификации соединения SMR. Когда каждая участвующая в соединении АТС произведет необходимые модификации, последняя станция в цепочке возвратит сообщение о завершении модификации соединения СМС, подтверждая, таким образом, то, что может начинаться режим разговора.

Сигнализация «пользователь – пользователь» позволяет передавать данные между вызывающим и вызываемым абонентами через сеть сигнализации. Для сигнализации «из конца в конец» узлы в сети не анализируют данные «пользователь – пользователь», и эти данные передаются прозрачно от одного абонента к другому. При сигнализации «пользователь – пользователь» даже местные АТС в конечных пунктах не анализируют эту информацию.

Существуют три вида обслуживания сигнализации «пользователь – пользователь», [5]:

1) информация «пользователь – пользователь» включается в ряд сообщений: начальное адресное сообщение (IAM), сообщение о принятии полного адреса (ACM), сообщение ответа (ANM) и разъединения (REL);

2) происходит обмен информацией «пользователь – пользователь» во время установления соединения, между сообщением о принятии полного адреса и сообщением ответа;

3) происходит обмен информацией «пользователь – пользователь» в фазе разговора/передачи данных с использованием информационных сообщений «пользователь – пользователь».

Каждый вид обслуживания может применяться в каждом соединении независимо друг от друга или вместе.

Процедуры обработки сбойных ситуаций в ISUP также более обширны, чем в TUP. Критерии и действия в нештатных ситуациях аналогичны процедурам TUP, включая сброс, двойное занятие и ненормальное разъединение.

Следует также учитывать, что не все АТС имеют одну и ту же версию ОКС № 7. В реальных условиях некоторые АТС работают с более ранней версией ОКС № 7, тогда как другие работают с более современной версией, а модифицировать все АТС одновременно невозможно по экономическим причинам. Для учета этих обстоятельств в ISUP определены специальные процедуры.

Рассмотрим две АТС, имеющие функции ISUP. АТС А была модифицирована для работы с более современной версией ISUP, обеспечивающей новые услуги. АТС Б еще не была модернизирована и использует предыдущую версию. Если АТС Б принимает сообщение, которое она не понимает, она возвращает АТС А сообщение о несоответствии, в которое включен параметр «нераспознанное сообщение». Это означает, что АТС Б не может обслужить соединение. В этой ситуации АТС А может выбрать одно из трех следующих действий:

- послать альтернативное сообщение, которое АТС Б сможет воспринять, если такое возможно;
- перенаправить сообщение на другую станцию, которая поддерживает улучшенную версию ISUP;
- информировать вызывающего абонента, что новая услуга еще не доступна на запрошенном маршруте.

Если возможно продолжить установление соединения без нераспознаваемой информации, то АТС Б обрабатывает соединение. Если невозможно продолжить соединение без этой информации, выполняются процедуры разъединения.

Сигнализация «из конца в конец»¹ позволяет станциям передавать и принимать сигнальную информацию без её анализа промежуточными АТС (например, междугородной АТС - АМТС). Этот тип сигнализации обычно используется между местными АТС для передачи специальной информации об услугах, запрошенных вызывающим или вызываемым абонентом. В этом случае сигнализация «из конца в конец» маршрутизируется через АМТС, но АМТС не анализируют содержимое передаваемых сообщений. В этом контексте местные АТС называются конечными пунктами. Определены две формы сигнализации «из конца в конец»: *прохождение по сети* и *метод SCCC*.

Метод прохождения по сети сигнализации «из конца в конец» использует информацию маршрутизации, ориентированную на соединение. Когда ISUP устанавливает телефонное соединение или соединение передачи данных, набираемый вызываемым абонентом номер преобразуется в информацию маршрутизации для использования в сети сигнализации. Эта информация маршрутизации представляет собой этикетку маршрутизации плюс код идентификации канала (СIC). Информация маршрутизации хранится в каждой участвующей в соединении АТС в течение всего соединения, а для

ее передачи имеется специальный тип сообщения. Когда во время соединения транзитная АТС принимает сообщение этого типа, она использует уже имеющуюся информацию маршрутизации и для передачи сообщения к следующей АТС, не выполняя анализа информации сигнализации «из конца в конец», содержащейся в самом сообщении. Только местным АТС (конечным пунктам), которые передают и принимают информацию «из конца в конец», требуется анализировать полное сообщение.

В методе SCCP для передачи сигнальной информации используется подсистема SCCP, где также имеются два способа передачи информации: режим, не ориентированный на соединение, и режим, ориентированный на соединение.

В случае применения способа, не ориентированного на соединение, передаваемое от исходящей АТС к входящей АТС, сообщение ISUP (обычно IAM) включает метку соединения. Эта метка означает указание для входящей оконечной АТС о том, что требуется не ориентированный на соединение обмен информацией по SCCP. После приема метки соединения на входящей оконечной АТС соответствующая метка соединения возвращается на исходящую оконечную АТС в сообщении о принятии полного адреса ACM. Этот обмен метками соединения позволяет передавать сообщения типа «данные без соединения», используя SCCP.

При ориентированном на соединение методе в сообщении ISUP вставляется параметр «запрос соединения» (Connection Request - CR). Если сигнализация «из конца в конец» требуется одновременно с установлением соединения ISUP, то запрос CR вставляется в IAM, а если соединение уже существует, то могут использоваться другие типы сообщений ISUP. Прием на входящей АТС сообщения IAM с запросом CR указывает, что исходящая АТС устанавливает соединение «из конца в конец». На входящей АТС запрос CR пересылается подсистемой ISUP в подсистему SCCP, которая затем уже непосредственно отвечает подсистеме SCCP исходящей АТС сообщением о подтверждении соединения CC. Затем осуществляется передача данных с использованием стандартных процедур SCCP.

Описанный выше метод сигнализации предоставляет возможность устанавливать логические соединения для обмена сигнальной информацией между оконечными пунктами, а также организовывать физические соединения каналов. Это очень гибкий и мощный инструмент, который со временем будет применяться все более широко для предоставления современных услуг связи [5].

Необходимость в передаче подвижных и неподвижных изображений больших объемов данных с высокой скоростью, объединении локальных и корпоративных вычислительных сетей привела к созданию концепции *широкополосной цифровой сети с интеграцией служб B-ISDN (Broadband Integrated Service Digital Network)*, [42 – 45]. В настоящее время предоставление широкополосных услуг является наиболее эффективным при использовании

в сетях R-ISDN *асинхронного режима передачи ATM (Asynchronous Transfer Mode)*. Для поддержки новых архитектур B-ISDN и ATM протокол ОКС № 7 был модифицирован. Введена новая версия подсистемы ISUP – *подсистема пользователя широкополосной цифровой сети с интеграцией служб B-ISUP (Broadband Integrated Service User Part)*, включающая дополнительные типы сообщений и параметров для поддержки широкополосных услуг.

B-ISUP является протокольным уровнем ОКС № 7, который обеспечивает функции межстанционной сигнализации, поддержку услуг по передаче информации, специализированные абонентские дополнительные услуги, обусловленные использованием абонентского сигнального протокола, представленного в [46]. Подсистема B-ISUP приспособлена для применения как в международных, так и в национальных сетях. Наряду со стандартной структурой протокола в B-ISUP также зарезервировано кодовое пространство для использования национальными администрациями при вводе специфических сигнальных сообщений и информационных элементов.

Возможны альтернативные архитектурные решения по реализации сигнального протокола в сети B-ISDN (рис. 1.20) следующие:

- использование подсистемы B-ISUP во взаимодействии с тремя уровнями платформы MTP (сетевым - MTP-3, канальным - MTP-2 и физическим MTP-1);
- использование подсистемы B-ISUP во взаимодействии с уровнями MTP-3, SAL, ATM, MTP-1.

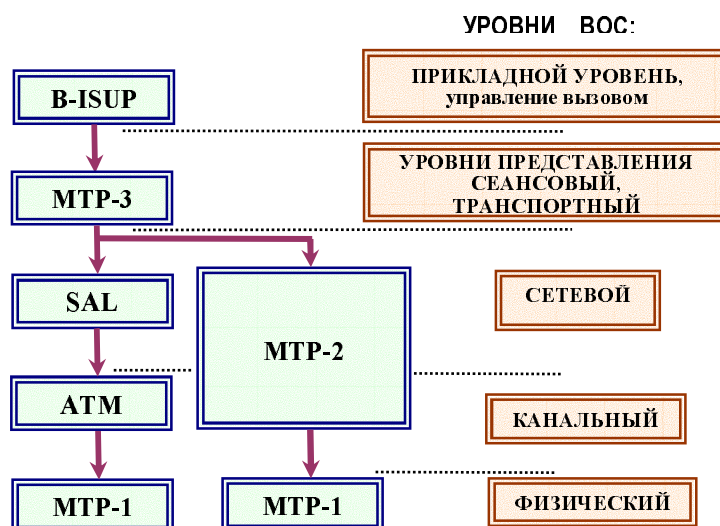


Рис. 1.20. Стек протоколов при использовании подсистемы B-ISUP

В первом случае осуществляется простая замена подсистемы ISUP на подсистему B-ISUP, и все другие уровни стека протоколов ОКС № 7 остаются неизменными. Этот вариант реализации сигнализации в сети B-ISDN ос-

новывается на использовании квазисвязанного режима в сети ОКС № 7. Существующие узкополосные звенья сигнализации используются для транспортировки сигнальных сообщений и широкополосной сети [5]. Для внедрения стека протоколов В-ISUP требуются изменения только в программном обеспечении уровня ISUP.

Когда число АТМ-коммутаторов в сети мало и используются только прямые звенья сигнализации, целесообразно использование второго варианта стека протоколов (рис. 1.20). Каналы АТМ и В-ISDN являются чаще *виртуальными каналами VC (Virtual Circuit)*, чем физическими. Это предъявляет новые требования к сети ОКС № 7 для обеспечения возможности подключения и управления такими виртуальными каналами. Для этой цели в стек протоколов ОКС № 7 на канальном уровне введены *уровень адаптации сигнализации (Signaling Adaptation Layer - SAL)* и *уровень АТМ*. Уровень SAL обеспечивает необходимые функции уровня звена сигнализации для виртуальных каналов и расположен над уровнем АТМ. Уровень АТМ формирует ячейки стандартной длины, которые переносят сигнальные единицы. Функции сетевого уровня по-прежнему обеспечивает уровень МТР-3, расположенный над уровнем SAL. Однако при такой реализации стека протоколов ОКС № 7 ограничена возможность поддержки услуг, основанных на транзакциях, например, при маршрутизации сообщений к SCCP в интеллектуальной сети.

Подсистема В-ISUP обеспечивает установление и разъединение соединений виртуальных каналов в сети АТМ со следующими характеристиками для обслуживаемых вызовов:

- тип соединения (переменная скорость передачи битов VBR, постоянная скорость передачи битов CBR [47]);
- скорость передачи ячеек в прямом направлении;
- скорость передачи в обратном направлении (симметричная или асимметричная);
- тип уровня адаптации пользователя SAL;
- транзитная задержка.

В подсистеме В-ISUP используются в основном те же сигнальные сообщения, что и определенные в рекомендации [39] для ISUP. Дополнительные сигнальные сообщения, введенные в В-ISUP, приведены в [5]. Ряд сообщений имеют новое толкование в связи с особенностями сетей В-ISDN и АТМ. По сравнению с подсистемой ISUP значительно расширен список параметров сигнальных сообщений В-ISUP. Он включает приблизительно 110 параметров. Введены такие параметры, как параметры уровня адаптации АТМ, скорость ячеек АТМ, возможность широкополосной передачи и другие. Подробный перечень параметров сообщений подсистемы В-ISUP приведен в [43].