

Б. С. Гольдштейн

# СИГНАЛИЗАЦИЯ В СЕТЯХ СВЯЗИ



МОСКВА «РАДИО И СВЯЗЬ» 1997

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В книге предпринята попытка обобщенного и до некоторой степени формализованного описания систем сигнализации в российских телефонных сетях. Следует сразу же отметить практически полную с технической точки зрения идентичность (по крайней мере, на момент написания данной книги) этих сетей и телефонных сетей других независимых государств, ранее входивших в СССР. Все вместе эти сети составляют значительную часть глобальной телефонной сети, охватывающей весь земной шар.

Изложение материала начинается с рассмотрения эволюции протоколов сигнализации в телефонных сетях, основ классификации различных способов сигнализации (глава 1). Там же предлагается определить само понятие сигнализации как системы жизнеобеспечения сети связи, преобразующей инертную совокупность коммутационных узлов и систем передачи в мощный механизм предоставления услуг связи.

При описании разнообразных протоколов сигнализации автор старался следовать принципу «бритвы Оккама», сформулированному английским философом Уильямом из Оккама (1281-1349) следующим образом: «Сущности не следует умножать без необходимости». Насколько это удалось - судить читателю, а для реализации такого подхода в главе 2 приведена базирующаяся на языке спецификаций и описаний SDL методология представления протоколов сигнализации. Первый параграф этой главы построен следующим образом: в начале приводится введение в SDL, достаточное для понимания остального материала книги, а затем рассматриваются некоторые концептуальные понятия SDL-92, полезные для более детальных спецификаций протоколов сигнализации. Тот же прием использован в следующем параграфе, посвященном языку MSC, на котором написаны сценарии обмена сигналами в следующих главах книги.

Наибольшее внимание уделено специфическим российским системам сигнализации. В главе 3 рассмотрены протоколы сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам, а в главе 4 - имеющая аналогичную логику система сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям. Глава 5 посвящена описанию весьма распространенных в российских сетях одно- и двухчастотных систем сигнализации, а глава 6- многочастотным системам сигнализации и, в частности, многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок». Вероятно, именно благодаря этому протоколу сигнализации, использующему частоты, совпадающие с частотами протокола R1, и логику, близкую к протоколу R2, совокупность описываемых в параграфах 3.2,3.3 и 6.1 протоколов сигнализации получила весьма остроумное фольклорное наименование «R полтора».

Глава 7 посвящена различным протоколам сигнализации по одному выделенному сигнальному каналу, используемым в сельских телефонных сетях (код «норка», индуктивный код).

Функционирование российских телефонных сетей связано с некоторыми уникальными процедурами обслуживания вызовов, включая вмешательство телефонистки междугородной станции в разговор вызываемого абонента, автоматическое определение номера вызывающего абонента (АОН) и др. Эти специфические процедуры обслуживания вызовов рассматриваются в главе 8.

Глава 9 отличается от других глав, содержащих анализ реально функционирующих в российских телефонных сетях систем сигнализации и процедур обслуживания вызовов. Кратко рассмотренные в главе 9 международные системы сигнализации, включая упомянутые выше R1 и R2, представляются также отнюдь не бесполезными для читателя. Интерес к этим протоколам обусловлен не только и не столько тем, что они иногда встречаются в российских сетях, а преемственностью технических идей, сходством путей эволюции протоколов сигнализации и очевидной эффективностью их международной унификации.

Наиболее объемная глава 10 относится уже к другому поколению протоколов - к общеканальной сигнализации № 7. Первоначально многие формулировки этой главы были написаны в будущем времени, однако в процессе подготовки рукописи автор с удовольствием переписывал их в настоящем времени по мере того, как протоколы из перспективных превращались в реальную прагматику проектирования сетей связи. Другим положительным фактором (даже с учетом отмеченных в тексте особенностей национальных версий протоколов) является та самая международная унификация, сожаление об отсутствии которой так часто выражается в других главах книги.

Последняя глава - 11 посвящена различным инструментальным средствам анализа, тестирования и конвертации протоколов сигнализации. В первом параграфе этой главы приведены некоторые математические формулы для определения периода сканирования комплектов сигнализации, расчета емкости пучков соединительных линий, оценки вероятностно-временных характеристик процедур обработки сигнализации и т. п. Если читатель увидел аналогию между этим предупреждением и известной надписью над воротами платоновской Академии: «Не сведующий в математике да не входит в этот дом», то это не так. Все результаты приведены на инженерном уровне строгости, а для более глубокого изучения этой проблематики предложены ссылки на соответствующую литературу.

Все источники, в той или иной мере использованные при написании книги, приведены в списке литературы, однако ссылки на эти источники делаются только в том случае, если ознакомление с ними, по мнению автора, будет способствовать более глубокому изучению тех или иных вопросов, рассматриваемых в книге.

В книге широко используется и обобщается опыт, накопленный автором и его коллегами по Ленинградскому отраслевому научно-исследовательскому институту связи (ЛОНИИС), являющемуся на протяжении всей своей 80-летней истории головным институтом СССР и России в области местных телефонных сетей. Высокий профессионализм сотрудников и стимулирующая творческая атмосфера в ЛОНИИС, а также доброжелательная поддержка администрации института являлись решающими факторами в подготовке данной книги.

Особо следует отметить значительный вклад Л.Слуцкого в обсуждение самой идеи этой книги и в разработку материалов, вошедших затем в ряд глав. Лишь его переход на работу в компанию Siemens (Германия) вынудил автора в одиночестве пройти тернистый путь написания этой книги. Н.Сибирякова скрупулезно проверила SDL-диаграммы и описания большинства глав, исправив целый ряд ошибок, неизбежных для материалов такого рода. Аналогичная редакторская работа для других глав была выполнена Н.Апостоловой, И.Ехриелем и Р.Перле. Некоторые сотрудники института также оказали автору неоценимую помощь при подготовке книги, и, не имея возможности назвать всех, автор прекрасно осознает, что без их усилий эта книга еще долго не появилась бы у читателя.

Автор также благодарен коллегам из зарубежных компаний Siemens, Nortel, AT&T, Tadiran, Italtel, Alcatel, NEC, LG, Daewoo, Telrad, Samsung, GDK, Hanwha, Harris, Kapsch, Rolm, Qualcomm и др., которые своими глубокими и проницательными вопросами, возникавшими в процессе адаптации коммутационного оборудования этих компаний к российским телефонным сетям, часто заставляли автора заново переосмысливать и лучше понимать представленные в книге спецификации и алгоритмы.

Если читатель найдет что-либо интересное и/или полезное в представленном труде, значительную роль в этом сыграли упомянутые выше коллеги. Что же касается огрехов и неточностей, то все они целиком на совести автора, который будет благодарен всем читателям, которые обнаружат эти недостатки и сообщат свои впечатления, замечания и пожелания по улучшению книги.

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АОН	- автоматическое определение номера
АТС	- автоматическая телефонная станция
ВСК	- выделенный сигнальный канал
ЗСЛ	- заказно-соединительная линия
ИКМ	- импульсно-кодовая модуляция
МККТТ	- Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии. В настоящее время преобразован в ITU-T
СЛ	- соединительная линия
СЛМ	- соединительная линия междугородная
ASN. 1	- Abstract Syntax Notation One - язык спецификаций
AT&T	- American Telephone and Telegraph Company, США
DTMF	- DialToneMultifrequency-многочастотныйнаборномера
IN	- IntelligentNetwork-интеллектуальнаясеть
INLOC	- Incoming Local - блок обработки входящих местных вызовов
INTOL	- Incoming Toll-блок обработки входящих междугородных вызовов
ISUP	- ISDN User Part-подсистема пользователя ISDN
ITU	- International Telecommunication Union- Международный союз электросвязи
MFS	- Multifrequency Shuttle - блок многочастотной сигнализации «импульсный челнок», MFR-многочастотный приемопередатчик
MSC	- Message Sequence Chart - диаграммы последовательных сообщений, язык спецификаций
MTP	- Message Transfer Part - подсистема передач и сообщения ОКС-7
OMAP	- Operations, Maintenance and Administration Part-подсистема эксплуатации, технического обслуживания и административного управления ОКС-7
OSI	- Open Systems Interconnection - модель взаимосвязи открытых систем
OTLOC	- Outgoing Local - процесс обработки исходящих вызовов
PICS	- Protocol Implementation Conformance Statement – утверждение согласования реализации протокола
PIXIT	- Protocol Implementation Extra Information for Testing - дополнительная информация по тестированию реализации протокола
SCCP	- Signaling Connection Control Part-подсистема управления соединениями сигнализации ОКС-7
SCP	- Service Control Point-узел управления услугами
SDL	- Specification and Description Language - язык SDL
TCAP	- Transaction Capabilities Application Part - подсистема управления возможностями транзакций ОКС-7

# Глава 1

## ПРИНЦИПЫ СИГНАЛИЗАЦИИ В ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЯХ

*Только тогда можно понять сущность вещей,  
когда знаешь их происхождение и развитие.*

Гераклит Эфесский

### 1.1. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Необходимость сигнализации по межстанционным соединительным линиям, как и сама концепция концентрации телефонной нагрузки в коммутационных узлах и станциях, совершенно естественно вытекают из невозможности организации непосредственного соединения каждого с каждым для миллионов абонентов, желающих связаться друг с другом. Непреодолимые экономические ограничения обусловили иное построение телефонных сетей на базе коммутационных станций, связанных между собой соединительными линиями. И хотя существует конечная вероятность отказов из-за отсутствия свободных соединительных путей, такой концептуальный подход устраивает подавляющее число абонентов с учетом приемлемой стоимости услуг связи.

Термин «автоматическая телефонная станция» (АТС) возник в эпоху ручных телефонных станций (1880-1910 гг.) и связан с изобретением А.Б. Струджера из Канзас-Сити. Сменившая ручные станции эпоха электромеханических АТС (1910-1960 гг.) включала этапы шаговых АТС, машинных систем и координатных АТС, а в 1960 г. сменилась эпохой электронных АТС. Электронные системы коммутации, в свою очередь, также успели пройти три этапа развития: пространственная коммутация аналоговых сигналов с управлением по записанной программе (1965-1975 гг.), временная коммутация цифровых сигналов с централизованным программным управлением (1975-1985 гг.) и цифровые АТС с распределенным микропроцессорным программным управлением и распределенной цифровой коммутацией после 1985 г. Предполагается [105], что последняя технология будет использоваться до второй декады XXI века с постепенным внедрением широкополосной коммутации, новых стандартов и протоколов, но с сохранением концепции системы общеканальной сигнализации №7 в качестве базы развития всемирной телекоммуникационной сети.

В России эпоха ручных телефонных станций началась с подписанной в ноябре 1881 г. телеграфным департаментом Министерства внутренних дел концессии на строительство и эксплуатацию телефонных се-

тей общего пользования в Петербурге, Москве, Варшаве, Одессе, Риге сроком на 20 лет. Однако, не приступая к строительству, владелец концессии инженер фон-Баранов перепродал все права Телефонной компании Белла (США), которая построила, оборудовала и открыла в 1882-1883 гг. на указанных условиях телефонные сети в этих пяти городах. На этих станциях устанавливались однопроводные коммутаторы системы Гилеланда.

Первые российские ручные телефонные станции были изготовлены на заводах Уфимской губернии (Симка-завод, Аша-Балашовский завод и Миньярский завод), что, может быть, послужило одним из поводов для выбора места производства электронных АТС типа МТ-20 [96].

К началу 1917 г. телефонная сеть России включала 232 тыс. абонентов, половина которых находилась в Петрограде и Москве. В последующие годы были уничтожены помимо всего прочего 2/3 этой номерной емкости, и к 1922 г. общее количество абонентов составляло лишь 89 тысяч. В это время народный комиссар почт и телеграфов В.Н. Подбельский в своей работе «Почта, телеграф и телефон» [81] писал: «Мы должны поставить телефон Советской России на высшую ступень технического совершенства. Это бесспорно. Мы должны выработать такую организационную форму в управлении телефонным делом, при которой достигалась бы максимальная возможность управлять этим делом с наименьшей тратой сил и с наибольшим результатом в смысле расширения строительства и планомерного управления телефонным делом - это также бесспорно. Но бесспорно и то, что эта работа является для нас не целью, а лишь ступенью к тому, чтобы предоставить телефон в пользование широких народных масс».

Читатель, вероятно, уже оценил фантастическую актуальность этих лозунгов сегодня, спустя восемь десятков лет, откуда можно сделать вывод, что цели были верны, хотя средства выбирались не всегда удачно. Если это так, то у него (читателя) есть возможность все сделать лучше. Развитие телекоммуникации, как и других отраслей науки и техники, руководствуется древней восточной мудростью «Дорогу осилит идущий», и если данная книга хоть как-то окажется полезной на этом пути, автор будет считать свою задачу выполненной.

Так или иначе, на протяжении всей своей истории телефонная сеть России и СССР развивалась и росла, оставаясь одной из крупнейших сетей в мире. На рисунке 1.1 и в таблице 1.1 представлены темпы этого развития.

Первая автоматическая телефонная станция емкостью 6000 номеров была пущена в эксплуатацию в Ростове-на-Дону в 1929 г. [52]. В конце второй мировой войны Министерством связи СССР и промышленностью была разработана АТС-47 декадно-шаговой системы. В связи с этим

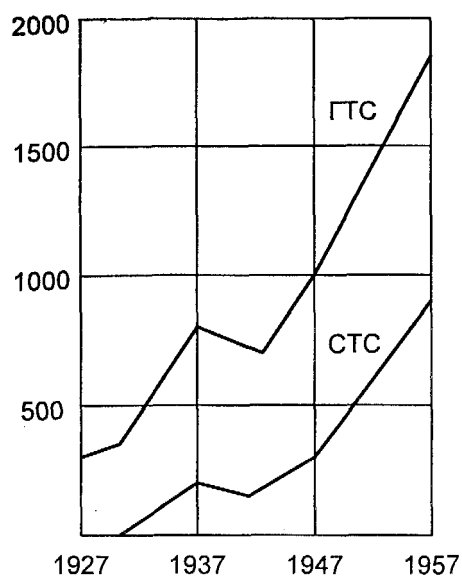


Рис. 1.1. Рост номерной емкости местных телефонных сетей

Таблица 1.1. Рост номерной емкости местных телефонных сетей

Год	Количество телефонных аппаратов на начало года
1883	772
1893	6760
1903	36738
1913	162 063
1917	232 337
1918	233 420
1922	89 009
1924	121.275
1929	235 000
1935	566 000
1941	1 044 000
1943	530 000
1947	882 000
1952	1 307 000
1957	1 777 000

полезно вспомнить, что английский патент на АТС с шаговым искателем еще в 1895 г. получили российские инженеры М.Ф. Фрейденберг и С.М. Бердичевский-Апостолов. В 1954 г. заводом «Красная заря» и Ленинградским отраслевым научно-исследовательским институтом связи (ЛОНИИС) было создано новое поколение станций декадно-шаговой системы - АТС-54.

В 1957 г. в Ленинграде была установлена первая автоматическая подстанция координатной системы емкостью 100 номеров. Позднее в ЛОНИИС под руководством профессора Б.С. Лившица совместно с заводом «Красная заря» была разработана АТС координатной системы большой емкости, и в 1967-1968 гг. на Калининском проспекте в Москве была смонтирована автоматическая телефонная станция координатной системы на 30 тыс. номеров. Координатные АТС разработки ЛОНИИС производились также в ГДР и Чехословакии.

Сегодня в эксплуатации на городских телефонных сетях Российской Федерации все еще находятся эти декадно-шаговые АТС (АТС-47 и АТС-54) и координатные АТС (АТСК, АТСКУ, АТСК-100/2000, ПСК-1000), составляющие порядка 25% и 60% емкости ГТС, соответственно. Оставшиеся 15% представляют собой квазиэлектронные и современные электронные цифровые станции. Общая смонтированная емкость сельских телефонных сетей составляет 3.8 млн. номеров, обслуживаемых в основном АТС координатной системы типов АТСК 100/2000 и АТСК 50/200.



Типовая структура городской телефонной сети (ГТС) представлена на рис. 1.2. Здесь показана телефонная сеть крупных городов, например, Москвы или Санкт-Петербурга. Такая сеть характеризуется наличием 7-значной закрытой нумерации и обеспечивает включение до 8 миллионов абонентских линий. В рамках ГТС каждая местная АТС имеет связи, как минимум, с одной междугородной станцией и с несколькими местными АТС, а также, возможно, с транзитными узлами входящих и/или исходящих сообщений, узлом спецслужб УСС и др.

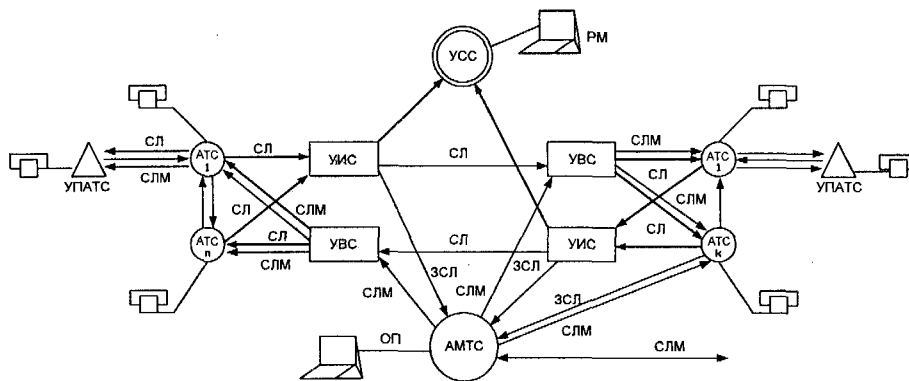


Рис. 1.2. Типовая структура ГТС

Телефонные сети очень сложны как с точки зрения организации обслуживания вызовов, так и с точки зрения других технологий, необходимых для предоставления разнообразных услуг абонентам. Для выполнения всех этих функций требуется наличие сигнализации между коммутационными узлами и станциями сети электросвязи. Сигнализация обеспечивает возможность передачи информации внутри сети, а также между абонентами и сетью электросвязи.

Так что же такое *сигнализация*? По образному выражению Р. Мантерфилда [121], сигнализация - это кровеносная система сетей электросвязи, которая поддерживает совместное существование коммутационных узлов и станций в сети для обеспечения функций обслуживания абонентов. Без сигнализации сети мертвы, а с введением эффективных систем сигнализации сеть становится мощным средством, с помощью которого абоненты могут общаться друг с другом и пользоваться все расширяющимся спектром услуг электросвязи. Характерной особенностью протоколов сигнализации является их быстрая эволюция. Существующие еще сегодня системы сигнализации, являющиеся просто механизмом передачи базовой информации, постепенно заменяются более мощными протоколами передачи данных, обеспечивающими беспрепятственную и эффективную передачу информации между коммутационными узлами и станциями в сети.

## 1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОТОКОЛОВ СИГНАЛИЗАЦИИ

Межстанционная сигнальная информация передается различными способами, которые можно разделить на три основных класса.

Первый класс - это способы передачи сигналов непосредственно по телефонному каналу (разговорному тракту), называемые иногда «внутриполосными» системами сигнализации. По телефонным каналам (физическим цепям) сигналы могут передаваться постоянным током, токами тональной частоты, индуктивными импульсами и др.

Второй класс - сигнализация по индивидуально выделенному сигнальному каналу (ВСК). Как правило, в таких системах обеспечиваются выделенные средства передачи сигнальной информации (выделенная емкость канала) для каждого разговорного канала в тракте передачи информации. Это может быть 16-й временной канал в ИКМ тракте, выделенный частотный канал вне разговорного спектра канала ТЧ на частоте 3825 Гц и др.

Третий класс - это системы общеканальной сигнализации (ОКС). В протоколах этого класса тракт передачи данных сигнализации предоставляется для целого пучка телефонных каналов по принципу адресно-группового использования, т.е. сигналы передаются в соответствии со своими адресами и размещаются в общем буфере для использования каждым телефонным каналом как и когда это потребуется.

Системы сигнализации первых двух классов разработаны для применения в сетях со старыми технологиями, в которых коммутационные узлы и станции являются в основном аналоговыми и используют принцип замонтированной программы. Не только российские телефонные сети, но и большинство национальных сетей электросвязи во всем мире до сих пор включают значительную часть оборудования, использующего эти системы сигнализации. К тому же, даже при внедрении самых современных станций требуется взаимодействие с существующими системами сигнализации. Поэтому описание принципов и самих систем сигнализации первых двух классов составляет значительную часть объема данной книги. При этом описания наиболее распространенных на телефонных сетях России систем сигнализации доведены до уровня формализованных спецификаций и могут служить базой для их реализации в современных цифровых коммутационных узлах и станциях.

Протокол общеканальной сигнализации (ОКС) оптимален для использования в сетях с современными технологиями, основанными на цифровой коммутации и программном управлении, в связи с чем самая объемная глава книги посвящена этому протоколу. Данная книга не претендует на исчерпывающее рассмотрение систем ОКС на уровне спецификаций. Обязательно определяемые в спецификациях режимы функционирования в условиях неисправностей и ошибочных данных, другие техниче-

кие подробности в значительной степени пропускаются в материалах главы 10 для того, чтобы читатель смог сконцентрировать внимание на принципах протокола ОКС. После объяснения этих принципов спецификации будут восприниматься гораздо легче.

Такой неравноправный подход к описаниям систем сигнализации различных классов объясняется следующими причинами. Детальные спецификации систем общеканальной сигнализации, включающие SDL-диаграммы, структуры данных, временные параметры сигналов, сценарии и т.п., разрабатываются и совершенствуются специалистами Исследовательской комиссии 11 Международного консультативного комитета по телеграфии и телефонии (МККТТ), преобразованного в настоящее время в Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (в английской аббревиатуре ИТУ-Т), и регулярно публикуются в цветных книгах ИТУ-Т, в частности, рекомендации Q.700 в выпусках Желтой, Красной и Голубой книг МККТТ (1981, 1985 и 1989 гг.) и Белой книги ИТУ-Т (1993 г.). Эти спецификации могут быть доступны любознательному читателю наряду с другими книгами по общеканальной сигнализации [121,124]. В то же время SDL-диаграммы, таблицы тайм-аутов, сценарии обмена сигналами и т.п. для специфических российских систем сигнализации по телефонным каналам и ВСК, а также для уникальных процедур определения номера вызывающего абонента (АОН) создавались автором и его коллегами для собственных разработок программно-управляемой коммутационной техники, практически нигде не публиковались, и лишь резко усилившийся в последние годы интерес российских и зарубежных связистов к этой проблематике заставил автора задуматься о целесообразности написания этой книги.

Другой, не менее прагматической причиной такой разницы в уровне детализации описаний является относительная простота логики существующих систем сигнализации, позволяющая их спецификациям уместиться в ограниченном объеме книги и быть легко понятыми читателем.

### 1.3. ЭВОЛЮЦИЯ ПРОТОКОЛОВ СИГНАЛИЗАЦИИ

Одним из основных факторов, оказывающих влияние на существование описанных выше трех классов систем сигнализации, является обусловленность взаимосвязью систем сигнализации, поддерживаемых той или иной АТС, с используемым в этой АТС принципом управления обслуживания вызовов.

Так исторически сложившиеся системы сигнализации первого класса очевидным образом ассоциируются с аналоговыми декадно-шаговыми станциями, реализующими *принципы непосредственного* управления. Эти станции состоят из отдельных ступеней искания, каждая из которых имеет свой собственный механизм управления и совмещает тем самым

функции управления и коммутации. Упрощенное представление межстанционной сигнализации первого класса показано на рисунке 1.3. Для этих станций в процессе обслуживания вызова линейные и разговорные сигналы проходят один и тот же путь внутри станции, и они также проходят одинаковый путь вне станции по межстанционным соединительным линиям.

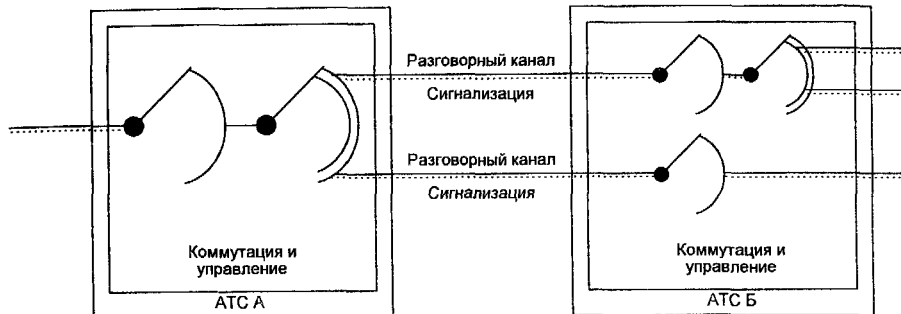


Рис.1.3. Упрощенное представление способов сигнализации непосредственно по телефонному каналу

Передача сигналов по телефонным каналам (физическим цепям) постоянным током может осуществляться гальваническим, шлейфным или батарейным способом.

При *батарейном способе* сигналы передаются по проводам **a**, **b** или **c** с использованием станционных батарей АТС и земли в качестве обратного провода. Более подробно этот способ рассмотрен в главе 4.

При *шлейфном способе* в отличие от батарейного сигналы передаются в шлейфе без использования земли в качестве обратного провода, т.е. от станционной батареи одной станции. В этом случае возможная разность потенциалов заземлений на передачу сигналов не оказывает влияния. Состояния шлейфа постоянного тока в разговорной цепи обозначают передаваемую информацию. Использование шлейфной сигнализации на межстанционных соединительных линиях ограничено возможной дальностью передачи сигналов постоянным током, необходимостью «обхода» усилителей, не пропускающих импульсы постоянного тока, а также невозможностью работы по каналам систем передачи с частотным разделением каналов (ЧРК). Тем не менее, эти способы нашли применение на городских и сельских телефонных сетях.

*Гальванический способ* (рис. 1.4) характеризуется тем, что цепи передачи сигналов даже при наличии на линии трансформаторов имеют гальваническую связь. Данный способ передачи сигнализации нашел применение на сельских телефонных сетях при связи сельских АТС с ручными телефонными станциями системы ЦБ, а также для ручных станций сис-

темы МБ при связи с АТС, когда станции МБ не оборудованы источниками электропитания напряжением 24 В. Недостатком способа является то, что сигналы управления проходят по обоим проводам линии в одном направлении и поэтому оказывают значительное индуктивное влияние на соседние цепи.

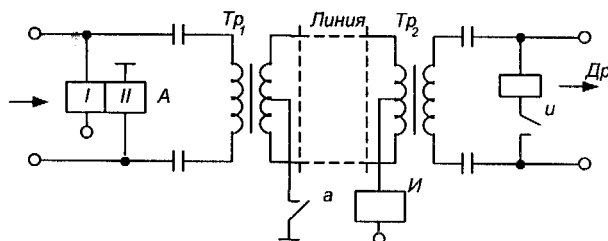


Рис. 1.4. Передача сигналов гальваническим способом

На сельских телефонных сетях нашел применение *индуктивный способ* передачи сигналов для связи центральной станции с узловыми и оконечными АТС, а также для связи узловой станции с оконечными по физическим двухпроводным соединительным линиям. В качестве приемника индуктивных импульсов используется поляризованное реле. Положительной стороной индуктивного способа является возможность образования искусственных (фантомных) цепей, что для сельских телефонных сетей в отдельных случаях могло иметь определенное значение.

Сегодняшнее состояние местных телефонных сетей Российской Федерации позволяет автору не рассматривать более подробно *шлейфный, гальванический* и *индуктивный* способы сигнализации по физическим линиям. Последний способ будет все же упомянут в главе 7 для объяснения сигнализации по одному выделенному сигнальному каналу (ГВСК) индуктивным кодом. Что же касается батарейного способа сигнализации по трехпроводным соединительным линиям, то ему посвящена целиком глава 4 книги, что обусловлено все еще значительным использованием этой сигнализации на местных телефонных сетях Российской Федерации.

Следующий этап развития коммутационных станций показан на рисунке 1.5. Здесь уже отдельные ступени искания шаговых станций заменяются коммутационными блоками, а для установления соединений и разъединения вводятся специальные управляющие устройства (регистры и маркеры), отделенные от коммутационных приборов. Такая технология позволяет добиться большей гибкости в управлении вызовами и является более экономичной.

Система сигнализации второго класса - сигнализация по выделенному сигнальному каналу (ВСК) - обычно ассоциируется с этим классом станций. Сигнальная информация проходит по тому же пути, что и соот-

ветствующий разговор, но они разделены внутри станции. Это представлено на рисунке 1.5, где разговорные телефонные цепи (обозначенные сплошными линиями) организуются коммутационным блоком, а сигнальная информация (обозначенная пунктирными линиями) передается и принимается управляющими устройствами станции.

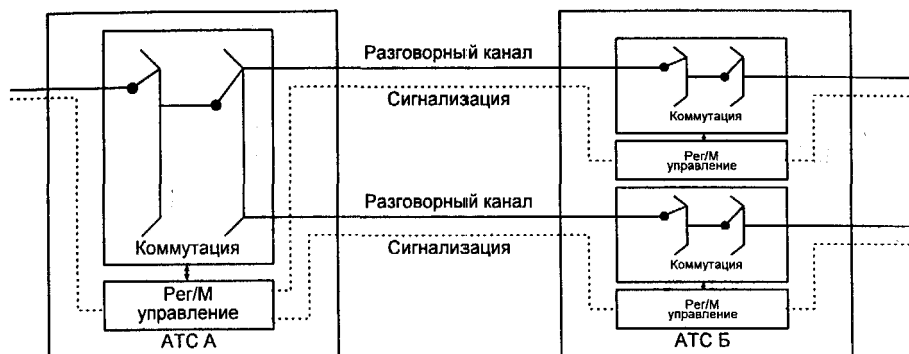


Рис. 1.5. Упрощенное представление сигнализации по выделенному сигнальному каналу (BCK) с отдельными блоками коммутации и управления

Появление этого поколения коммутационных станций вызвало также более активное использование различных способов сигнализации переменным током. Все они базируются на сигналах различной частоты: либо в той же полосе частот, что и разговорные сигналы (от 300 до 3400 Гц), либо в более низкой (менее 300 Гц), либо в более высокой (более 3400 Гц) полосе частот. На рисунке 1.6 показано это распределение полос частот.

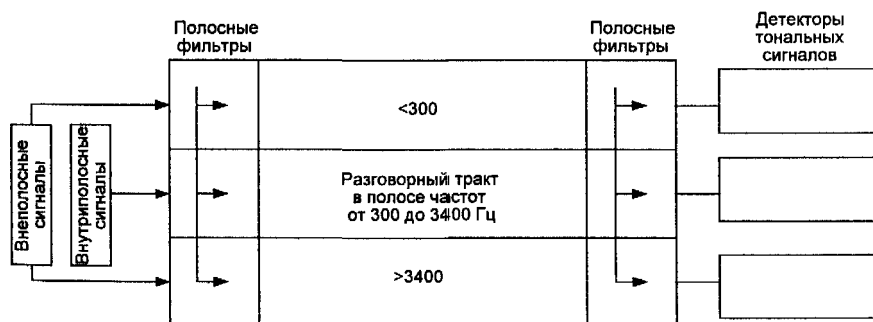


Рис. 1.6. Распределение внутри- и внеполосной сигнализации токами тональных частот

*Внутриполосная сигнализация* предусматривает передачу сигнальной информации по тому разговорному каналу, к которому эта информация относится. Передача сигнальной информации достигается генерацией

одного или нескольких тональных сигналов и передач их по соответствующему разговорному каналу. На другом конце содержание информации анализируется с помощью тонального приемника.

В межстанционных трактах передачи эти сигналы обрабатываются точно так же, как обычная речь - для обработки сигнала используются усилители разговорного тракта, что приводит к гораздо большей дальности использования сигнализации, чем это возможно в системах сигнализации с постоянным током.

Системы внутриполосной частотной сигнализации могут использоваться как для линейной, так и для регистровой сигнализации, причем для регистровой сигнализации более эффективно применение специальной разновидности сигнализации токами тональной частоты - так называемых многочастотных систем сигнализации, рассмотренных в данном разделе несколько позже и описанных в их специфических российских вариантах в главе 6.

Линейная сигнализация токами тональных частот может осуществляться передачей одночастотных или двухчастотных сигнальных посылок. Значение сигнала определяется направлением сигнала, частотой сигнала и соответствующим этапом в процессе установления соединения, в котором этот сигнал послан. Для линейной сигнализации чаще применяются непрерывные неконтролируемые протоколы сигнализации, для которых факт передачи сигнала обозначается включением/выключением тональной частоты. Отсутствие взаимного контроля означает, что подтверждение приема сигнала не требуется для прекращения его посылки. Примером такого типа сигнализации может служить система Bell SF (табл. 1.2).

Таблица 1.2. Пример непрерывно неконтролируемой системы сигнализации (система Bell SF)

Сигнал	Прямой сигнал	Обратный сигнал
Исходное состояние	Включен	Включен
Занятие	Выключен	Включен
Ответ	Выключен	Выключен
Разъединение	Включен	Произвольный

В импульсных внутриполосных системах сигнализации информация передается тактированными импульсами тонального сигнала. Значение сигнала определяется направлением, длиной импульса и этапом последовательности соединения, в котором передается сигнал. Достоинство импульсного вида внутриполосной сигнализации состоит в том, что возможен больший набор сигналов (позволяющий передать больше парамет-

ров), возможны более высокие уровни сигналов (благодаря ограниченной длительности сигналов) и их меньшее влияние друг на друга (опять-таки вследствие их ограниченной длительности). Однако необходимость эффективного распознавания сигналов приводит к тому, что оконечные комплекты сигнализации относительно сложны и дорогостоящи. Типичными примерами импульсных внутриволосных систем сигнализации могут служить российская одночастотная система сигнализации 2600 Гц, детально рассмотренная в главе 5, или английская система сигнализации АС9, представленная в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Примеры сигналов в импульсной внутриволосной системе сигнализации (система UK АС9)

Сигнал	Тональный импульс (частота 2280 Гц), мс
Занятие	70
Цифры	60
Ответ	250
Разъединение	Более 700

Внутриволосные системы сигнализации могут применяться двумя методами: *от звена к звену* и *из конца в конец*. При методе сигнализации *от звена к звену* вся адресная информация обрабатывается в каждой станции. Согласно примеру на рис. 1.7, сначала сигналы поступают от АТС А к АТС Б, после чего передатчик АТС А освобождается. Затем АТС Б посылает всю информацию на АТС В, причем каждая станция обрабатывает адресную информацию перед тем, как послать ее к следующей станции.

Для метода сигнализации *из конца в конец* сигналы между исходящей и входящей АТС передаются прямо по разговорному тракту, без преобразования и/или анализа их в промежуточных коммутационных узлах. Поэтому при сигнализации из конца в конец сигналы (например, сигнал ответа) могут передаваться достаточно быстро. Как показано на рис. 1.8, регистр станции вызывающего абонента (Reg) задействуется на все время установления соединения, а маркер станции вызывающего абонента (M) посылает на следующую станцию только информацию, необходимую для маршрутизации вызова. Затем АТС А посылает информацию на АТС В, а регистр на АТС Б освобождается сразу же после завершения маршрутизации от АТС Б к АТС В.

*Вневолосные системы сигнализации* используются в системах передачи с частотным разделением каналов (ЧРК). В таких системах каждый разговорный канал обычно размещается в частотном спектре 4 кГц, но для передачи речи используется только диапазон 300-3400 кГц, а для сигнализации - оставшаяся часть частотного спектра 3400-4000 Гц (реко-



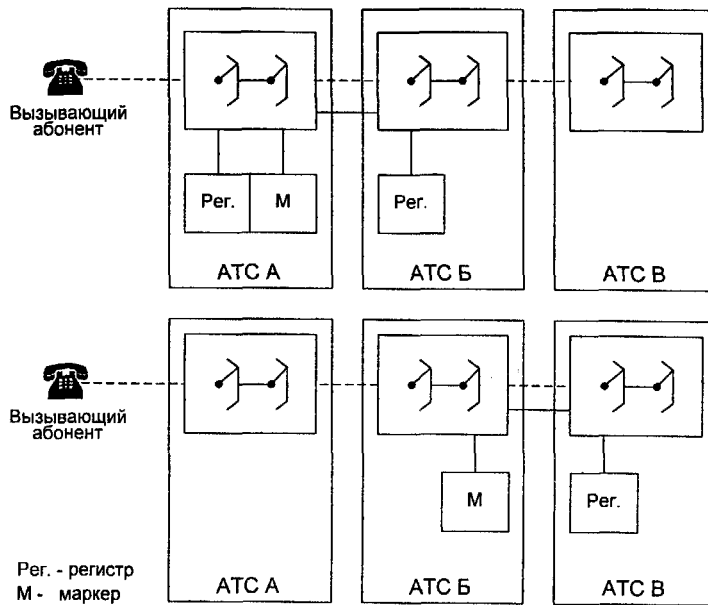


Рис. 1.7. Сигнализация по методу *от звена к звену* от станции А к станции Б и от станции Б к станции В

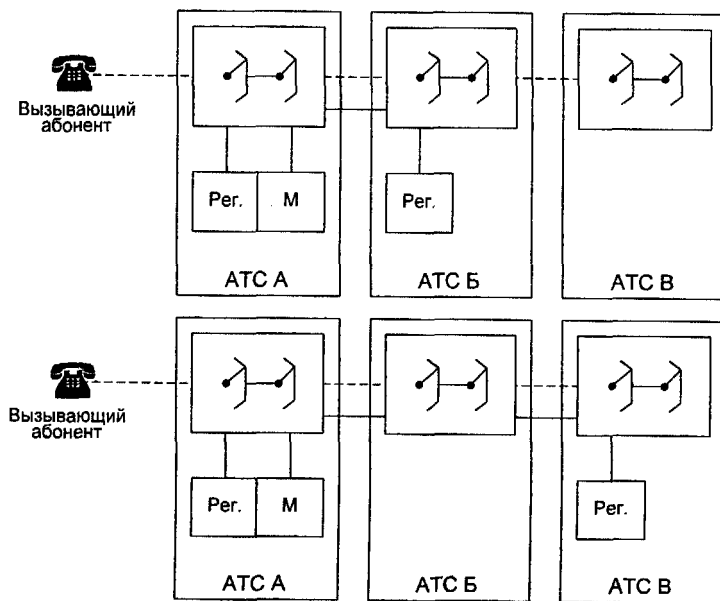


Рис. 1.8. Сквозная сигнализация по методу *из конца в конец* от станции А к станции Б и от станции Б к станции В

мендуется 3825 Гц). Преимущества внеполосной сигнализации включают возможность передачи сигнала одновременно с передачей речи и ненужность мер для преодоления имитации сигналов обычной речью. Недостаток внеполосной сигнализации в том, что она может применяться только в системах передачи, которые допускают более широкий частотный спектр, чем обычные немультимплексированные системы передачи. В результате она обычно ограничивается только системами передачи с частотным разделением каналов.

Природа внеполосной сигнализации предоставляет возможность ее использования в многочисленных режимах, включая непрерывный режим и импульсный режим, которые описаны выше для тональной частотной сигнализации. Обычные применения - это непрерывный, не взаимно контролируемый режим в двух модификациях: использующий для свободного состояния включенный тональный сигнал или использующий для свободного состояния выключенный тональный сигнал.

Примером первой модификации с включением тонального сигнала для свободного состояния является линейная сигнализация R2, рассмотренная в главе 9 данной книги. Примером применения второй модификации с отключением тонального сигнала в свободном состоянии является английская система сигнализации AC8, сигналы которой представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4. Примеры сигналов в системе с передачей свободного состояния отключением тонального сигнала (система UK AC8)

Сигнал	Тональный сигнал в прямом направлении	Тональный сигнал в обратном направлении
Исходное состояние	Выключен	Выключен
Занятие	Включен	Выключен
Импульс набора	Включен	Выключен
Ответ	Включен	Включен
Разъединение	Выключен	-

Системы сигнализации первых двух классов, представленные на рис. 1.3 и рис. 1.5, обладают ограниченными возможностями передачи сигнализации, в частности, ограниченным объемом сигнальной информации (например, ограниченное число состояний шлейфа постоянного тока или ограниченное число комбинаций частот) и ограниченными возможностями передачи (например, невозможно передать сигналы на частоте разговорного спектра на стадии разговора, не вызывая неудобств у абонентов или без принятия специальных мер).

Еще одним ограничением, проявившимся по мере развития международной сети связи, было «урезание разговора». Как уже отмечалось выше, для ряда протоколов сигнализации необходимо отделить разговор-

ный тракт во время установления соединения для того, чтобы избежать прослушивания тональных сигналов вызывающим абонентом. Это приводит к задержкам в передаче сигнала «Ответ», и если вызываемый абонент начинает говорить сразу после ответа, то начало его фразы теряется.

Все это послужило историческими предпосылками к созданию третьего, упомянутого в начале параграфа класса способов сигнализации - общеканальной сигнализации, философия которой заключается в отделении тракта сигнализации от разговорного тракта (рис. 1.9).

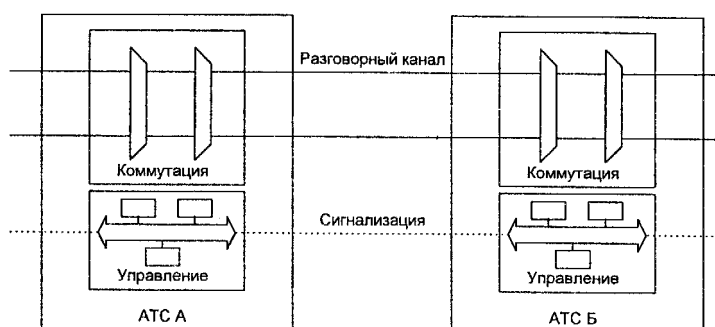


Рис. 1.9. Упрощенное представление общеканальной сигнализации.

В дополнение к снятию указанных ограничений имелись еще факторы, обусловившие принятие ОКС для национальных и международных сетей связи: быстро развивающиеся методы программного управления узлами коммутации; эволюционный потенциал, заложенный в концепцию системы ОКС, для оперативного добавления новых возможностей в соответствии с новыми требованиями сети. Система ОКС была разработана не только для удовлетворения сиюминутных потребностей тогдашней телефонной сети. Она обладает значительной гибкостью с точки зрения удовлетворения требований, которые возникли позже и могут возникнуть в будущем.

Скептически настроенному читателю, которого до конца не убедили эти рассуждения, автор рекомендует сопоставить материал главы 10 с описаниями протоколов сигнализации в главах 3-9 данной книги.

#### 1.4. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОССИЙСКИХ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ

В начале своей работы МККТТ сосредотачивался на спецификациях международных систем сигнализации, допуская развитие национальных систем сигнализации независимо друг от друга. В наибольшей степени это отразилось на истории построения телефонной сети на 1/6 террито-

рии земного шара, что отчасти связано с отсутствием в Советском Союзе особого стремления к соблюдению международных стандартов, по крайней мере, в области телекоммуникаций. Сегодняшним проявлением этого являются специфические межстанционные протоколы сигнализации и процедуры обслуживания вызовов на телефонной сети Российской Федерации, которые вызывают значительные затруднения при внедрении цифровых АТС, при построении сети интегрального обслуживания ISDN, при реализации концепции интеллектуальной сети IN и т.д.

Существующие специфические протоколы сигнализации российских телефонных сетей разработаны с учетом требований координатных и декадно-шаговых АТС и, в основном, сводятся к описанному выше методу сигнализации из конца в конец, который весьма удобен в условиях аналоговой сети, обеспечивающей соединение между абонентами по физическим цепям. Совсем не так обстоит дело в случае цифровых АТС. Здесь метод сигнализации от звена к звену представляется более предпочтительным. Это иногда приводит к парадоксальным ситуациям, состоящим в том, что ранее эксплуатируемые электромеханические АТС могли обеспечивать более высокое качество обслуживания вызовов, нежели заменяющие их цифровые АТС. Причина в том, что существующие протоколы часто не позволяют использовать все преимущества современной технологии, хотя они были весьма удобны для сетей связи с электромеханическими АТС. Тем не менее, необходимость поддержки этих протоколов будет являться обязательным требованием к новым цифровым АТС, внедряемым на российских телефонных сетях в ближайшие десятилетия. Далее в главах 3-7 книги сделана попытка объяснить, что такое протоколы сигнализации российских телефонных сетей, как они функционируют, как они могут быть проверены, какова их внутренняя логика и т.п. Здесь же рассмотрены только некоторые наиболее общие факторы.

Одним из таких факторов является наличие двух видов соединительных линий (СЛ) для коммутационных узлов и станций ГТС: местные СЛ и входящие междугородные СЛ, что обусловлено различием в обработке местных и междугородных входящих вызовов и приводит к организации различных пучков соединительных линий на ГТС. Полезно вспомнить в связи с этим рис.1.2 данной главы, на котором была показана городская телефонная сеть (ГТС) крупного города с семизначной нумерацией и возможностью включения до 8 миллионов абонентских линий (с учетом резервирования цифр «8» и «0» в качестве индекса выхода на междугородную АТС и на узел спецслужб, соответственно). На сельских сетях емкость пучков линий относительно невелика, они более дорогостоящие, их использование гораздо ниже, поэтому чаще используются общие пучки соединительных линий, а различные функции обслуживания вызовов обеспечиваются посредством соответствующих протоколов сигнализации.

Другим существенным фактором при рассмотрении систем сигнализации является сохраняемая до настоящего времени практически на всех местных сетях оплата только междугородных вызовов (вызовов, поступающих через междугородную станцию), а также приоритет в обслуживании междугородных вызовов. Для реализации системы тарификации, существующей сегодня на Взаимоуязвленной сети связи Российской Федерации, информация о категории и номере вызывающего абонента должна передаваться на междугородную АТС, которая, в свою очередь, обеспечивает возможность осуществления определения номера вызывающего абонента (АОН) дистанционно в отношении любого абонента местной сети. Принятое для этого техническое решение ориентировано на сети с электромеханическими АТС и обсуждается в главе 8. Более того, обработка входящего междугородного вызова оконечной АТС отличается от обработки местного вызова и соответствует специальному протоколу сигнализации. В частности, входящая местная АТС должна определять состояние вызываемого абонента и передавать эту информацию на междугородную станцию.

Классификация систем линейной сигнализации, распространенных на сельских и городских телефонных сетях, представлена в таблицах 1.5 и 1.6, содержащих перечни наиболее часто встречающихся физических стыков между АТС в первой из упомянутых таблиц, и наиболее распространенных протоколов сигнализации во второй таблице. Такое разделение физического и логического описаний систем сигнализации применяется автором во всех главах.

В качестве основного физического интерфейса городских телефонных сетей используется цифровой стык со скоростью передачи 2.048 Мбит/с в соответствии с рекомендациями МККТТ G.703, G.711, называемый E1, а основной системой сигнализации являются два выделенных сигнальных канала в 16-ом временном канале и с разделенными пучками исходящих, входящих и входящих междугородных соединительных линий. На сельских сетях также более предпочтителен стык ИКМ со скоростью 2.048 Мбит/с, но этот стык используется для универсальных соединительных линий двустороннего действия, а потому применяется другой протокол. На сельских телефонных сетях также могут быть использованы другие виды аппаратуры передачи ИКМ-15 (1.024 Мбит/с) и даже ИКМ-12. Использование на сетях ИКМ-12 активно сокращается, но аппаратура ИКМ-15 до сих пор широко распространена, хотя и не согласуется ни с одним международным стандартом.

Следует подчеркнуть, что все эти системы являются сугубо специфическими и практически не совместимы с международными стандартами. Это не распространяется на рассмотренную в главе 10 систему сигнализации по общему каналу ОКС7, уже активно используемую на россий-

Таблица 1.5. Некоторые интерфейсы систем сигнализации (физический уровень)

Тип	Применение	Рассмотрен	Примечание
2.048 Мбит/с ИКМ	Везде	Гл. 3	ITU-TG.711, G.703
1.024 Мбит/с ИКМ	Сельские сети	Гл.7	Специфический
3/4-проводные СЛ	Везде	Гл.4	Специфический
2-проводные индуктивные	Сельские сети	Гл.7	Специфический
4/6-проводные СЛ	Везде	Гл. 3, 5	Специфический E&M

Таблица 1.6. Некоторые протоколы систем сигнализации

Тип	Применение	Рассмотрен	Примечание
<b>ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ</b>			
2ВСК для отдельных пучков	Городские сети	Гл. 3	Различные протоколы для входящих, исходящих и входящих междугородных СЛ
2ВСК для универсальных двусторонних СЛ	Сельские сети	Гл. 3	Единый протокол для всех СЛ
1ВСК "норка"	Сельские сети	Гл. 7	Различные протоколы для входящих, исходящих и входящих междугородных СЛ
1ВСК индуктивный код	Сельские сети	Гл. 7	Единый протокол для всех СЛ
Одночастотная сигнализация	Внутризоновые и ведомственные сети	Гл. 5	Различные протоколы для исходящих и входящих СЛ
Двухчастотная	Междугородная сеть	Гл. 5	
3/4-проводные аналоговые СЛ	Городские и сельские сети	Гл.4	
<b>РЕГИСТРОВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ</b>			
Многочастотная "импульсный челнок"	Везде	Гл. 6	
Многочастотная "безынтервальный пакет"	Везде	Гл.6	Для АОН
Многочастотная "импульсный пакет"	Между городской АТС и АМТС	Гл.6	
Декадный код	Везде	Гл. 3,4,5,7	

ских телефонных сетях. Национальные технические особенности имеют относительно незначительное влияние на реализацию ОКС7. Это обеспечивает внедрение новых цифровых станций в российскую Взаимоувязанную цифровую сеть связи без тех затруднений, которые вызывают приведенные в главах 3-8 протоколы сигнализации.

Специфика существующих протоколов и эффективная эволюция систем сигнализации обуславливают необходимость единой технической политики развития телефонной связи, единых стандартов систем сигнализации и научно-обоснованного плана введения новых протоколов в процессе развития телефонных сетей. Именно поддержке такой технической политики в области телефонных сетей и служат материалы данной книги. Дополнением к этим материалам должны служить методы и инструментальные средства спецификации интерфейсов, нормы, правила и процедуры включения в общегосударственную коммутируемую сеть связи страны, а также набор протокол-тестеров, методик, имитационных и измерительных приборов для тестирования и верификации этих спецификаций.

Наиболее общими спецификациями для каждой функционирующей на телефонной сети коммутационной станции, как следует из рис. 1.10, является документ «Технические условия» (ТУ). В таблице 1.7 приведено примерное содержание ТУ. Этот документ наряду с описанием коммутационного оборудования и области его применения содержит первые, наиболее общие спецификации, выполненные на естественном языке со всеми присущими таким спецификациям недостатками: с неоднозначностью, с невозможностью поддержания семантики описания на одном адекватном уровне детализации и др.

Справедливости ради следует отметить, что эти недостатки ТУ присущи и любым другим текстовым спецификациям. Для разработки интерфейсов систем сигнализации, реализации процедур АОН, стыковки с центром технической эксплуатации и т.п. необходимы более детальные и формализованные спецификации, выполненные с привлечением соответствующих средств - алгоритмических языков, правил построения электрических схем, протокольных сценариев. При этом спецификации аппаратных и программных стыков включают не только и не столько таблицы сигнальных кодов [86,87], но и эффективно дополняющие эти таблицы структурные схемы и диаграммы на языке SDL, таблицы тайм-аутов, сценарии обмена сигналами на MSC. Эти спецификации объединяют накопленные за многие годы результаты измерений телефонных сетей, исторически сложившаяся техническая обстановка на которых требует определенным образом выбирать алгоритм обработки и значение тайм-аута при определении того или иного линейного сигнала.

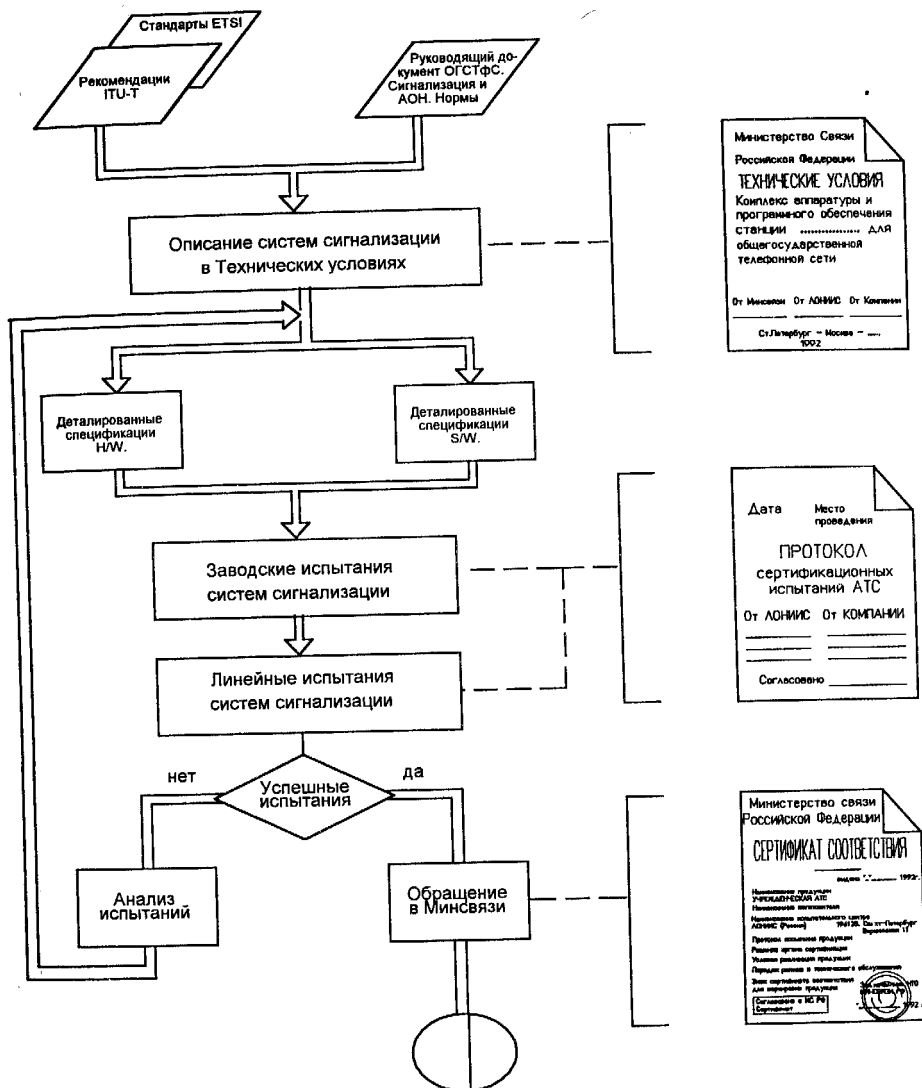
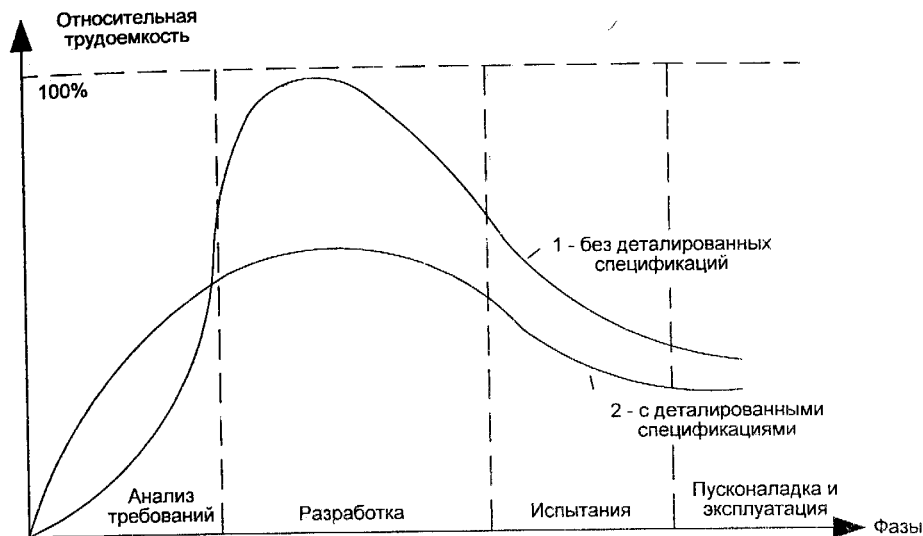


Рис. 1.10. Упрощенная схема процедуры адаптации коммутационного оборудования

Эффективность использования таких приведенных в книге спецификаций для реализации специфических протоколов сигнализации иллюстрирует рис. 1.11. Хотя исходные данные для рис. 1.11 носят характер экспертных оценок и получены в частных, достаточно узких исследованиях, высокая эффективность использования детализованных спецификаций очевидна.



1	Введение
1.1	Предмет Технических условий
1.2	Область применения
1.3	Общее описание системы
2	Технические требования
2.1	Емкость станции, телефонная нагрузка, производительность
2.2	Типы соединений, основные виды связи
2.3	Типы абонентских линии и абонентских установок, категории абонентов и виды услуг
2.4	Параметры абонентских линий
2.5	Сигнализация по абонентским линиям
2.6	Типы соединительных линий, параметры соединительных линий
2.7	Сигнализация по соединительным линиям
2.8	Принципы отбоя
2.9	Характеристики передачи
2.10	Связь с городской телефонной сетью (ГТС)
2.11	Акустические и вызывные сигналы
2.12	Автоматическое определение номера вызывающего абонента
2.13	Тарификация
2.14	Синхронизация
2.15	Эксплуатация и техническое обслуживание
2.16	Качество обслуживания и надёжность
2.17	Устойчивость к климатическим и механическим воздействиям
2.18	Устойчивость к внешним электрическим и магнитным полям
2.19	Запасные части, приборы, измерительные инструменты, приборы и расходные материалы
2.20	Услуги ЦСИО. Передача данных и нетелефонной информации
2.21	Размещение оборудования
2.22	Управляющие устройства
2.23	Программное обеспечение
2.24	Электропитание
2.25	Состав и содержание документации
2.26	Конструкция и монтаж оборудования
3	Система оперативно-розыскных мероприятий
4	Правила приемки и испытаний
5	Методы контроля. Перечень методик и инструкции, используемых при тестировании оборудования, приемке и эксплуатации
6	Указания по эксплуатации и техническому обслуживанию
7	Упаковка и маркировка
8	Гарантии поставщика
9	Лист регистрации изменений



**Рис. 1.11.** Распределение трудоемкости (стоимости) разработки протокола сигнализации без детализированных спецификаций (1) и с детализированными спецификациями (2)

Реализованная в книге концепция иерархических спецификаций систем сигнализации в некоторой степени соответствует современной спиральной модели развития больших программных систем Б.Бозма [104] и представлена на рис. 1.12. Некоторая незавершенность спиральной модели, обусловленная законом непрерывных изменений Биледи и Лемана:

«Используемая система, подвергается непрерывным изменениям до тех пор, пока не окажется, что экономически выгоднее её заморозить и сделать заново», напоминает известные со школьной скамьи философские принципы и внушает определенный оптимизм автору относительно будущей полезности данной книги.

Уровни спецификации по спирали на рис. 1.12 различаются не только степенью конкретизации (возрастающей сверху вниз), но и языковыми средствами описания. Следовательно, представление спецификаций на вышестоящем уровне является в известном смысле «общим прародителем» семейств представлений нижестоящих уровней, за исключением первого уровня (уровня Технических условий, использующих естественный язык). На детализированных уровнях проектирования протоколов сигнализации активно применяется графический синтаксис с паскалеобразными нотациями, объединенными специалистами Исследовательской комиссии 10 ITU-T в единый язык спецификаций и описаний SDL.

Методология спецификаций на базе SDL рассматривается в следующей главе.

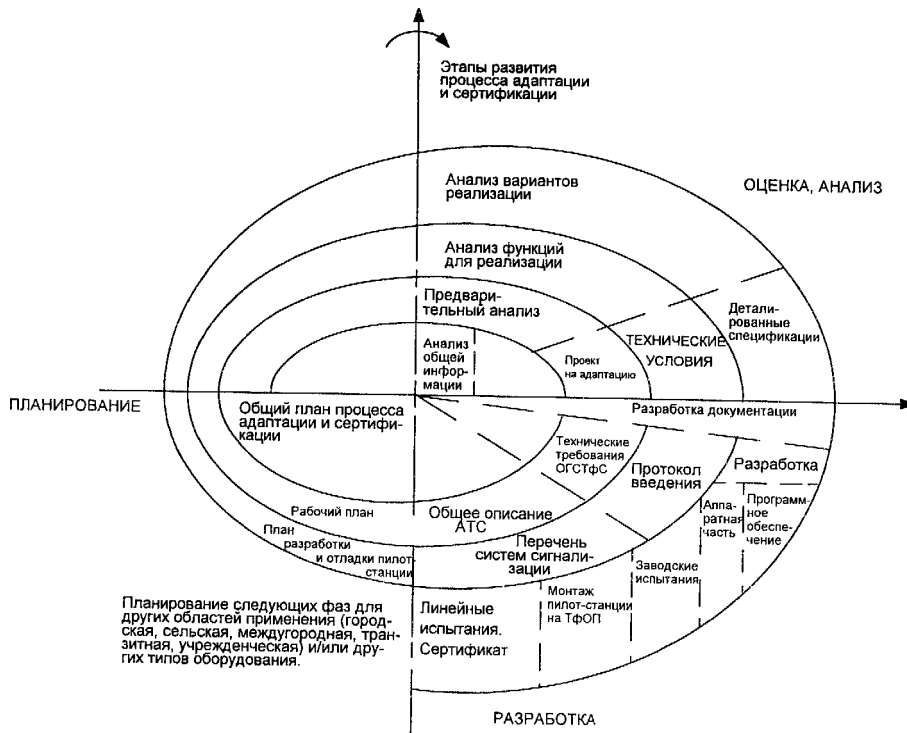


Рис. 1.12. Спиральная модель процесса реализации систем сигнализации

Изложенный в этой главе подход отнюдь не содержит каких-либо принципиально новых, революционных постулатов. Напротив, вся методология опирается на традиционную схему разработки типа «требование - спецификации - проектирование - тестирование», но при этом ориентируется на более решительную и последовательную формализацию спецификаций интерфейсов с существующей телефонной сетью. Реализация этой совокупности приемов и методов спецификации для различных протоколов сигнализации рассматривается в последующих главах книги. Некоторое подведение итогов в части тестирования реализации систем сигнализации на соответствие формализованным интерфейсным спецификациям приводится в главе 11, завершающей эту книгу.

Такая перестановка акцентов в достаточно традиционной совокупности приемов дает в определенном смысле новое качество и позволяет надеяться, что предпринятая автором попытка может оказаться полезной, если не как руководство к действию, то как одна из возможных точек зрения.

## Глава 2

# МЕТОДОЛОГИЯ СПЕЦИФИКАЦИИ И ОПИСАНИЯ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ

*Suaviter in modo, fortiter in re, лат.*

(По способу мягко, а по существу жестко)

### 2.1. ВВЕДЕНИЕ

#### В SDL-ОРИЕНТИРОВАННУЮ МЕТОДОЛОГИЮ

Данная глава посвящена методологии спецификации протоколов сигнализации телефонных сетей, базирующейся на хорошо известном языке описаний и спецификаций SDL, разработанном Международным союзом электросвязи (ITU-T), в сочетании с двумя другими языками спецификаций ASN.1 и MSC, также предусмотренными Рекомендациями ITU-T серии Z.100 в версии Белой книги.

Такой подход обусловлен разумным балансом между выполнением двух основных требований к методологии подготовки спецификаций:

хорошие аналитические и хорошие выразительные возможности. К сожалению, эти два требования обычно находятся в противоречии: чем более выразительной является спецификация, тем более затруднителен ее анализ. Существование двух версий SDL - графической SDL/GR и программноподобной SDL/PR позволило отчасти нейтрализовать эту конфликтную ситуацию.

Существенно для целей настоящей книги и то, что SDL не предусматривает никакой разницы между спецификацией и описанием. Актуальность этого принципа явно прослеживается в материалах следующих глав, являющихся одновременно и описанием протоколов сигнализации в существующей телефонной сети, и спецификациями интерфейсов вновь разрабатываемых или адаптируемых цифровых систем коммутации.

Рассматриваемое в этой главе описание методологии использования SDL ориентировано сугубо на проблематику данной книги и, хотя ни на йоту не отстает от рекомендаций Исследовательской комиссии 10 «Языки, применяемые в электросвязи» ITU-T по состоянию на 1997 г., но и не претендует на полную и всеобъемлющую инструкцию по SDL. Данная глава построена следующим образом: в первом разделе приведено элементарное введение в SDL, достаточное для понимания приведенных в книге диаграмм. Следующий раздел 2.2 посвящен непосредственно связанному с SDL языку MSC, на котором написаны сценарии различных протоколов сигнализации в следующих главах.

В разделе 2.3 приведена дополнительная информация о стандартизации и других современных языковых средствах спецификаций и тестирования протоколов. Этот раздел ориентирован на интересующихся этой проблематикой читателей и не является абсолютно необходимым для понимания дальнейшего материала книги.

Разработка языка SDL (Specification and Description Language) началась в 1972 г. после предварительного исследовательского периода. Первая версия языка была опубликована ITU-T (в то время эта организация называлась Международным консультативным комитетом по телеграфии и телефонии - МККТТ) в 1976 г., последующие версии появились в соответствующих цветных книгах ITU-T в 1980, 1984, 1988, 1992 и 1996 годах [102, 115, 122].

Благодаря отраженному в эпиграфе к данной главе уникальному сочетанию свойств строго формализованного, с одной стороны, и простого в использовании, наглядного и интуитивно понятного языка, с другой стороны, SDL быстро завоевал популярность. Причем не только для спецификаций и описаний собственно телекоммуникационных систем, но и в самых разнообразных промышленных областях, таких как вычислительная техника, авионавтика и др. В частности, SDL был выбран языком спецификаций компании Боинг. Тот же выбор сделан автором для целей данной книги.

Основу языка SDL составляет концепция взаимодействия конечных автоматов. Динамическое поведение системы описывается с помощью механизмов функционирования расширенных конечных автоматов и связей между ними, называемых процессами. Наборы процессов образуют блоки. Блоки, соединенные друг с другом и со своим окружением каналами, в свою очередь, образуют SDL-систему.

Согласно предлагаемой методологии спецификация протоколов сигнализации предусматривает следующие шаги:

- определение границ SDL-системы;
- определение каналов SDL-системы и передаваемых по этим каналам сигналов;
- разбиение системы на SDL-блоки;
- разбиение SDL-блоков на взаимодействующие процессы;
- определение входных и выходных сигналов, состояний и внутренних переходов для каждого из SDL-процессов;
- составление SDL-диаграмм процессов.

На рис. 2.1 представлен пример SDL-системы, называемой «Соединением» и состоящей из двух SDL-блоков: «Оконечное устройство» и «Станция», соединенных каналами: «абонент», «абонентская линия» и «соединительная линия». В квадратных скобках около каналов находятся списки сигналов, которые могут быть переданы по каналу. Каждый сигнал подде-

жиг точному определению в спецификации SDL с указанием значений типов данных, которые могут быть переданы данным сигналом.

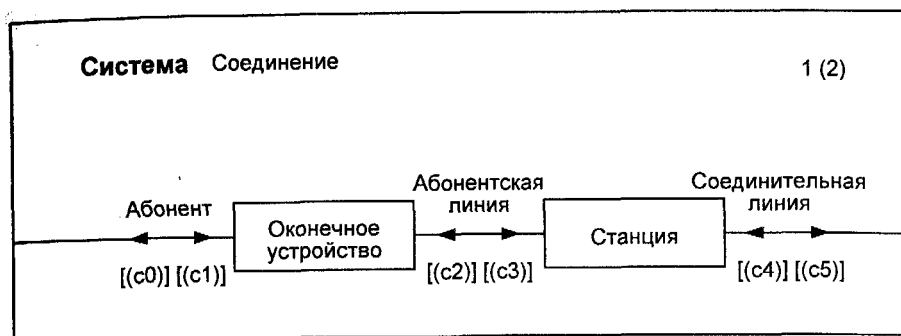


Рис. 2.1. Диаграмма взаимодействия блоков

Каждый блок в диаграмме SDL-системы может быть в дальнейшем разделен либо еще на блоки, либо на набор процессов. Процесс описывает поведение в SDL и является наиболее важным объектом в языке. Поведение каждого процесса определяется расширенным конечным автоматом, который выполняет действия и генерирует реакции (сигналы) в ответ на внешние дискретные воздействия (сигналы).

Такой автомат имеет конечное число внутренних состояний и оперирует с конечным дискретным множеством входов и выходов. Под автоматом с конечным числом состояний понимается объект, находящийся в одном из дискретных состояний  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , на вход которого поступают извне некоторые сигналы  $I_1, I_2, \dots, I_m$ , а на выходе которого имеется набор выходных сигналов  $J_1, J_2, \dots, J_k$ . Под влиянием входных сигналов автомат переходит из одного состояния в другое, которое может совпадать с предыдущим, и выдает выходной сигнал. При этом для каждого состояния  $S_i$  и для каждого входного сигнала  $I_j$  однозначно известно, в какое состояние  $S_T$  перейдет автомат и какой выходной сигнал  $J_0$  он при этом выдаст.

В отличие от классического конечного автомата расширенный конечный автомат допускает возможность перехода ненулевой длительности и определяет механизм простой очереди (FIFO) для сигналов, поступающих в автомат в тот момент, когда он выполняет некоторый переход. Сигналы рассматриваются по одному в каждый момент времени в порядке их поступления.

Итак, процесс в SDL-спецификации имеет конечное число состояний, в каждом из которых он может принимать ряд отправленных этому процессу допустимых сигналов (от других процессов или от таймера). Процесс может находиться в одном из состояний или в переходе между состояниями. Если во время перехода поступает сигнал, предназначенный для данного процесса, то он ставится в очередь к процессу.

Действия, выполняемые во время перехода, могут заключаться в преобразовании данных, в посылке сигналов в направлении к другим процессам и т.д. Сигналы могут содержать информацию, которая определяется на основании данных процесса, посылающего сигнал, и используется процессом-получателем вместе с той информацией, которой располагает сам этот процесс. Помимо процессов, содержащихся в рассматриваемой системе, сигналы могут также направляться за пределы системы во внешнюю среду, а также поступать из внешней среды. Под внешней средой понимается все, находящееся вне SDL-системы.

Посылка и получение сигналов, передача с их помощью информации от одного процесса к другому, обработка и использование этой информации и определяют сценарий функционирования SDL-системы. Предполагается, что после выполнения заданного сценария должен быть достигнут определенный результат в поведении специфицируемой системы, в частности, протокола сигнализации. Как правило, ожидаемый результат будет заключаться в том, что в ответ на ряд сигналов, поступающих из внешней среды (например, оконечного станционного комплекта соединительной линии), система должна совершить определенные действия, оканчивающиеся передачей сообщений во внешнюю среду (в этот же станционный комплект соединительной линии и/или в другой программный процесс управления посылкой тональных сигналов, в процесс запроса информации АОН и т.п.).

Пример процесса «Гастатура» приведен на рис. 2.2. Пустой символ в верхнем левом углу означает начало процесса. Он ведет к исходному состоянию, в котором процесс может принять два входных сигнала: «Клавиша» или «Готово». Все переменные являются локальными для процесса. Символы ниже входных сигналов являются символами задачи для внутренних действий процесса. Задача может быть формальной или содержать неформальный текст в одинарных кавычках, как это имеет место на рис 2.2. Под правым символом задачи находится символ выхода:

«Передача (посылка)», который означает передачу сигнала. Содержанием сигнала является значение локальной переменной.

Графические символы SDL, используемые в данном примере и в других главах книги, приведены в первой колонке таблицы 2.1. Рядом помещены соответствующие этим графическим символам понятия и их обозначения в программноподобной версии SDL.

Первые выпуски Рекомендации Z.100, издаваемые МККТТ, включали специальную линейку-трафарет (шаблон) для рисования SDL-диаграмм с использованием графического синтаксиса SDL. Этот шаблон изображен на рис. 2.3.

В нем присутствуют следующие символы: ввод, вывод, решение, опция, процесс, старт, задача, состояние, коннектор, останов, сохранение.

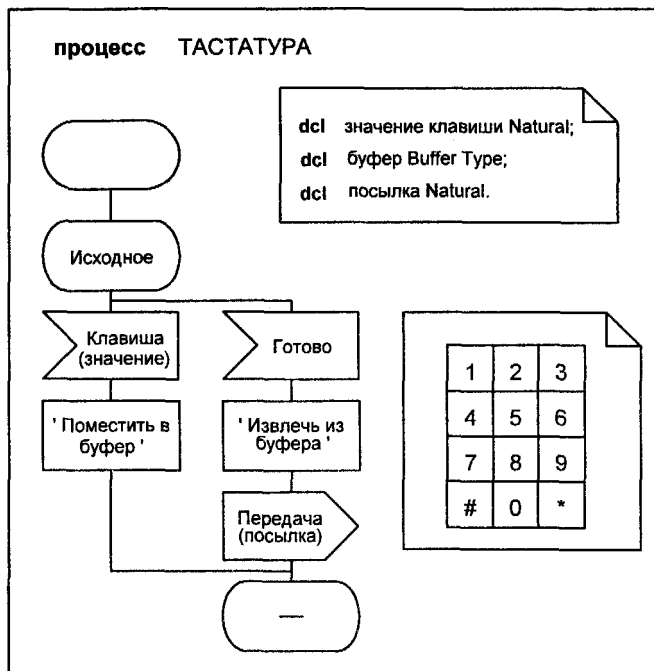


Рис. 2.2. SDL-диаграмма процесса таastатуры

Символы вызова процедуры, вызова макро и запроса создания конструируются из символа задачи путем добавления необходимых горизонтальных и вертикальных линий.

Символы старта процедуры и входа в макро конструируются из символа старта.

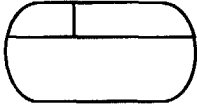




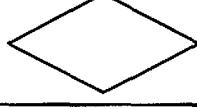
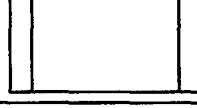



Символ выхода из макро получается из символа коннектора.

Символ возврата из процедуры является комбинацией символов коннектора и останова.











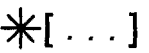

Для компьютерной обработки был ориентирован второй программно-подобный синтаксис SDL. С появлением мощных графических инструментальных средств современных компьютеров актуальность такого разделения постепенно теряется. Эти современные инструментальные средства поддержки SDL включают графические редакторы для диаграмм, трансляторы между диаграммой (графическим представлением) и программноподобным представлением, статические анализаторы для поиска синтаксических ошибок, таких, как неопределенные имена и несовместимые интерфейсы, генераторы кодов, динамические анализаторы и имитаторы для моделирования случайных процессов поступления сигналов и другие средства.

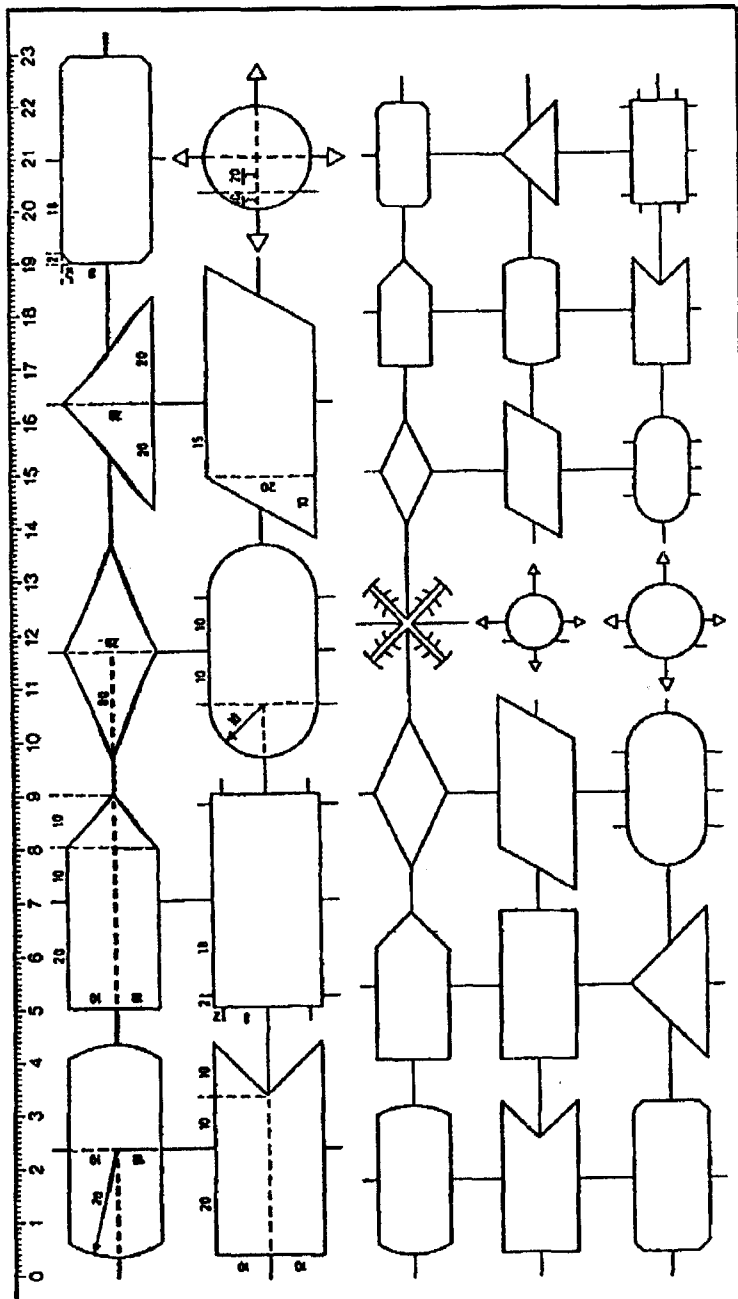


Таблица 2.1. Символы SDL

Графический SDL	Программоподобный SDL	Значение символов
	STATENEXT STATE	Состояние, следующее состояние
	TASK	Задача
	INPUT	Ввод
	OUTPUT	Вывод
	SAVE	Сохранение
	DECISION	Решение
	CALL	Вызов процедуры
	MACRO	Вызов макро
	CREATE	Запрос создания процесса
	ALTERNATIVE	Опция

Продолжение табл. 2.1

Графический SDL	Программоподобный SDL	Значение символов
	STOP	Останов
	RETURN	Возврат из процедуры
	ENDMACRO	Выход из макро
	START	Старт процесса
	PROCEDURE	Начало процедуры
	MACRO EXPANSION	Вход в макро
		Расширение текста
	COMMENT	Комментарии
	X: JOIN X	Входной соединитель, выходной соединитель
	*	Все
	*[...]	Все, кроме
	PROVIDED	Непрерывный сигнал



Отношение длины к ширине =2:1.

Используются три размера: длина =40 мм, 28 мм и 20 мм.  
( $40/\sqrt{2}=28$ ;  $28/\sqrt{2}=20$ мм и т.д.)

Рис. 2.3. Шаблон для вычерчивания SDL-диаграмм

Некоторые инструментальные средства позволяют также проверить моделируемые режимы на соответствие формулам логики, записанным либо в виде временной логики, либо как MSC. В этом случае сценарии MSC служат предикатами в моделируемых SDL спецификациях, которые, в свою очередь, должны включать описания поведения MSC. Динамические анализаторы SDL успешно применяются также для обнаружения тупиковых ситуаций (блокировок) в системах SDL.

Граф процесса в представлении SDL состоит из набора графических символов, соединенных направленными линиями потоков. Каждому символу присписывается имя. Если в диаграмме присутствует несколько символов состояния с одним и тем же именем, то все они означают одно и то же состояние. В символах, представляющих ввод, вывод и сохранение, должно присутствовать имя соответствующего сигнала. Аналогичным образом текст помещается в символах задачи и решения.

При соединении символов в диаграммы необходимо соблюдать определенные правила соединения. Эти правила следующие:

- за символом состояния может следовать только символ ввода или символы ввода и сохранения;
- символ ввода (сохранения) может следовать только за символом состояния;
- за символом ввода может следовать любой (один) символ, кроме ввода и сохранения;
- за символом задачи или вывода следует любой (один) символ, кроме ввода или сохранения;
- за символом решения следует  $n$  ( $n \geq 2$ ) символов, которые могут быть какими угодно, кроме символов ввода, сохранения;
- за символом сохранения не следует ничего.

Рисунок 2.4. иллюстрирует вышеприведенные правила построения SDL-диаграмм процесса.

Указатели стрелок требуются всякий раз, когда сходятся две линии связи или когда линия связи входит в OUT-соединитель или символ состояния. Указатели стрелок запрещаются на линиях связи, входящих в символы ввода. При всех других обстоятельствах указатели стрелок являются необязательными.

Существуют следующие правила при вычерчивании и чтении графических SDL-диаграмм, которым автор пытался следовать в данной книге:

обычная последовательность чтения диаграмм - сверху-вниз и слева-направо; диаграммы должны быть краткими, детализация диаграмм должна осуществляться в процедурах, макро и т.п.; связный сегмент диаграммы по возможности представляется на одной странице; текст предпочтительно размещать в символах, а если это не удается - в символах расширения текста.

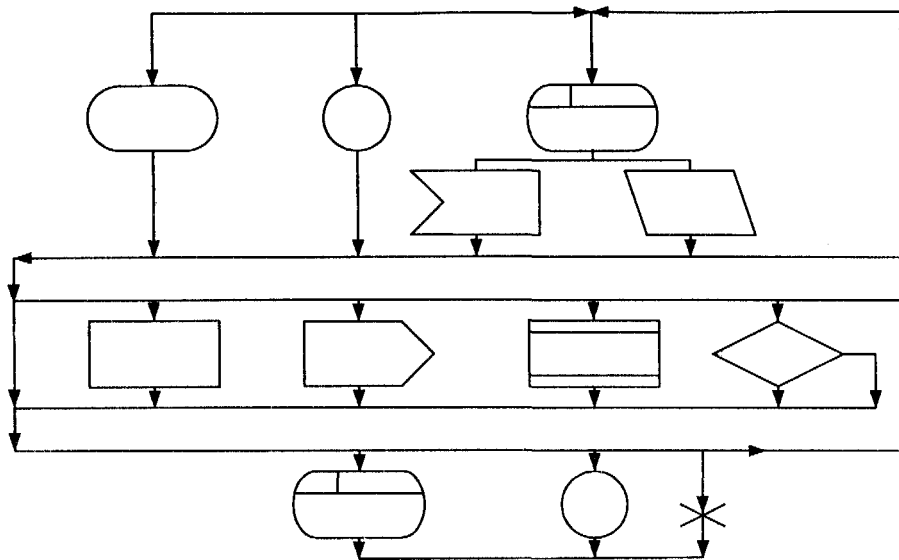


Рис. 2.4. Допустимые соединения символов в SDL-диаграмме

Ниже рассматриваются основные объекты SDL-диаграмм.

Согласно уже данному определению, процесс в SDL рассматривается как некий объект, который находится в состоянии ожидания получения входного сигнала либо в переходе. Состояние определяется как условие, в котором действие процесса временно приостановлено в ожидании ввода (рис. 2.5).

Решение - выбор одного из альтернативных действий в зависимости от результатов анализа проверки параметров, связанных со входными сигналами, и хранимой в памяти процесса информации, существенных для дальнейшего функционирования процесса. Другими словами, символ решения определяет выбор одного среди нескольких ( $n \geq 2$ ) путей для продолжения перехода процесса.

Задача - действие внутри перехода, связанное с манипулированием входными или выходными параметрами, работой с памятью, вычислениями и не являющееся ни решением, ни выводом, ни созданием процесса, ни вызовом процедуры или макроса.

Для описания процесса определено еще одно более общее понятие - сохранение, дающее возможность выборочной задержки начала обработки входных сигналов (рис. 2.7), т.е. априорного задания порядка поступления и времени нахождения в очереди. Сохранение используется для обозначения конструкции, сохраняющей сигналы от их потери до того, как их начнут обрабатывать.

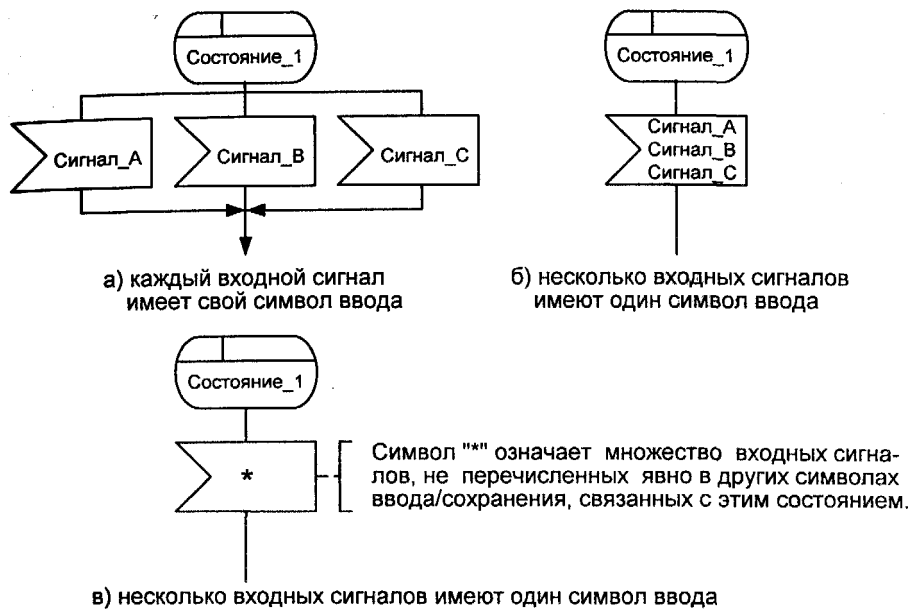
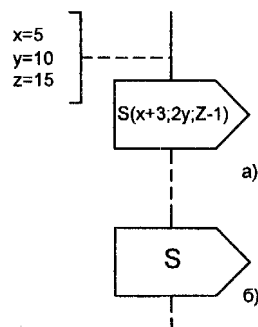


Рис. 2.5. Примеры употребления символов состояния



Примечания: а) поскольку  $x$ ,  $y$  и  $z$  в этом примере имеют значения 5, 10 и 15 соответственно, сигнал  $S$  передает значения 8, 20 и 14;  
 б) сигнал  $S$  передает три значения - 5, 10 и 15.

Рис. 2.6. Примеры использования символов вывода

В диаграммах данной книги используются предусмотренные языком SDL краткие обозначения. К ним относятся звездочка (\*) и тире (-) (рис. 2.8, 2.9). Обычно «\*» означает «все» или «все, кроме» (\* [ ] ), а «->» означает «то же самое».

Тире (-) используется в символе следующего состояния для того, чтобы представить то же самое состояние, что и состояние, с которого начался переход. Интерпретация этого рисунка может быть такой: в любом состоянии процесса сигнал «Сообщение» может быть принят. При-

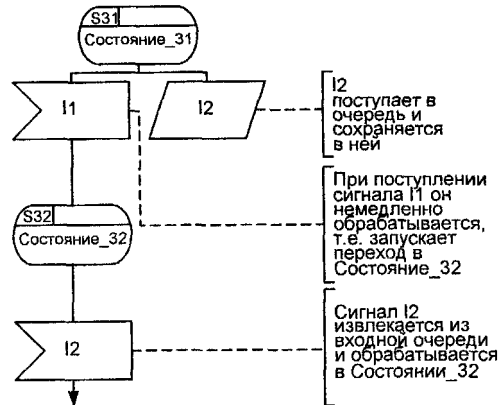
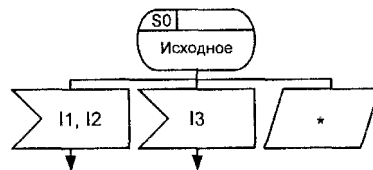


Рис. 2.7. Пример SDL - диаграммы с использованием символа сохранения



Использование "\*" подразумевает все сигналы, кроме 11,12,13

Рис. 2.8. Пример использования «\*»

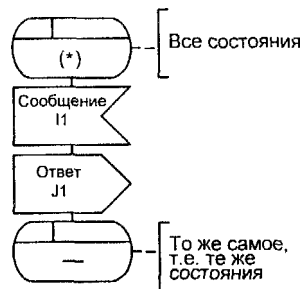


Рис. 2.9. Пример использования тире в символе следующего состояния

ем вызовет посылку сигнала «Ответ», и переход закончится в состоянии, в котором начался. Следует подчеркнуть, что пользоваться краткими обозначениями нужно с осторожностью, т.к. использование «\*» и «-» может изменить смысл диаграммы настолько, что это приведет к непредсказуемому результату.

Дивергенция внутри перехода в диаграмме SDL может возникнуть в одной из следующих ситуаций: между символом состояния и соответствующими ему символами ввода и сохранения; после символа решения; после символа опции (рис. 2.10).

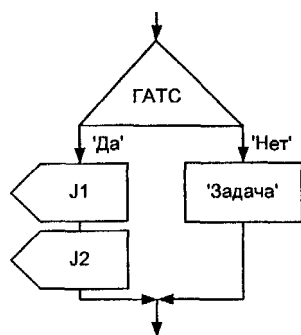


Рис.2.10. Пример дивергенции после символа опции

Точка конвергенции не может возникнуть между вводом или сохранением и символом состояния, но может возникнуть в любой другой точке SDL - диаграммы (рис. 2.11).

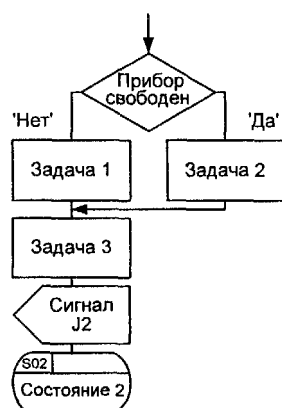


Рис.2.11. Пример использования конвергенции

В рамках тематики данной книги описанную выше иерархию описаний (SDL-система, блок, процессы, каналы, сигналы) представляется полезным продемонстрировать на более реальном примере SDL-спецификаций одночастотной системы сигнализации 2600 Гц, которая будет детально рассмотрена в главе 5. На рис. 2.12-2.14 приведены фрагменты SDL-спецификаций линейной сигнализации на внутризоновой сети, например, между центральной станцией (ЦС) или сельско-пригородным узлом (У СП) и междугородной станцией (АМТС) по заказно-соединительным линиям (ЗСЛ) и соединительным междугородным линиям (СЛМ). При всей фрагментарности этих спецификаций они достаточно наглядно иллюстрируют предлагаемый подход.

Далее в заключительной части параграфа отмечаются некоторые более общие свойства используемой в книге версии SDL-92 и перспективы ее развития.



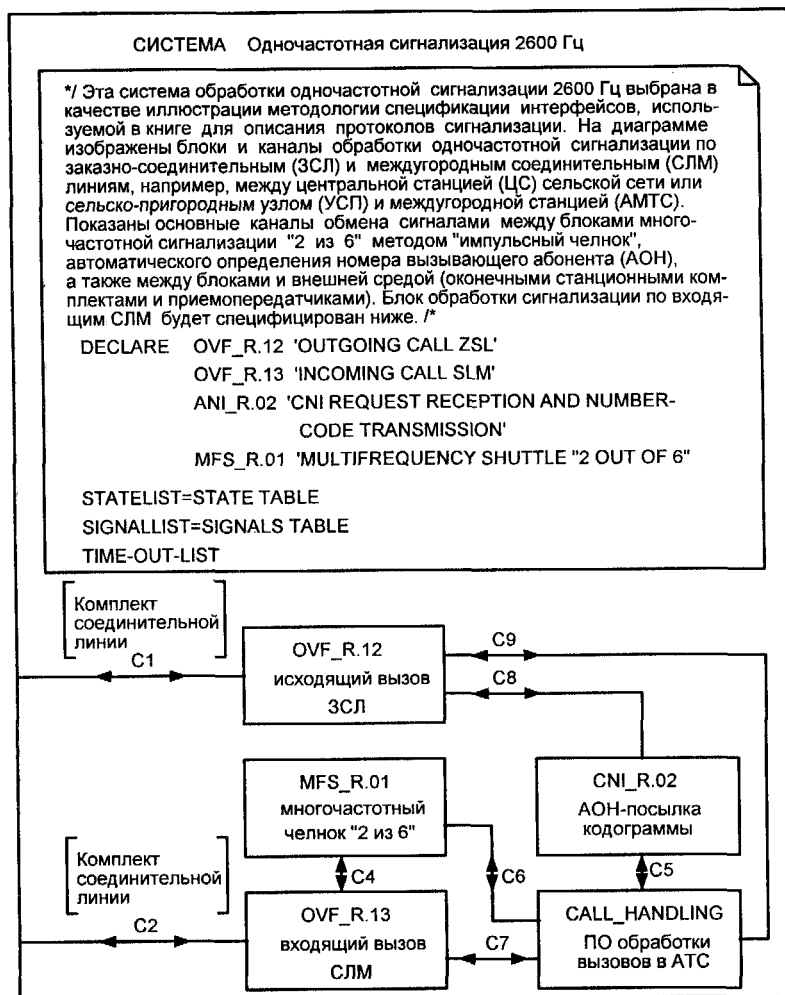


Рис.2.12. Диаграмма взаимодействия блоков для системы одночастотной сигнализации

Введение объектно-ориентированных свойств стало основным дополнением SDL-92 по сравнению с SDL-88. В сфере объектно-ориентированных разработок SDL-92 соответствует новым промышленным стандартам, таким как C++ в программировании.

Определение процесса можно повторно использовать, определяя его как тип, путем добавления ключевого слова *тип* и двух интерфейсов (шлюзов), которые описывают принимаемые и передаваемые сигналы. Это иллюстрирует рис. 2.15, являющийся развитием рис. 2.2, приведенного в начале этого параграфа.

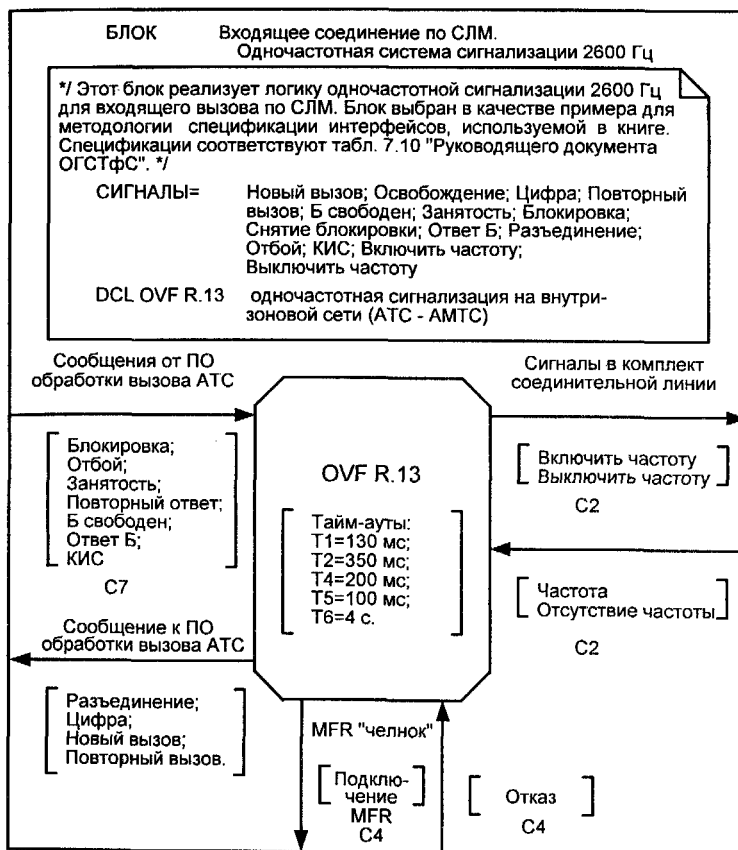


Рис.2.13. Структура блока обработки одночастотной сигнализации на SDL для входящего соединения по СЛМ

Тип может быть разделен на подтипы, и типы могут определяться как объекты (экземпляры в SDL). Объектно-ориентированные свойства SDL включают защищенные переопределения в подтипах (называемые виртуальными), общие типы (называемые параметризованными типами) и понятия библиотеки для типов (называемые пакетами).

Использование различных инструментальных средств в SDL породило требование: способность передачи SDL-диаграмм между различными платформами различных инструментальных систем. Это особенно важно для организаций, занимающихся стандартами, в первую очередь - для различных исследовательских комиссий самого ИТУ-Т. При этом крайне желательно сохранение основной графической информации при переводе спецификаций SDL от одной инструментальной платформы к другой.

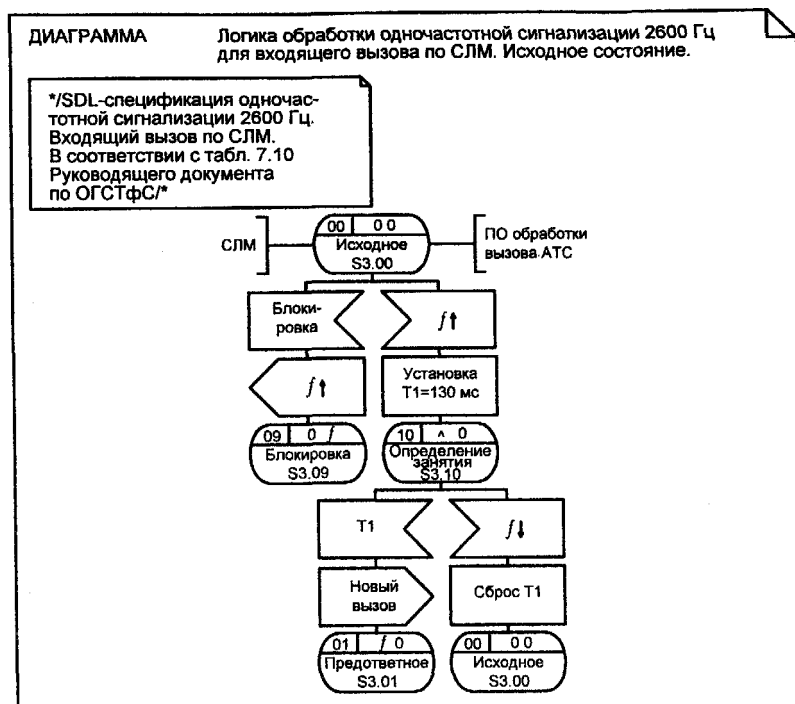


Рис.2.14. Фрагмент SDL-диаграммы процесса обработки входящего вызова одночастотной системы сигнализации 2600 Гц по СЛМ

Разрабатываемый проект единого формата взаимодействия (Common Interchange Format - CIF) базируется на текстовом представлении, SDL/PR, и включает вопрос минимальной передачи такой графической информации, которая позволяет пользователям распознавать спецификации. Передача ограничена человеческим фактором распознавания, т.е. информацией постраничной организации и относительным позиционированием; детали при этом опускаются. Планируется, что CIF будет передавать только законченные элементы спецификаций, такие как система, блок и диаграммы процесса.

С точки зрения дальнейшего развития SDL достаточно сложно обеспечить равновесие между требованием стабильности текущей версии языка, которое разделяют специалисты других исследовательских комиссий ITU-T, промышленных организаций, НИИ и администраций связи, давно использующих SDL, и интересами новых пользователей SDL.

По мнению автора, до 2000 г. не ожидается появления новой версии SDL. Относительно же сегодняшних представлений о будущей версии SDL-2000 можно отметить, что их основой является упрощение языка. В настоящее время в ITU-T обсуждаются некоторые идеи по разработке SDL-2000, концептивно изложенные ниже.

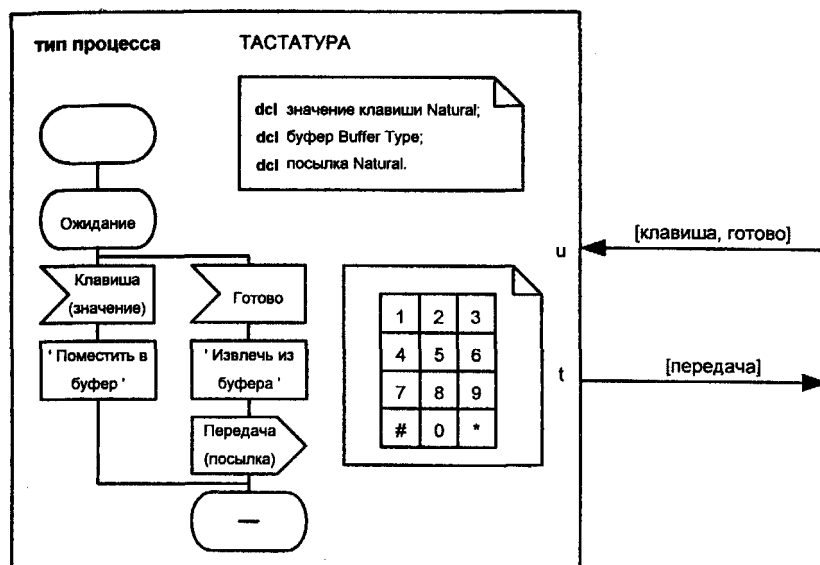


Рис. 2.15. Процесс тастатуры как тип

SDL имеет широкий набор концепций структурирования, и при этом они иногда используются в разных целях и часто перекрываются. Основная из этих концепций - концепция *процесса* может в принципе заменить остальные концепции: системы, блока и сервиса. Это сделает язык проще, но потребует дополнительных руководящих принципов для применения концепции процесса в различных целях, например, для системного структурирования и для описания поведения. Возможность такого упрощения становится очевидной при определении объектно-ориентированных свойств SDL-92, где многое повторяется для каждой из четырех концепций структурирования (система, блок, процесс, сервис).

Определение типов данных основано на принципе ACT-ONE, который одинаков в SDL и в языке LOTOS. При введении этого принципа полагалось, что это наилучший способ для формализованного описания системы данных. Хотя этот принцип действительно весьма привлекателен теоретически, однако в практических применениях значительная часть данных почти никогда не используется. Последнее также иллюстрируется слабой поддержкой этого принципа существующими инструментальными средствами SDL. Версия языка SDL-92 была дополнена ACT-ONE с более традиционным алгоритмическим подходом, а новая рекомендация Z. 105 идет дальше и предписывает определение данных в SDL, основывающееся на стандарте языка ASN. 1. Но, к сожалению, и этот алгоритмический подход, и описание данных по Z.I 05 преобразуются затем в семантическую модель, основанную на том же принципе ACT-ONE. Во время работы над SDL-92 стало ясно, что привлекательные свойства объек-

тного ориентирования, такие как общие типы и полиморфизм, достаточно сложно совместить с принципом ACT-ONE. В связи с этим имеется очевидная тенденция к отходу в будущем от имеющейся зависимости в описании данных от принципа ACT-ONE. Сегодня трудно предположить направление этой тенденции, разве что можно ожидать в последующей версии SDL-2000 более полный переход KASN. 1, чем это сегодня предусматривает рекомендация Z.I 05.

Объектно-ориентированные свойства SDL-92 делают SDL привлекательным для спецификаций и описаний систем в соответствии с моделью Открытых Распределенных Процессов (Basic Reference Model of Open Distributed Processing - ODP) [114]. Однако необходимость совместимости SDL-92 с предыдущими версиями SDL привела к усложнению интерпретации некоторых концепций ODP в SDL-92, например, в адресации одиночного интерфейса к объекту. Хотя упомянутое выше обобщение концепции процесса и может привести к решению некоторых из этих проблем в SDL-2000, но, в целом, соответствие ODP также потребует значительных усилий.

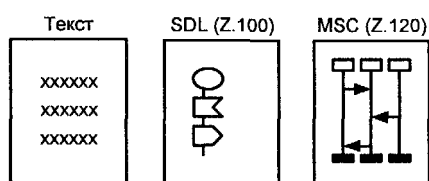


Рис.2.16. Стандарты ITU-T для описания телекоммуникационных протоколов в книге

В заключении этого параграфа, посвященного непосредственно языку SDL, на рис. 2.16 представлена последовательность использования стандартов Исследовательской комиссии 10 ITU-T для описания телекоммуникационных протоколов в данной книге. Эта последовательность состоит из трех базовых элементов: текстовые описания систем сигнализации, диаграммы SDL, специфицирующие режимы поведения процесса обработки этой сигнализации и сценарии обмена сигналами и сообщениями на языке MSC, рассматриваемом в следующем параграфе.

## 2.2. СЦЕНАРИИ ПРОТОКОЛОВ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ЯЗЫКЕ MSC

В рамках рассматриваемой в книге методологии представленные в предыдущем разделе формализованные описания на языке SDL эффективно дополняются спецификациями в виде карт последовательностей сообщений (MSC) в соответствии с рекомендацией Z.120 Сектора стан-

дартизации электросвязи Международного союза электросвязи (ITU-T). Язык MSC также дает возможность предварительного описания процессов на фазе подготовки SDL-спецификаций. Представления в форме MSC обладают большой наглядностью и могут переводиться в SDL форму. При этом возникает также и обратная задача перевода из SDL в MSC, что особо важно при отладке готового программного обеспечения и тестировании протоколов. MSC-описания легко использовать в качестве шаблонов, по которым работают имитаторы программного обеспечения обработки вызовов и протокол-тестеры систем сигнализации.

Основное использование MSC в книге - создание сценариев обмена сигналами между различными процессами или объектами. Получающиеся описания представляются настолько удобными для читателя, что автор старался использовать их при описании практически всех протоколов в последующих главах книги.

Для описания протоколов сигнализации применяются следующие элементы языка MSC:

1. Момент (Instance)
2. Сообщение (Message)
3. Вентиль (Gate)
4. Тайм-аут (Timeout)

Графического синтаксиса часто оказывается недостаточно для наглядного графического представления, в связи с чем графические сценарии могут сопровождаться информационным объяснением на мета-языке, строящемся на тех же формах Бэкуса-Наура (BNF - Backus-Naur Form) со следующими мета-конструкциями:

- contains** (содержит)
- is followed by** (сопровождается)
- is associated with** (связан с)
- is attached to** (присоединен к)
- above** (над)
- set** (установить)

Отличие этих конструкций от обычных BNF состоит в некоторых дополнительных логических и геометрических соотношениях между аргументами, которые автор вынужден оставить за пределами настоящей книги в силу ограниченного объема последней. Тем не менее, из приведенных ниже примеров основные правила станут понятны читателю.

Основные символы, используемые в MSC, приведены в таблице 2.2.

Существует три типа комментариев в MSC, причем первый определяется в текстовом синтаксисе как *note*, а третий определяется как символ текста (табл.2.2) с текстовым содержанием.

Размер графических символов может выбираться произвольно.

Таблица 2.2. Основные символы, используемые в MSC

Символ	Названия
	Комментарий
	Текст
	Цикл
	Заголовок требования
	Основная ось 1
	Основная ось 2
	Конец требования
	Сообщение
	Потеря сообщения
	Найдено сообщение
	Основной символ требования 1
	Основной символ требования 2
	Условие
	Запуск тайм-аута (1 вариант)
	Запуск тайм-аута (2 вариант)
	Перезапуск тайм-аута
	Сброс тайм-аута (1 вариант)
	Сброс тайм-аута (2 вариант)
	Завершение тайм-аута (1 вариант)
	Завершение тайм-аута (2 вариант)
	Завершение тайм-аута (2 вариант)

Окончание табл. 2.2

Названия	Символ
Завершение тайм-аута (3 вариант)	
Событие	
Создание	
Остановка	
Ядро 1	
Ядро 2	
Включить	
Исключить	
Разделить	
Справка - символ комментария с текстовым содержанием	

Сценарий MSC может быть разбит на несколько страниц. Разбивка может быть горизонтальной и вертикальной. Если MSC разбивается на страницы вертикально, заголовок повторяется на каждой странице, но последний символ типа должен присутствовать только на последней странице. Страницы должны нумероваться парами: «v-h», где «v»- вертикальный номер страницы, а «h»-горизонтальный. Арабские цифры должны использоваться для вертикальной нумерации, а английские буквы («A»-«Z») для горизонтальной. Если этого недостаточно, тогда ряд можно расширить с «AA» до «AZ», «BA» до «BZ» и т.д. Для каждого типа заголовок должен находиться на первой странице, откуда он начинается, и должен повторяться на всех следующих страницах.

Если сообщения, таймеры, состояния создания или условия продолжают от одной страницы до следующей страницы, то текст, связанный с сообщением, таймером и т.п., должен быть представлен на первой странице и целиком или частично на следующей.

MSC описывает взаимодействие между каким-либо числом компонент системы и между этими компонентами и окружающей средой.

Для каждой компоненты системы, охватываемой MSC, существует ось требований. Взаимодействия между компонентами системы представ-



лены линиями сообщений. Посылка и прием сообщения - это два асинхронных события. Это предполагает, что в MSC окружающая среда способна принимать и посылать сообщения независимо.

Предполагается, что поведение окружающей среды также подчинено законам MSC. Для каждого события MSC предполагается глобальная ось времени. Вдоль каждой оси отсчет времени идет сверху вниз, однако собственная шкала времени не определена.

Графическое MSC-описание фрагмента процесса ОТЛОС обработки сигналов для протокола сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам (2ВСК), рассматриваемого в главе 3, при попытке установления исходящего соединения в ситуации занятости соединительных путей на встречной станции, приведено на рис. 2.17.

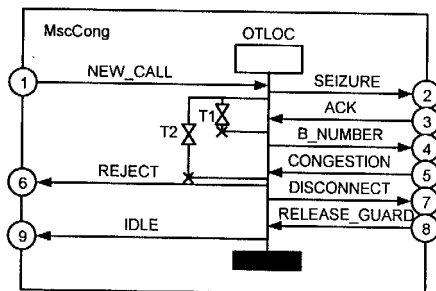


Рис.2.17. Описание попытки установления соединения при занятости соединительных путей

В данном MSC-описании определены процесс ОТЛОС обработки сигналов; сообщения NEW\_CALL (новый вызов), SEIZURE (занятие), ACK (подтверждение занятия), B\_NUMBER (номер абонента Б), CONGESTION (занятость промпутей), REJECT (отказ), DISCONNECT (разъединение), RELEASE\_GUARD (контроль исходного состояния), IDLE (исходное); вентили 1, 6, 9 к программному обеспечению обработки вызовов и все остальные к физическому уровню интерфейса с соединительной линией; тайм-ауты T1 (ожидание поступления подтверждения занятия) и T2 (время непроизводительного занятия соединительной линией).

Текстовое представление данного описания выглядит следующим образом:

```

MSC
instance OTLOC;
1. in NEW_CALL
2. out SEIZURE
set T1
set T2
3. in ACK

```

```

reset T1
4. out B_NUMBER
5. in CONGESTION
reset T2
6. out REJECT
7. out DISCONNECT
8. in RELEASE_GUARD
9. out IDLE
end instance
end MSC
    
```

Недостаток такого описания заключается в его линейном характере и в невозможности представить на одной диаграмме ветвление алгоритма.

Для того, чтобы представить процесс при различных возможных сценариях, используется так называемая обзорная диаграмма MSC, иногда называемая «дорожной картой». На ней представляются все MSC-сценарии и так называемые условия. Упрощенная «дорожная карта» процесса ОТЛОС обработки сигналов для протокола сигнализации 2BCK по соединительной линии ГТС из предыдущего примера представлена на рис. 2.18. MSC-сценарии показаны прямоугольниками, а условия - шестиугольниками.

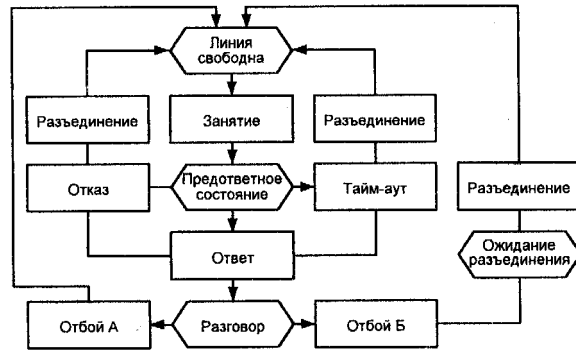


Рис. 2.18. Упрощенная обзорная диаграмма MSC обмена сигналами по соединительной линии ГТС

Подобная карта близка к более широко применяемому методу описаний - граф-схеме алгоритма и позволяет легко перейти от набора MSC-сценариев к SDL-диаграмме, поскольку условия можно представить в виде SDL-состояний, а MSC-сценарии представляют собой последовательности сигналов, переводящих процесс из состояния в состояние, и задач, выполняемых при этих переходах.

При этом отдельные MSC-сценарии, представленные на «дорожной карте» в виде прямоугольников, могут входить в конкретные сценарии типа изображенной на рис. 2.17 MSC-процедуры.

К достоинствам описания процессов при помощи MSC относятся исключительная наглядность и легкость, с которой могут быть проверены протоколы, специфицированные таким методом. Достаточно сказать, что тестовые сценарии получаются путем слияния MSC-спецификаций разрабатываемого процесса и имитатора протокола.

Именно подобным образом разработаны протокол-тестеры российских систем сигнализации, используемые для отладки программного обеспечения цифровых АТС, предназначенных к установке на телефонных сетях СНГ, и рассмотренные в заключительной главе книги.

Это может быть проиллюстрировано на приведенном выше примере сценария MSC Cong на рис. 2.17. Тестирование выполнения данной спецификации должно осуществляться имитатором протокола по сценарию MSC Sim, изображенному на рисунке 2.19.

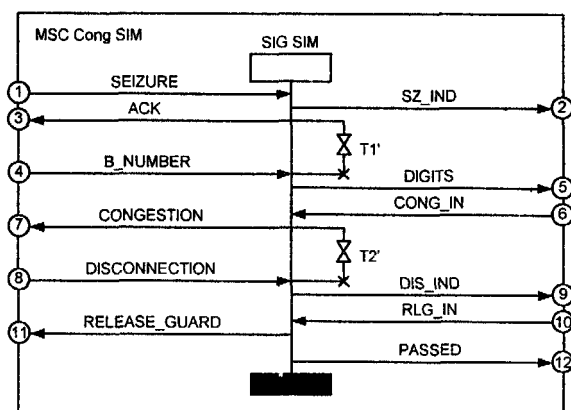


Рис. 2.19. Сценарий работы имитатора протокола обмена сигналами по СЛ при занятости промпутей

В приведенном описании определен момент SIGTEST. Сообщения SEIZURE, ACK, BNUMBER, CONGESTION, DISCONNECTION, RELEASE\_GUARD были введены для сценария MSC Cong. Сообщения SZ\_IND (индикация занятия), DIGITS (цифры номера), DIS\_IND (индикация разъединения) и PASSED (тест прошел) дают информацию оператору о прохождении соответствующих этапов испытаний.

Сообщения CONGJTN (команда на передачу сигнала о занятости соединительных путей) и RLGJTN (команда на передачу сигнала «Контроль исходного состояния») поступают от оператора. Вентили 1, 3, 4, 7, 8, 11 - к физическому уровню интерфейса с соединительной линией, а 2, 5, 6, 9, 10, 12 - к интерфейсу с пользователем (оператором). Таймеры T1' и T2' обеспечивают тайм-ауты для ожидания соответствующих сигналов.

Текстовое описание процесса тестирования выглядит следующим образом:

```

MSC instance SIGTEST
1. in SEIZURE
2. out SZ_IND
3. out ACK
set T1`
4. in B_NUMBER
reset T1`
5. out DIGITS
6. in CONG IN
7. out CONGESTION
set T2`
8. in DISCONNECTION
reset T2`
9. in RLG_IN
10. out RELEASE_GUARD
11. out PASSED
end instance
end MSC

```

Проведя процедуру слияния (Merge) сценариев рис. 2.17 и 2.19, получаем результирующий сценарий MSC Cong Test.

MSC Cong Test = MSC Cong II MSC Sim

При этом целесообразно ввести момент USER (оператор), описывающий интерфейс с пользователем. Сценарий MSC Cong Test приведен на рис. 2.20.

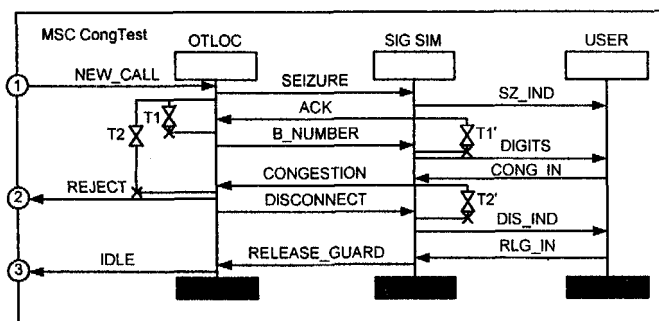


Рис.2.20. Сценарий проверки обмена сигналами при занятости соединительных путей

Итак, SDL-диаграммы, описанные в предыдущем параграфе, являются источником тестовых последовательностей, представляющих собой набор MSC-сценариев. Именно по набору такого рода сценариев проводится проверка правильности отработки протоколов сигнализации, описанных в книге. Эти же сценарии положены в основу работы протокол-

тестеров из главы 11. С помощью этих протокол-тестеров сообщения о сбое в сценарии (получен не тот сигнал, который ожидался, или сигнал не пришел до срабатывания тайм-аута), поступающие оператору, позволяют провести не только проверку, но и отладку указанного программного обеспечения.

### **2.3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ СПЕЦИФИКАЦИИ И ОПИСАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ АРХИТЕКТУР**

Современные телекоммуникационные архитектуры и создаваемые для них новые протоколы сигнализации вызвали необходимость в дополнительных языках их спецификаций и описаний: ASN. 1 (Abstract Syntax Notation One) для протоколов модели Взаимодействия открытых систем (ВОС или OSI в английской аббревиатуре), TTCN (Tree and Tabular Combined Notation) для создания тестовых сценариев при тестировании конформности в рамках телекоммуникационных архитектур, GDMO для информационных моделей в рамках архитектуры TMN и др. Проблемы стандартизации, развития и совместного использования SDL, MSC и этих языков для спецификаций и описаний новых телекоммуникационных архитектур составляют предмет настоящего параграфа.

Как уже отмечалось во введении, данный параграф может быть пропущен без ущерба для понимания дальнейшего материала книги. Для читателя, готового, несмотря на сделанное предупреждение, продолжить рассмотрение этой чрезвычайно важной задачи стандартизации методов разработки телекоммуникационных систем, полезно прежде определить, какая стандартизация в этом параграфе рассматриваться *не будет*.

А именно, не будет рассматриваться используемая российскими НИИКБ система ГОСТов ЕСКД, традиционно сопровождавшая НИОКР в областях телекоммуникации и вычислительной техники вплоть до присвоения литеры 01 «посмертно» большинству из них и породившая целый ряд трудно объяснимых сегодня силлогизмов типа «калькодержатель» (насилие не только над языком, но и над здравым смыслом). С другой стороны, необходимость стандартизации в электросвязи была осознана еще в 1865 г., когда был основан Международный союз электросвязи - МСЭ (в книге используется и английская аббревиатура этой международной организации - ITU - International Telecommunications Union). В настоящее время ITU является агентством Организации Объединенных Наций и состоит из трех секторов: сектора стандартизации электросвязи (ITU-T), сектора радиосвязи и сектора развития телекоммуникаций.

В области вычислительной техники стандартизация началась со стандартов де-факто и в 50-х годах привела к повсеместному использованию 80-колонок перфокарт в качестве единого для всех систем носителя дан-

ных. В 60-х годах была достигнута совместимость накопителей на магнитных лентах и дисках с интерфейсом IBM-360. Затем произошло резкое смещение акцентов на программное обеспечение и наряду со стандартами на операционные системы, программные оболочки и интерфейсы начали разрабатываться стандартные языки спецификаций и описаний. Три из них достигли статуса международных стандартов: SDL, разработанный ITU в 70-х годах, Estelle (IS09074) и LOTOS (IS08807), стандартизованные ISO в 1988 г.

Интенсивное взаимопроникновение информационных (компьютерных) и телекоммуникационных технологий (столь бурно развивающееся, что уже сегодня невозможно однозначно ответить на вопрос: не является ли ИНТЕРНЕТ сетью связи общего пользования?) существенно меняет сложившиеся представления о стандартизации спецификации протоколов сигнализации, все более и более преобразуя эти протоколы в чисто программные интерфейсы, строящиеся в терминах идеологии открытых распределенных процессов (ODP).

При этом интересно отметить, что зарубежная телекоммуникационная промышленность традиционно ориентировалась на стандарты де юре, а зарубежная же компьютерная промышленность - на стандарты де факто. Единодушная техническая политика отечественных предприятий связи и вычислительной техники по этому вопросу уже упоминалась выше.

К необходимости единодушия (правда, не такого) приводит и наблюдающаяся тенденция к интеграции различных телекоммуникационных архитектур. Соответственно возрастает необходимость единообразия нотаций, описывающих различные архитектуры. Впрочем, уже сегодня ни один язык ни в одной архитектуре не используется изолированно. Так, например, TTCN используется совместно с ASN.1, т.к. само тестирование конформности предполагает структуру PDU (Protocol Data Unit), написанную на ASN.1. По совместному использованию SDL и ASN.1 уже принята ITU-T рекомендация Z. 105, а по MSC и SDL - рекомендация Z. 120.

Итак, для описаний современных телекоммуникационных архитектур в рамках ITU используются следующие языки: SDL, MSC, ASN.1, TTCN и GDMO. Этот перечень может быть дополнен языком IDL (Interface Definition Language), разрабатываемым OMG (Object Management Group) и ISO, языком ODL (Object Definition Language) из TINA-C, который является расширением IDL и поддерживает современные концепции объектов с разнообразными интерфейсами, групповых объектов, потоковых интерфейсов и описаний QoS (Quality of Service).

Более того, и сам перечень, и каждый язык в нем не перестают развиваться и дополняться. Идеальным вариантом было бы при создании каждой новой архитектуры или, еще лучше - в начале проекта, направленного на создание новой архитектуры, заранее проанализировать, какие про-

токолы сигнализации и интерфейсы потребуется специфицировать в рамках этой архитектуры и, соответственно, подготовить адекватные языковые средства. Но это вряд ли реально, т.к. для определения интерфейсов уже сразу нужно зафиксировать какие-то конкретные языковые нотации.

Существенно также, что перспективные проекты, например, TINA-C, уже не связываются с какими-либо конкретными архитектурами типа TMN или IN. Протоколы взаимодействия в этих проектах в основном выражаются в терминах прикладных программных интерфейсов (API-Application Program Interface).

Математические основы для упомянутых в данной главе стандартных средств спецификаций и описаний телекоммуникационных систем составляют следующие общие модели из теории конечных автоматов (расширенных конечных автоматов, машин сообщений), сетей Петри, алгебраических моделей абстрактных типов, теории множеств, логики предикатов, временной логики и др.

Одним из основных используемых совместно с SDL языков является ASN.1 (**Abstract Syntax Notation 1**). Он предназначен в основном для спецификации данных и является признанным стандартом для описания данных в протоколах ISO, строящихся в соответствии с моделью взаимодействия открытых систем (ВОС, или OSI согласно английской аббревиатуре) и рекомендаций ITU-T серии X. Например, ASN. 1 широко используется в рекомендациях X.400 и X.500, при описании протоколов ROSE (Remote Operations: Protocol Specifications, рекомендация X.229) и TCAP (Transaction Capabilities, рекомендации Q.771-775 и глава 10 данной книги).

ASN. 1 состоит из двух частей: описания композиционных типов данных и преобразования этих данных в битовые потоки для передачи (правила кодирования/декодирования). Сегодня фактически существуют две модификации языка ASN. 1. Первая модификация определена рекомендацией X.208, а вторая - рекомендациями X.680-683, которые должны были заменить X.208, но до сих пор сосуществуют на равных с ней.

С учетом совместного использования с SDL в контексте данной книги особенно важна рекомендация Z.105, основными принципами которой стали следующие тезисы:

- SDL используется для описания поведения и структуры системы, тогда как ASN. 1 используется для описания данных в дополнение к данным SDL. Данные ASN. 1 используются для спецификации сообщений и порядка их кодирования.
- Версия ASN.1, используемая в Z.105, основана на рекомендации X.680 без расширений, содержащихся в рекомендациях X.681 -X.683.
- При совместном использовании необходимо модифицировать и SDL и ASN. 1. В SDL наибольшие изменения - это расширения в лексических правилах. Используемый в Z.105 язык ASN.1 не имеет раз-

личий между знаками верхнего и нижнего регистров клавиатуры, и дефис «-» заменяется подчеркиванием «\_», что необходимо для обеспечения совместимости этих двух языков.

Значительный интерес представляют графические нотации **GDMO (Guidelines for the Definition of Managed Objects)**. Эти языковые средства определены рекомендацией X.722 для описания управляемых объектов в TMN (Telecommunications Management Network) и также упоминаются в главе 10 данной книги.

Имеет смысл остановиться несколько более подробно на языке современных протокол-тестеров **TTCN (Tree and Tabular Combined Notation)**. Язык комбинированных древовидных и табличных нотаций TTCN был разработан в ISO для абстрактного описания режимов функционирования и обмена сигналами между тестируемой протокольной реализацией и тестирующей системой. Протокол может быть представлен в форме древовидного графа, отображающего реакции на те или иные входные (в частности - тестовые) сигналы. Как следует из названия, язык TTCN использует табличные представления таких деревьев для описания динамики поведения протоколов, а также дополнительные таблицы для записи самих тестовых сценариев.

Тестер представляет собой тестовый комплект, выполняющий тесты и наблюдающий за результатами. TTCN базируется на концепции верхнего и нижнего тестеров. Набор тестирующих компонент, взаимодействующих с тестируемой системой (IUT - Implementation Under Test) в точках управления и наблюдения (PCO - Point of Control and Observation) через интерфейс нижнего уровня, называется нижним тестером (LT - Lower Tester). Набор тестирующих компонент, взаимодействующих с тестируемой реализацией (IUT) в точках управления и наблюдения (PCO) через интерфейс верхнего уровня, называется верхним тестером (UT - Upper Tester).

Система должна содержать по крайней мере одну из тестирующих компонент. Эта компонента будет являться мастер-компонентой (MTC - Master Test Component), ответственной за координацию и управление ходом теста и за вынесение окончательного вердикта. Связь между тестирующими компонентами каждого из тестеров осуществляется через точки координации (CP - Coordination Points). Координация между верхним и нижним тестером осуществляется посредством процедур координации тестирования (TCP - Test Coordination Procedures).

Нижний тестер является более сложным, чем верхний, вследствие необходимости выполнения им функций управления и наблюдения за блоками данных протокола (PDUs - Protocol Data Units). Блоки данных протокола являются частью абстрактных примитивов (ASP - Abstract Service Primitives), которые нижний тестер посылает и принимает во вре-



мя выполнения теста. Фактически в любой момент времени нижний тестер, исполняя какой-то тест, реализует определенную часть соответствующего протокола.

Для проведения тестирования конкретной системы необходимо специфицировать последовательность взаимодействий или тестовых событий, которые следует подвергнуть наблюдению и контролю в этой системе.

Последовательность таких событий, полностью специфицирующих цель проведения теста, называется тестом (test case). Набор тестов для определенного протокола называется тестовым комплектом (test suite).

Как уже отмечалось выше, TTCN представляет собой нотацию, разработанную для спецификации тестов на абстрактном уровне. Абстрактные тесты содержат всю информацию, необходимую для полной спецификации цели проведения теста (TP - Test Purpose) в терминах блоков данных протокола, который данная система должна реализовывать в процессе функционирования. Абстрактные тесты не содержат информации, специфичной для конкретной системы. Однако сама нотация как таковая не является абстрактной; определение TTCN достаточно точно, как в части синтаксиса, так и в части семантики операций, что позволяет приблизить TTCN к языку программирования.

На рис. 2.21 показано соответствие TTCN семиуровневой модели взаимодействия открытых систем (OSI), согласно которой требуются спецификации тестов в терминах абстрактных примитивов ASP уровня (N-1), а также в терминах абстрактных примитивов ASP уровня N и блоков данных протокола уровня N. Для того, чтобы удовлетворять таким требованиям, TTCN должен обеспечивать как минимум: возможность спецификации абстрактных примитивов, которые должна принимать или посылать тестируемая система; возможность спецификации блоков данных протокола, которые являются частью абстрактных примитивов; возможность спецификации последовательности, в которой абстрактные примитивы посылаются или принимаются в определенной точке управления и наблюдения (PCO).

Для выполнения перечисленных функций TTCN позволяет:

- декларировать типы абстрактных примитивов и блоков данных протокола;
  - декларировать точки контроля и наблюдения;
  - специфицировать реальные абстрактные примитивы и блоки данных протокола;
  - специфицировать различные варианты поведения системы.
- Рассмотренные в первом параграфе данной главы методы спецификации протоколов на SDL используют для описания их поведения диаграммы состояний. Однако в связи с тем, что тестирование соответствия

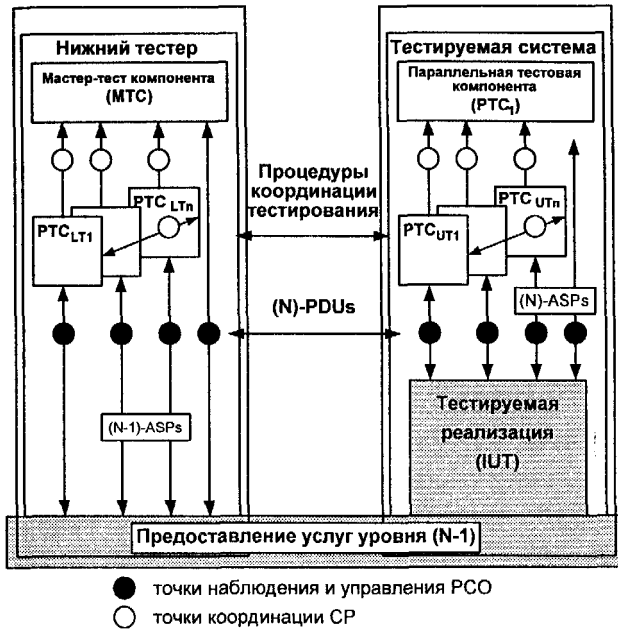


Рис.2.21. Общая архитектура тестирования TTCN

(конформности) в основном ориентировано на наблюдение и управление последовательных взаимодействий в точке интерфейса между уровнями модели взаимодействия открытых систем (в точке доступа к услуге), целесообразно также специфицировать поведение тестируемой системы и в виде дерева, имеющего ветви для всех возможных вариантов последовательностей взаимодействий, которые могут существовать между двумя данными состояниями протокола.

В TTCN такое дерево взаимодействий называется деревом поведения. Структура дерева представляется посредством увеличивающихся уровней отступов для показа продвижения по дереву относительно времени (рис. 2.22).

Узел дерева называется линией поведения. Линия поведения содержит следующие компоненты:

- номер линии,
- метку,
- строку описаний,
- ссылку на ограничения,
- вердикт,
- комментарий линии поведения.

Линии поведения специфицируются в специальных таблицах, называемых таблицами динамического поведения.

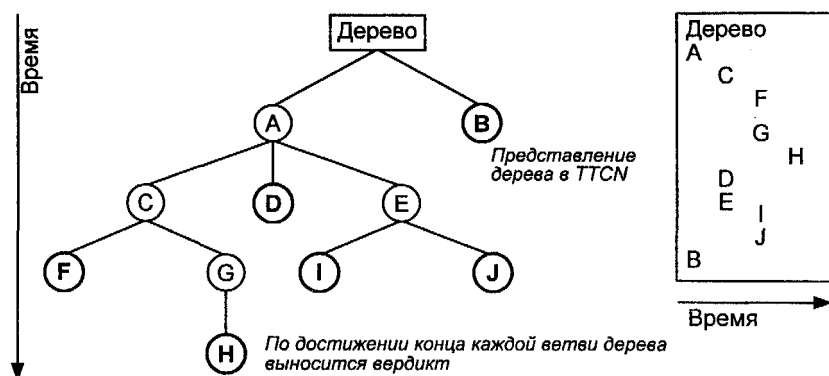


Рис.2.22. Представление дерева TTCN посредством сдвига

Поведение тестируемой системы (например, прием или посылка абстрактных примитивов) описывается при помощи описаний TTCN. Описания бывают трех типов:

- события,
- действия,
- квалификаторы.

События. Некоторые описания TTCN могут оказаться успешными или неуспешными в зависимости от наступления тех или иных событий. Существуют два типа событий: входные события и таймерные события. Пример входных событий - приход абстрактного примитива в определенной точке управления и наблюдения. Таймерное событие представляет собой истечение таймера, специфицированного протоколом. Для событий в TTCN используются следующие описания:

- . RECEIVE,
- . OTHERWISE,
- . TIMEOUT.

Действия. Некоторые описания всегда будут успешными. Такие описания называются действиями, которые выполняются тестовой системой. Предполагается, что они всегда выполняются успешно. Для действий в TTCN используются следующие описания:

- . SEND,
- . IMPLICIT\_SEND,
- . ASSIGNMENTJJST,
- . TIMER\_OPERATION,
- . GOTO.

Квалификаторы. Строки описаний могут включать описания квалификаторов, то есть булевские выражения. Никакие события не могут совпасть и никакие действия не будут исполнены, пока значение квалификатора не станет равным TRUE.

Как уже отмечалось выше, TTCN был разработан с привязкой к абстрактному синтаксису ASN.1 (ISO/IEC 8824:1990). Однако не существует обязательной связи между типами, используемыми в TTCN и в ASN.1. Это позволяет конструировать типы данных, абстрактные примитивы ASP и блоки данных протокола PDU и без использования ASN.1, если разработчик теста не желает этого (например, для протоколов низкого уровня, для спецификации которых обычно не используется ASN. 1). Однако здесь типы данных TTCN рассматриваться не будут.

TTCN поддерживает асинхронную модель связи. Связь между тестовыми компонентами TC и тестируемой системой IUT обеспечивается через точки управления и наблюдения (PCOs - Points of Control and Observation). Связь между самими тестовыми компонентами осуществляется через координационные точки (CPs - Coordination Points).

Для описания модели связи используется система с очередями со следующими свойствами:

- каждая точка PCO/CP имеет две бесконечные очереди FIFO: одна очередь для SEND и одна очередь для RECEIVE,
- ровно два объекта должно быть подсоединено к одной точке PCO или CP,
- очередь SEND одного объекта является очередью RECEIVE другого объекта, и наоборот.

Описание SEND позволяет создателю теста описать необходимость передачи ASP определенного типа через данную точку PCO. Описание SEND обозначается следующим образом: *PCO\_identifier ! ASP\_identifier*.

Описание RECEIVE позволяет создателю теста описать необходимость приема абстрактного примитива ASP определенного типа в данной точке контроля и наблюдения PCO. Описание RECEIVE обозначается *PCO\_Identifier ? ASP\_Identifier*.

ASP задаются в соответствии со стандартным описанием услуги, предоставляемой данным уровнем модели OSI. PDU описываются определениями, заданными в спецификации конкретного протокола. В случае необходимости использования нестандартных PDU они должны быть определены соответствующей таблицей.

Язык TTCN непосредственно связан с рассматриваемыми в главе 11 протокол-тестерами, что и обусловило несколько более подробное (хотя, разумеется, отнюдь не достаточное) его описание в этой главе.

Из заключения настоящего параграфа следует пояснить еще один упомянутый в данной главе подход. Это **техника объектного моделирования ОМТ**, которая была предложена Джеймсом Рунбаугом в Риме в 1991 г. и включает в себя три аспекта системного анализа: объектное моделирование, динамическое моделирование и функциональное моделирование.

Модель объекта ОМТ включает два вида диаграмм: диаграммы класса, которые основаны на хорошо известной системе обозначений взаимоотношений логических объектов, расширенной объектно-ориентированными концепциями операций и наследования свойств, а также диаграммы экземпляров, представляющие собой моментальные снимки системы.

Динамическая модель ОМТ также строится из диаграмм двух видов: диаграмм событий и диаграмм перехода состояний.

Функциональная модель состоит из схем информационных потоков, которые основываются на широко известной системе обозначений структурного анализа.

Прослеживаются следующие связи между объектной, динамической и функциональной моделями. В системном анализе объектная модель является центральной моделью ОМТ. Динамическая модель улучшает объектную модель тем, что определяет: когда устанавливаются и удаляются классы, когда вызываются операции с классами, когда имеется доступ к атрибутам и когда создаются, используются и удаляются связи. Функциональная модель предлагает новый взгляд на услуги, обеспечиваемые объектной моделью, путем объединения единичных операций с классами в более крупные процессы или, наоборот, путем детализации сложных операций с классами разбиением на более простые процессы.

ОМТ, как это отмечается самими авторами, не очень подходит для архитектурного проектирования и тестирования, но удобна для разработок информационных систем, примером которой может служить база информации СОТСБИ, рассмотренная в последнем параграфе главы 1 \.

# Глава 3

## СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО ДВУМ ВЫДЕЛЕННЫМ СИГНАЛЬНЫМ КАНАЛАМ

*Versate diu, quid ferre recusent. Quid vacant humri, lat.*  
(Прежде прикиньте в уме, что смогут вынести плечи)

Гораций. «Наука поэзии»

### 3.1. СИГНАЛИЗАЦИЯ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ С ИКМ

Термин «сигнализация по тракту ИКМ» столь же общеупотребим, сколь и ошибочен, в связи с чем автор хотел бы еще раз (не в первый и не в последний в этой книге) обратить внимание на различие между средой передачи и соответствующими системами сигнализации. Оборудование ИКМ обеспечивает только среду цифровой передачи, в которой имеется возможность, в числе других видов информации, и передачи сигнализации. В свою очередь, системы сигнализации по одному или двум выделенным сигнальным каналам (ВСК), описанные в этой главе, реализуются, наряду с другими способами, и путем передачи сигналов в каналах систем ИКМ.

Импульсно-кодированная модуляция (ИКМ) - это метод преобразования информации из аналоговой формы в цифровую для коммутации и передачи, запатентованный А.Х. Ривесом в 1938 г. Метод включает в себя стробирование аналоговых сигналов в полосе 0.3 - 3.4 кГц, квантование и кодирование результатов в цифровой форме.

*Стробирование* заключается в замене аналогового сигнала последовательностью его мгновенных значений, отсчитываемых с определенной частотой. Согласно теореме Шеннона-Котельникова, значение сигнала будет точно воспроизведено, если частота стробирования по крайней мере в 2 раза выше, чем частота самого сигнала. Для речевого сигнала, ограниченного при телефонной передаче частотой 3400 Гц, частота стробирования принята равной 8000 имп/с, и, следовательно, период стробирования, т. е. интервал между соседними сканированиями, равняется 125 мкс ( $1 \text{ с}/8000=125 \text{ мкс}$ ). Точность восстановления сигнала не зависит от ширины строба. Следовательно, по одному тракту можно передавать стробы нескольких независимых друг от друга сигналов. Это и есть амплитудно-импульсная модуляция (АИМ).

Последовательность импульсов АИМ не может быть передана по линии, так как на приемной стороне из-за амплитудных искажений невозможно будет восстановить модулированный сигнал. Из теории инфор-

мации следует, что для восстановления на приемной стороне модулированного сигнала с необходимой точностью достаточно располагать определенным конечным числом значений амплитуды. В системе ИКМ используется 256 уровней. Имея конечное число уровней, их можно пронумеровать и переслать по линии номер уровня. Это и составляет сущность импульсно-кодовой модуляции.

*Квантование* - это процесс сопоставления значений амплитуды взятого дискрета (сигнала АИМ) ближайшему выделенному уровню, т. е. одному из 256 так называемых *уровней квантования*. Номер каждого уровня выражается в двоичной системе счисления.

*Кодирование* основано на замене значения квантованного дискрета восьмиразрядным словом. Квантование и кодирование осуществляются с помощью кодера. Воспроизводимый в приемнике сигнал не совпадает в точности с передаваемым сигналом, поскольку, ввиду конечного числа уровней квантования (256), вершина дискрета может занимать произвольное положение внутри интервала, который определяется величиной шага *квантования*, т. е. расстоянием между последовательными уровнями квантования. Поэтому в приемнике значение восстановленного сигнала располагается в середине интервала квантования. Таким образом, на приемной стороне принимаются два сигнала: сигнал, идентичный переданному, и разностный сигнал (разность между переданным и восстановленным сигналами), который называется *шумом квантования*.

Такая последовательность операций обеспечивает возможность представления сериями 8-битовых кодов любых аналоговых сигналов. Эти 8-битовые коды из различных разговорных каналов размещаются в соответствующих временных интервалах и собираются в блоки для передачи. Методика называется временным разделением каналов (ВРК). Структура временных интервалов зависит от применяемых стандартов: ИКМ-30, ИКМ-24, ИКМ-15, ИКМ-12 и т.п., некоторые из которых описаны ниже.

Ширина полосы, необходимая для передачи сигнализации, намного меньше, чем для передачи речи, поэтому сигнализация для нескольких разговорных каналов в системе ИКМ может осуществляться в небольшой части полосы ИКМ тракта. Как уже отмечалось в главе 1, это может быть сигнализация по выделенным сигнальным каналам (ВСК) или общеканальная сигнализация (ОКС).

В случае ВСК необходима идентификация разговорного канала, к которому относится тот или иной линейный сигнал, что осуществляется фиксацией положения сигнальных битов. Сигналы, имеющие отношение к соответствующему разговорному каналу, всегда передаются битами, размещенными в специально назначенной для этого разговорного канала позиции.

Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (бывший МККТТ) определил стандарты ИКМ сигнализации для 30-канальных и 24-канальных систем. На телефонных сетях Российской Федерации и стран СНГ используются также 15-канальные и 12-канальные системы. Организация передачи сигнализации в этих четырех стандартах различна.

В 30-канальных системах ИКМ 8-битовые коды, относящиеся к 30 речевым каналам, составляют «циклы». Каждый 8-битовый код вставляется во временной интервал внутри цикла, как показано на рис. 3.1. Временной интервал 0 используется для целей синхронизации, а временные интервалы 1-15 и 17-31 используются для передачи речевых сигналов. Временной интервал 16 предназначается для сигнализации. Первые четыре бита используются для образования четырех сигнальных каналов (а, б, с, d) одного разговорного канала, а последние четыре бита в байте 16-го канала используются для образования четырех сигнальных каналов (а, б, с, d) другого разговорного канала. В следующем цикле через 125 мкс передаются сигналы, относящиеся к другой паре разговорных каналов. Шестнадцать циклов составляют «сверхцикл», в течение которого производится однократная передача сигнализации для всех 30 разговорных каналов.

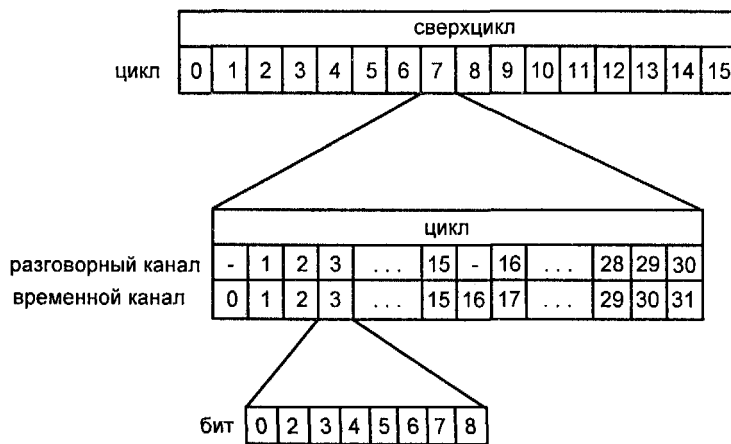


Рис. 3.1. Цикловая структура 30-канальной системы ИКМ

Для определения номера цикла в сверхцикле в 16-ом временном канале нулевого цикла передается сверхцикловой синхросигнал, от которого ведется отсчет сигнальных каналов. Временной интервал 16 в цикле 1 включает в себя сигнальные биты для разговорных каналов 1 и 16, временной интервал 16 в цикле 2 включает в себя сигнальные биты для разговорных каналов 2 и 17 и т.д. Так как в сверхцикле 16 циклов, то период дискретизации сигнальных каналов равен  $16 \cdot 125 \text{ мкс} = 2 \text{ мкс}$ . Следова-



тельно, искажение линейной сигнализации при передаче в ИКМ-30 может составить 2 мкс.

Основные параметры системы ИКМ-30/32, используемой на российских телефонных сетях:

Число канальных интервалов (каналов) в цикле	32
В том числе:	
речевых	30
сигнальных	1
синхронизации	1
Длительность цикла, мкс	125
Длительность интервала, мкс	$125:32=3,9$
Число разрядов (бит) в канальном интервале	8
Частота стробирования, имп/с	8000
Число уровней квантования	256
Пропускная способность системы Мбит/с	$32 \times 8 \times 8 \times 10^3 = 2,048 \pm 50 \times 10^{-6}$

В 24-канальных системах ИКМ применяется другой метод - метод захвата бита. В этом случае два цикла внутри сверхцикла - цикл б и цикл 12 обозначаются как циклы сигнализации. В этих циклах первые 7 бит используются для кодирования речи, а последний 8-й бит используется для сигнализации (табл.3.1). Такое использование битов для сигнализации практически не оказывает воздействия на качество передачи речи в телефонных каналах.

Таблица 3.1. Сигнализация в 24-канальной системе ИКМ

Номер цикла	Номер бита в каждом временном интервале, используемый для		Канал сигнализации
	передачи речи	сигнализации	
1	1-8	-	
2	1-8	-	
3	1-8	-	
4	1-8	-	
5	1-8	-	
6	1-7	8	А
7	1-8	-	
8	1-8	-	
9	1-8	-	
10	1-8	-	0
11	1-8	.	
12	1-7	8	В

Таблица 3.2. Примеры кодирования для каналов сигнализации в 24-канальных системах ИКМ (система сигнализации Bell D2)

Сигнал в прямом направлении	Значение переданного сигнального бита	Сигнал в обратном направлении	Значение переданного сигнального бита
Исходное состояние	0	Свободно	0
Занятие	1	Ответ	1
Разъединение (Отбой А)	0	Отбой Б	0

Линейные сигналы, представленные в таблице 3.2, предназначены для передачи информации, изменяющей статус разговорного канала, к которому относится тот или иной сигнал. Основная линейная сигнализация включает создание и освобождение разговорного канала. Значения линейных сигналов: «Занятие» обозначает запрос на использование определенного разговорного канала для устанавливаемого соединения; «Ответ» обозначает, что вызываемый абонент Б ответил на вызов; «Разъединение» обозначает, что вызывающий абонент А закончил вызов; «Отбой» обозначает, что вызываемый абонент Б закончил вызов.

Следующая модификация аппаратуры ИКМ, активно используемая на российских телефонных сетях - ИКМ-15 имеет следующие параметры:

Число канальных интервалов (каналов) в цикле 16

В том числе:

речевых 15

сигнализации 1

Длительность цикла, мкс 125

Число разрядов (бит) в канальном интервале 8

Пропускная способность системы Мбит/с  $16 \times 8 \times 8 \times 10^3 = 1,024 \times 10^5$

Сверхцикл состоит из 16 циклов (с 0 по 15). Каждый цикл содержит 16 канальных интервалов (ОКИ...15КИ).

Канальные интервалы 1КИ...15КИ содержат восьмиразрядные кодовые комбинации ИКМ-сигналов 15 разговорных каналов.

В нулевом канальном интервале (ОКИ) нулевого цикла в первом разрядном интервале передается «I» для сверхцикловой синхронизации (СЦС); во втором разрядном интервале «I» передает информацию об аварии на дальнем конце, в третьем - превышение коэффициента ошибок величины  $10^5$ ; в четвертом - «I» соответствует аварии сверхцикловой синхронизации.

В нулевом канальном интервале (ОКИ) всех остальных циклов в первом разрядном интервале передается «O», во втором и третьем канальных интервалах передаются первый и второй сигнальные каналы 1...15 разговорных каналов, четвертый остается в резерве.

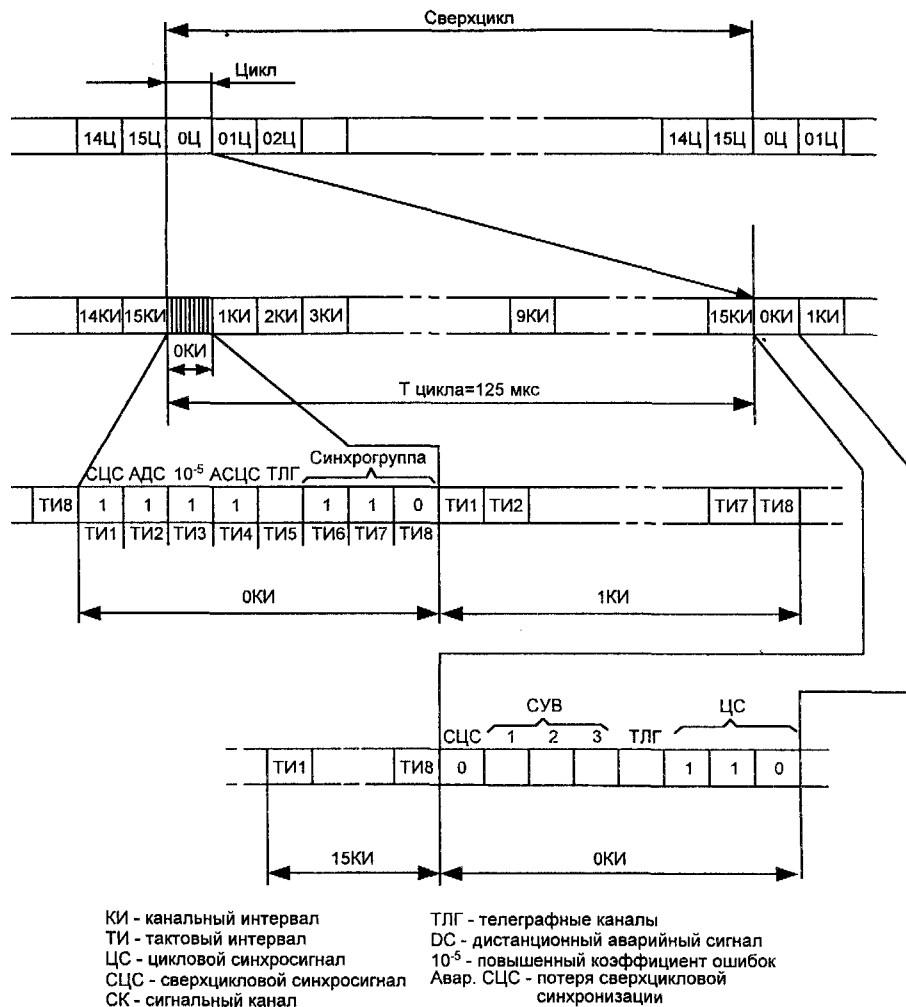


Рис. 3.2. Временной спектр системы передачи ИКМ-15

В нулевом канальном интервале всех циклов в пятом разрядном интервале передается низкочастотная цифровая информация (телеграфный канал), шестой, седьмой и восьмой разрядные интервалы служат для передачи циклового синхросигнала (110).

Таким образом, в одном цикле размещается 128 посылок, что соответствует скорости передачи 1024 кбит/с.

Выпускаемая в настоящее время комбинированная аппаратура ИКМ-15/30 обеспечивает работу с существующими типами декадно-шаговых и координатных АТС и в зависимости от типа комплектов РСЛ обеспечивает следующие режимы работы:

- а) оконечный режим с четырехпроводным окончанием канала с уровнями - 13 дБ на входе и 4 дБ на выходе;

б) окончный режим с двухпроводным окончанием канала с уровнем 0 дБ на входе и -7 дБ или -3.5 дБ на выходе;

в) четырехпроводный автоматический транзит. В двух следующих разделах данной главы будет рассмотрен способ линейной сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам в односторонних цифровых соединительных линиях с отдельными пучками входящих местных и междугородных соединительных линий. Система сигнализации по двум ВСК имеет ограниченный набор сигналов и ограниченные информационные возможности, о чем упоминалось в главе 1, что подчеркивает эпитаф к данной главе и что увидит настойчивый читатель, который доберется до главы, посвященной ОКС7 по тем же самым трактам ИКМ. Тем не менее, сегодня сигнализация по двум ВСК является основным способом сигнализации, принятым на российских городских телефонных сетях (ГТС).

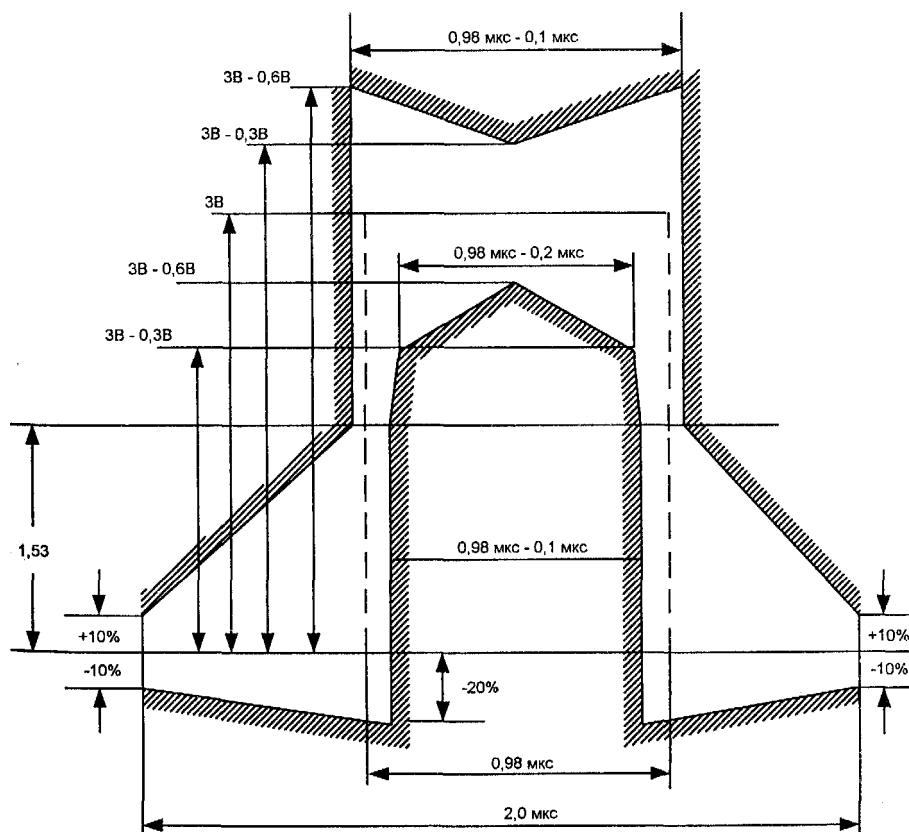


Рис. 3.3. Параметры цифрового сигнала (скорость передачи 1024 Кбит/с) на входе и выходе линейного тракта

### 3.2. ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ ГТС. МЕСТНЫЙ ВЫЗОВ

На рисунке 3.4 представлена структура SDL-системы обработки протокола сигнализации по двум ВСК в однонаправленных цифровых соединительных линиях с разделенными местным и междугородным пучками на городских телефонных сетях СНГ. Система состоит из блоков: исходящий вызов ОТЛОС, входящий местный вызов INLOC и входящий междугородный вызов INTOL. Первые два блока рассмотрены в данном параграфе, а блок обработки входящих междугородных вызовов INTOL описан в следующем параграфе этой же главы. Приведенные также на рисунке 3.4 блоки многочастотной сигнализации MFR и автоматического<sup>1</sup> определения номера вызывающего абонента ANI рассматриваются в главах 6 и 8, соответственно.

Структура блока обработки исходящих вызовов ОТЛОС, состоящего из одного одноименного процесса, представлена на рис. 3.5.

В случае местного соединения в прямом направлении (канал С 1 на рис. 3.4 и С 1.1 на рис. 3.5) передаются сигналы «Занятие» и «Разъединение», «Импульс/Пауза декадного набора». При использовании на ГТС принципа двустороннего отбоя этот список должен быть дополнен сигналом «Отбой А» (отбой вызывающего абонента). В книге этот сигнал будет рассматриваться только при описании процесса INLOC, т.е. специфицируемые процессы обеспечивают работу «своей АТС» в режиме одностороннего отбоя и поддерживают оба режима отбоя (односторонний и двусторонний) на встречной АТС. Сигналы, являющиеся внешними исходящими сигналами для процесса ОТЛОС, приведены в таблице 3.3.

В обратном направлении (канал С 1 на рис. 3.4 и канал С 1.2 на рис. 3.5) передаются сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ/запрос АОН», «Снятие «Ответа», «Занятость/отбой Б», «Блокировка», «Контроль исходного состояния (КИС)». Эти сигналы, являющиеся внешними входящими сигналами для процесса ОТЛОС, приведены в таблице 3.4.

Сообщения от программного обеспечения (ПО) обработки вызовов к процессу ОТЛОС приведены в таблице 3.5, а сообщения в обратном направлении - в таблице 3.6.

На рис. 3.8 представлена диаграмма процесса ОТЛОС на языке SDL. Процесс имеет следующие состояния:

- S0 - исходное состояние,
- S1 - предответное состояние,
- S2 - состояние передачи импульса при декадном наборе,
- S3 - состояние передачи паузы при декадном наборе,
- S4 - состояние межцифрового интервала (только при декадном наборе),

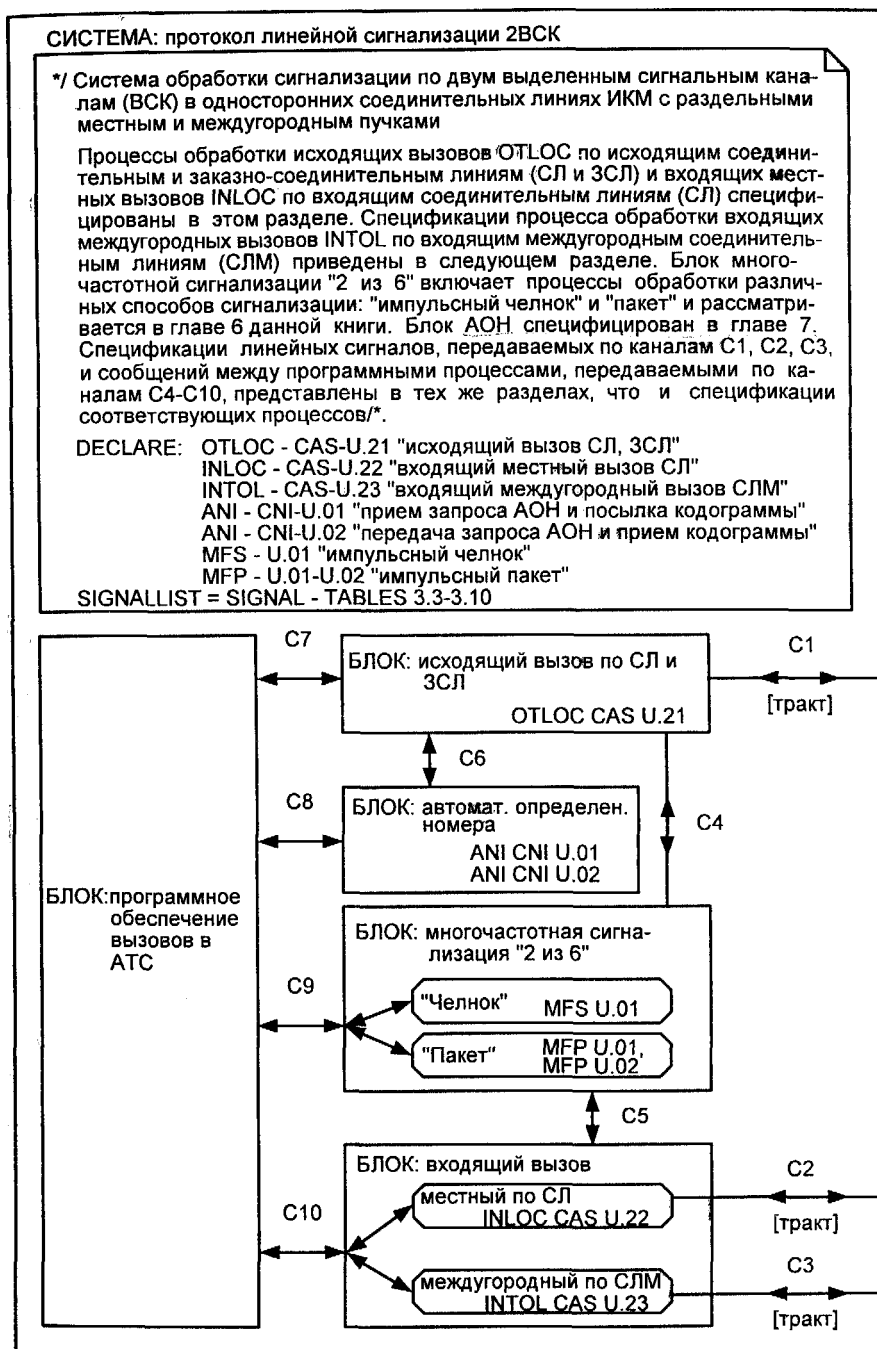


Рис. 3.4. Структура SDL-системы обработки линейной сигнализации 2ВСК в односторонних соединительных линиях ИКМ

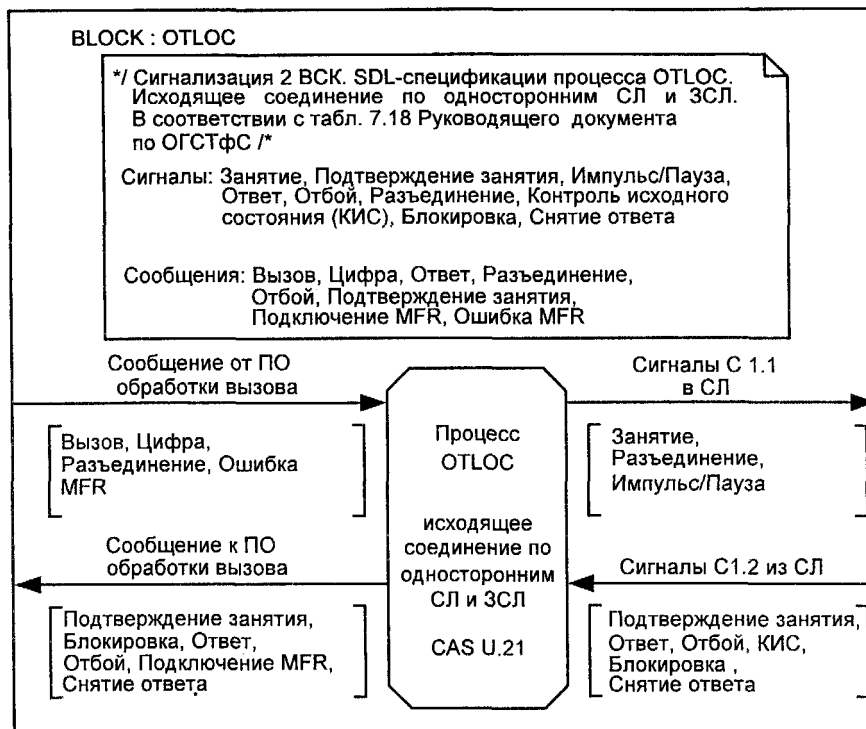


Рис. 3.5. Блок обработки исходящего вызова OTLOC CAS U.21

Таблица 3.3. Сигналы С1.1, передаваемые в сторону линейного тракта, от процесса OTLOC при исходящем соединении по,СЛ, ЗСЛ

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Состояние бит				Примечание
			1ВСК (a)	2ВСК (b)	(c)	(d)	
1	→	ЗАНЯТИЕ	1	0	0	1	Передается при появлении нового вызова
2	→	НАБОР НОМЕРА: импульс пауза межцифровой интервал	0 1	0 0 0	0 0 0	1 1 1	Время передачи импульса - 50 мс Время передачи паузы - 50 мс Длительность межцифрового интервала - 700 мс
3	→	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	1	1	0	1	Передается в случае освобождения исходящей СЛ (отбой А и др.)

Таблица 3.4. Сигналы С 1.2, принимаемые в ОТЛОС со стороны линейного тракта при исходящем соединении по СЛ, ЗСЛ

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Состояние бит				Примечание
			1ВСК К	2ВСК (b)	(c)	(d)	
1	←	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ	1	1	0	1	Ожидается в течение 1 с после посылки сигнала "Занятие"
2	←	ОТВЕТ/ ЗАПРОС АОН	1	0	0	1	Передается после ответа вызываемого абонента. Если этот сигнал сопровождается частотным сигналом 500 Гц, то он должен обрабатываться как запрос информации АОН. Время распознавания сигнала 70-90 мс. Приемник 500 Гц должен быть готов к приему частотного сигнала через 10 мс после получения линейного сигнала "Ответ"
3	<	СНЯТИЕ "ОТВЕТА"	1	1	0	1	
4	←	ЗАНЯТОСТЬ	0	0	0	1	Передается со стороны входящей станции в случае, если абонент Б недоступен, занят или в случае сбоя в процессе установления соединения
5	←	ОТБОЙ Б	0	0	0	1	Передается со стороны входящей станции, если абонент Б вешает трубку
6	←	БЛОКИРОВКА	1	1	0	1	Передается на исходящую станцию в случае блокировки линии на входящей станции
7	←	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ (КИС)	0	1	0	1	Сигнал передается входящей станцией после получения "Разъединения" и освобождения соединительной линии и оборудования

S5 - разговорное состояние при ответе абонента Б или при запросе АОН,

S6 - состояние занятости абонента Б,

S7 - состояние блокировки канала, ожидание контроля исходного состояния (КИС),

S8 - ожидание подтверждения сигнала занятия.



Таблица 3.5. Сообщения от ПО обработки вызова к ОТЛОС

№	Название сообщения	Комментарии
1	ВЫЗОВ	Команда на занятие исходящего канала
2	ЦИФРА	Цифра номера абонента Б для трансляции декадным набором
3	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	
4	ОШИБКА MFR	Ошибка при многочастотном обмене

Таблица 3.6. Сообщения к ПО обработки вызова от процесса ОТЛОС

№	Название сообщения	Комментарии
1	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ	Готовность к приему цифр номера
2	ОТВЕТ Б	Ответ абонента Б или запрос информации АОН
3	СНЯТИЕ "ОТВЕТА"	Снятие "Ответа" или снятие запроса АОН
4	Б ЗАНЯТ	Абонент Б занят или недоступен
5	ОТБОИ Б	Отбой абонента Б
6	БЛОКИРОВКА	Блокировка
7	ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ	Переход в исходное состояние после передачи разъединения или после снятия блокировки
8	ПОДКЛЮЧЕНИЕ MFR	Подключение многочастотного приемопередатчика для передачи цифр номера абонента Б методом "импульсный челнок"

В процессе ОТЛОС используются следующие значения тайм-аутов:

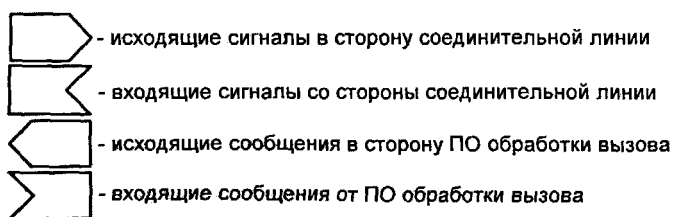
$T_0 = 10$  мин - время непроизводительного занятия исходящего канала,

$T_1 = 1$ с - ожидание сигнала «Подтверждение занятия»,

$T_2 = 700$  мс - межцифровой интервал при декадном наборе номера,

$T_3 = 50$  мс - длительность импульсов и пауз при декадном наборе номера.

На SDL-диаграмме процесса ОТЛОС на рис.3.6 приняты следующие направления входящих/исходящих сигналов:



В исходном состоянии в исходящей соединительной линии со стороны встречной АТС возможно появление только одного сигнала - сигнала «Блокировка» (11), означающего, что занятие исходящего канала запрещено из-за неисправности самого канала, из-за неисправности или блокировки в данный момент приборов на входящей АТС. Более естественным в данном состоянии является появление сообщения от программного обеспечения обработки вызовов о необходимости занятия канала, т.е. сообщения «Вызов».

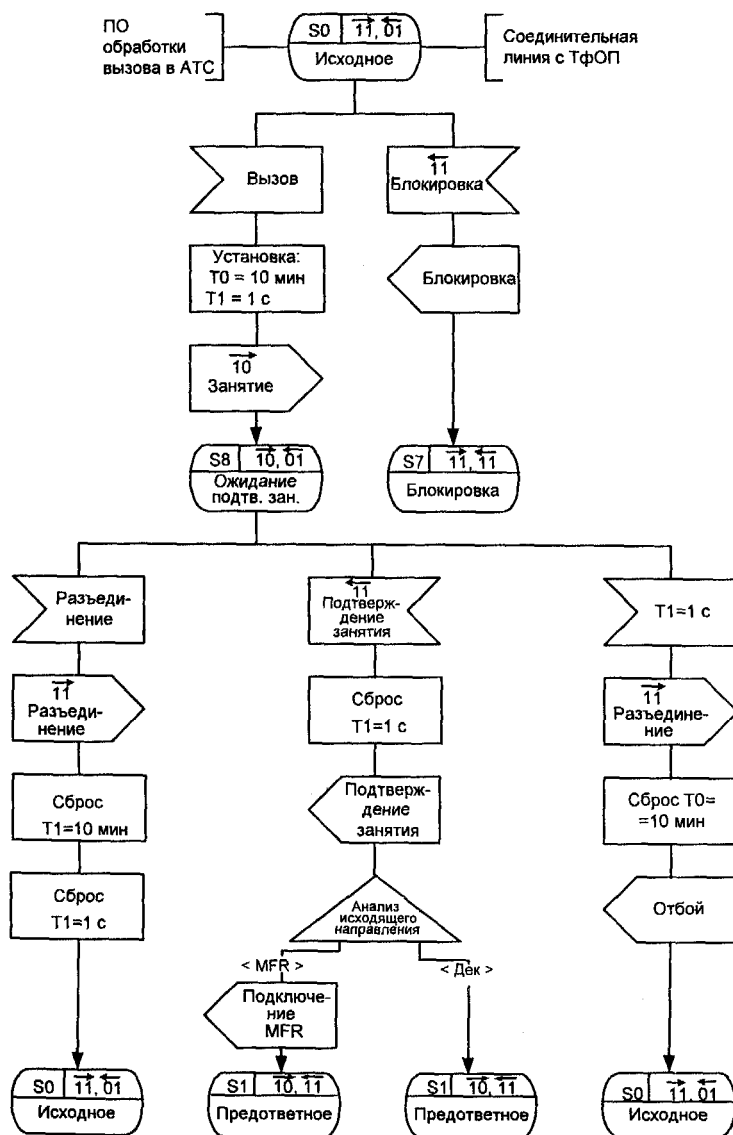


Рис. 3.6. SDL-диаграмма процесса OTLOC CAS U.21 (стр. 1 из 3)

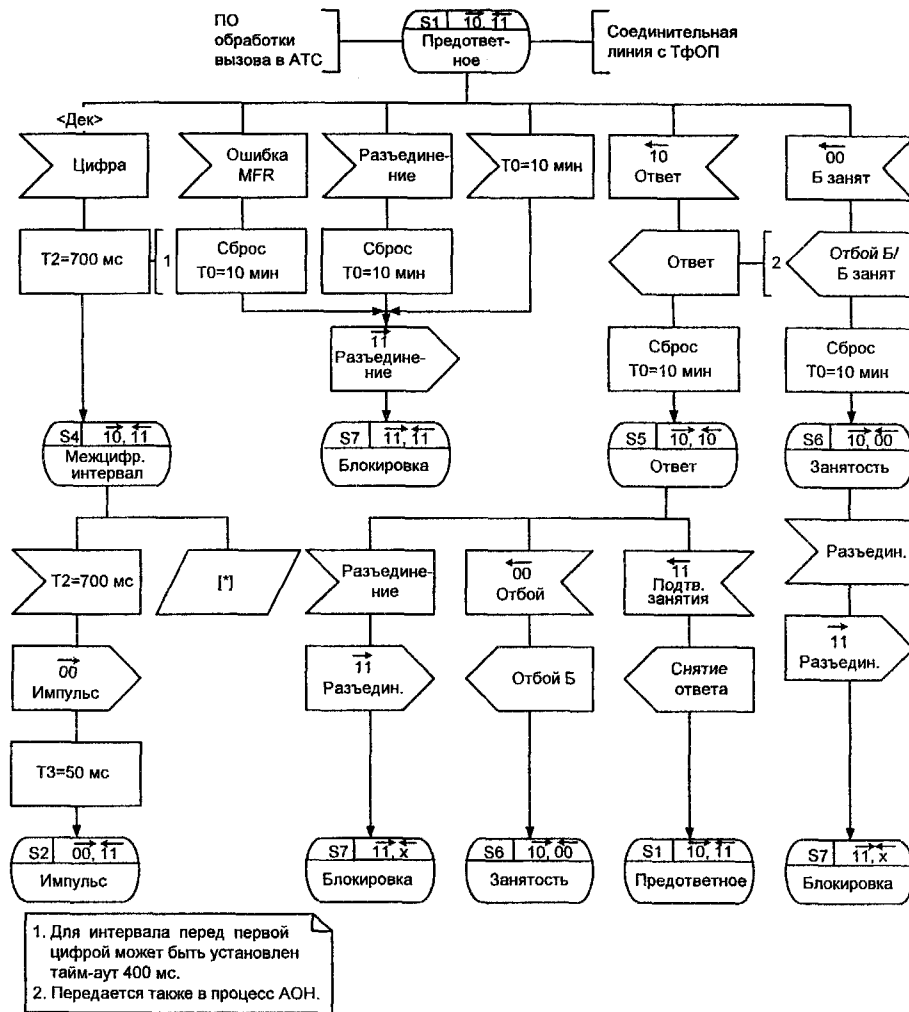


Рис. 3.6. SDL-диаграмма процесса OTLOC CAS U.21 (стр. 2 из 3)

При приеме этой команды устанавливаются следующие тайм-ауты: тайм-аут T0, равный 10 минутам и представляющий собой временное ограничение непродуктивного занятия разговорного канала, и тайм-аут T1, равный одной секунде и ограничивающий время ожидания прихода сигнала «Подтверждение занятия» (11).

Тайм-аут T0 непродуктивного занятия разговорного канала представляет собой период времени от занятия исходящего канала до получения сигнала «Ответ» (10) от входящей АТС. Этот тайм-аут в большинстве известных автору зарубежных АТС составляет 2-4 мин. В специфических условиях организации обслуживания вызовов на российских телефонных сетях, связанных, в частности, с проведением разговора со служба-

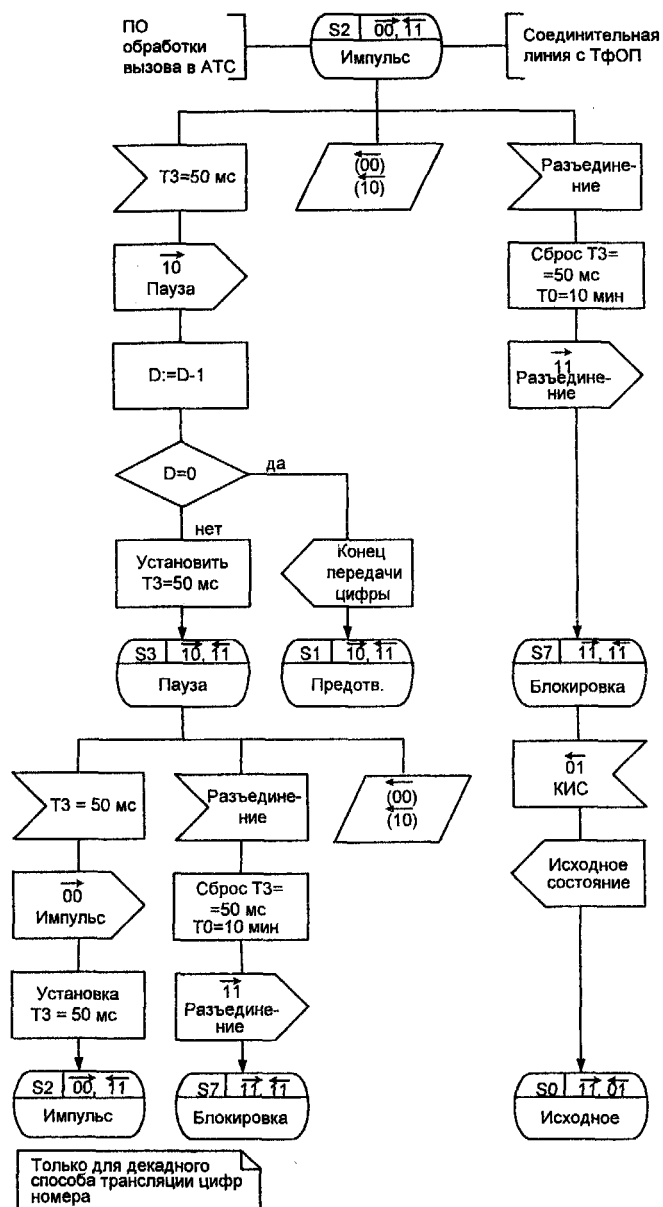


Рис. 3.6. SDL-диаграмма процесса OTLOC CAS U.21 (стр. 3 из 3)

ми 01, 02, 03 в предответном состоянии, целесообразно установить несколько большую границу непродуктивного занятия разговорного канала, а именно 10-15 мин.

Тайм-аут T1 ограничивает время распознавания сигнала «Занятие» на входящей АТС. Обычная длительность распознавания сигналов занятия составляет 16-20 мс и осуществляется непосредственно в аппарату-

ре уплотнения ИКМ в случае сопряжения с аналоговой АТС. Тем не менее, в этом состоянии S8 ожидания подтверждения занятия возможно отсутствие сигнала «Подтверждение занятия» (11) в течение периода времени T1. В этом случае, при срабатывании тайм-аута T1, в канал вместо сигнала «Занятие» (10) направляется сигнал «Разъединение» (11), сбрасывается тайм-аут T0, и в программное обеспечение направляется сообщение «Отбой», означающее неудачную попытку установления соединения, после чего осуществляется переход в исходное состояние S0.

Если в этом же состоянии ожидания подтверждения занятия S8 появляется сообщение о разъединении от ПО исходящей АТС, означающее изменение решения о попытке установить соединение, то выполняется аналогичная процедура: посылка сигнала «Разъединение» (11) в канал, сброс ранее установленных тайм-аутов T0 и T1 и переход в исходное состояние S0.

И, наконец, в нормальной ситуации через 20 мс появляется сигнал «Подтверждение занятия» (11), после чего сбрасывается тайм-аут T1 и направляется сообщение в ПО АТС о подтверждении занятия. Далее осуществляется процесс передачи цифр номера вызываемого абонента, который может выполняться двумя методами, зависящими от типа встречной АТС: многочастотная сигнализация в коде «2 из 6» методом «импульсный челнок» или декадный набор.

В первом случае направляется сообщение в ПО о подключении соответствующего многочастотного приемопередатчика MFR, и осуществляется переход в предответное состояние S1. В случае декадного набора переход в предответное состояние происходит непосредственно с последующей передачей импульсов и пауз набора номера вызываемого абонента декадным кодом. При этом в первом случае цифры номера направляются от ПО исходящей АТС в процесс MFS, во втором случае цифры номера поступают в описываемый здесь процесс ОТЛОС для трансляции импульсов и пауз.

Трансляция каждой цифры (включая и первую цифру номера) начинается с межцифрового интервала. Для первой цифры номера это обусловлено необходимостью дополнительного времени для подготовки приборов входящей АТС к приему импульсов набора номера, включая время подключения самого приемника этих импульсов на входящей стороне порядка 70 мс. Длительность межцифрового интервала  $T_2=700$  мс, а для интервала перед первой цифрой эту величину можно выбрать меньшей -400 мс. После этого трансляция импульсов и пауз набора номера осуществляется длительностью 50 мс.

В предответном состоянии возможно появление сообщений от программного обеспечения исходящей АТС, связанных либо с ошибкой MFR, либо с разъединением, либо со срабатыванием тайм-аута ограничения

непродуктивного занятия канала. Во всех трех случаях направляется сигнал «Разъединение» (11), после чего осуществляется переход в состояние блокировки, в каждом случае обозначающее ожидание сигнала «Контроль исходного состояния». В этом же предответном состоянии возможно также появление сигнала «Занятость абонента Б» (00), после чего осуществляется переход в состояние занятости S6 с соответствующей посылкой сигнала «Разъединение» (11) в сторону исходящей АТС и переход в вышеупомянутое состояние ожидания контроля исходного состояния.

Наиболее ожидаемый сигнал в предответном состоянии - сигнал «Ответ» (10), распознавание которого требует наиболее оперативной и достоверной реакции со стороны исходящей АТС. Это связано с началом тарификации разговора, кассированием монеты при связи от таксофона. Так как этот линейный сигнал может являться составной частью запроса о номере и категории вызывающего абонента (запроса АОН), то посылка сообщения об ответе абонента Б к ПО обработки вызова исходящей АТС инициирует включение процесса АОН, подключающего соответствующий приемник 500Гц на предмет выяснения ситуации: является ли данный сигнал реальным ответом абонента Б или запросом АОН.

В последнем случае в разговорном состоянии S5 после обработки сигнала запроса АОН и передачи кодограммы категории и номера абонента А, как правило, происходит снятие ответа, т.е. появление сигнала «Подтверждение занятия» (11), возвращающего данный процесс ОТЛОС в предответное состояние S1. В случае реального сигнала «Ответ» и последующего состояния разговора S5, выход из него осуществляется в случае отбоя абонента Б, о чем свидетельствует появление линейного сигнала «Отбой Б» (00) и переход в состояние занятости S6, либо когда вызывающий абонент А вешает трубку. В последнем случае приходит сообщение о разъединении от ПО исходящей АТС, согласно которому направляется в исходящий канал линейный сигнал «Разъединение» (11), и процесс попадает в состояние блокировки S7 вплоть до прихода сигнала «Контроль исходного состояния» (КИС). Этот сигнал возвращает процесс ОТЛОС в исходное состояние S0, завершая тем самым обработку исходящего вызова.

Обработка входящего местного вызова осуществляется другим программным процессом INLOC, спецификация которого также приведена в этом разделе.

Структура блока обработки входящих местных вызовов INLOC представлена на рис. 3.7.

Линейные сигналы (канал С2 на рис. 3.4, а также каналы С2.1 и С2.2 на рис. 3.7) те же, что и в предыдущем описании процесса ОТЛОС: «Занятие», «Разъединение», «Отбой А» (отбой вызывающего абонента) в

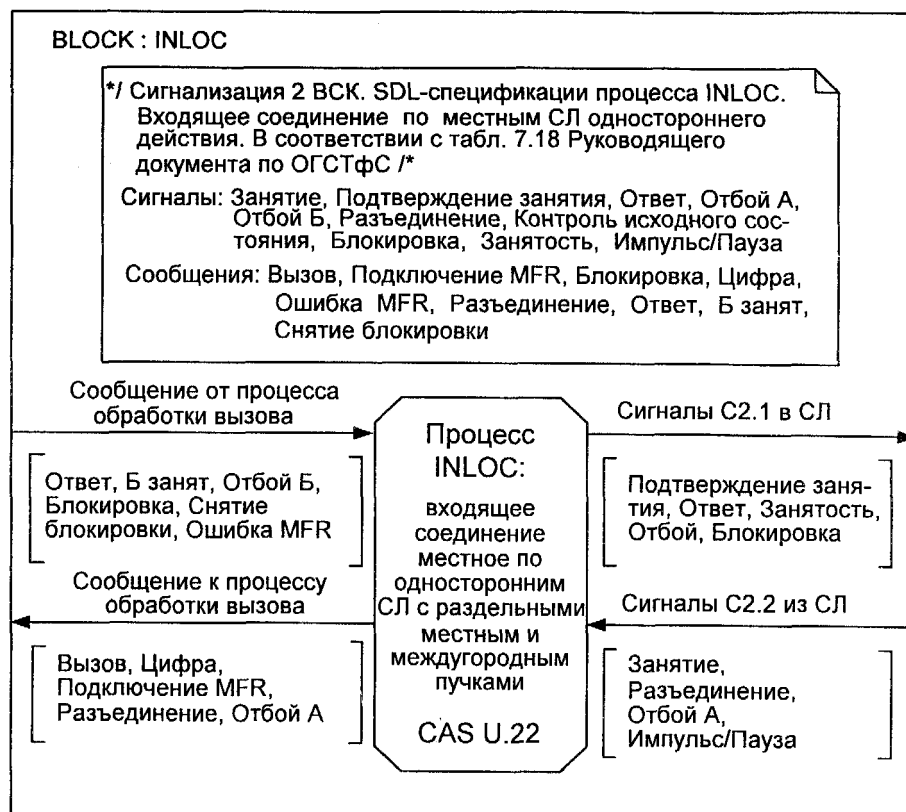


Рис. 3.7. Блок обработки входящего местного вызова INLOC CAS U.22

прямом направлении и сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ», «Занятость/отбой Б», «Блокировка», «Контроль исходного состояния канала (КИС)» в обратном направлении. Соответственно совпадают и описания этих сигналов для процесса INLOC, представленные в таблицах 3.7 и 3.8, с вышеприведенными их описаниями в таблицах 3.3 и 3.4 для процесса OTLOC. Разницу в каждой паре из этих четырех таблиц составляют столбцы примечаний, описывающих в одном случае ситуацию и временные параметры при передаче сигнала, а в другом случае - ситуацию и параметры при приеме этого же сигнала.

Сообщения от программного обеспечения (ПО) обработки вызовов к процессу INLOC приведены в таблице 3.9, а сообщения в обратном направлении - в таблице 3.10.

На рис. 3.8 представлена диаграмма процесса INLOC на языке SDL. Процесс имеет следующие состояния:

- S0 - исходное состояние,
- S1 - предответное состояние,

S2 - состояние приема импульса при декадном наборе,

S3 - состояние приема паузы при декадном наборе,

S5 - разговорное состояние при ответе абонента Б,

S6 - ожидание разъединения,

S7 - состояние блокировки канала,

S8 - отбой А (при двустороннем отбое),

S9 - распознавание разъединения.

В процессе INLOC используются следующие значения тайм-аутов:

T1 = 20 с - ожидание следующей цифры,

T2 = 150 мс - максимальная длительность импульса или паузы при декадном наборе номера,

T3 = 200 мс - время распознавания разъединения.

На SDL-диаграмме процесса INLOC на рис. 3.8 приняты те же направления входящих/исходящих сигналов, что и в случае процесса OTLOC на рис. 3.6.

Таблица 3.7. Сигналы С2.1, принимаемые INLOC со стороны соединительной линии при местном входящем соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Состояние бит				Примечание
			1ВСК К	2ВСК (b)	(c)	(d)	
1	—>	ЗАНЯТИЕ	1	0	0	1	Время распознавания 14-20 мс
2	—>	НАБОР НОМЕРА: импульс пауза межцифровой интервал	0 1 1	0 o o	o o o	1 1 1	Импульс (пауза) должны быть приняты, если их длительность находится в пределах 16-150 мс. Принимается с длительностью более 250 мс
3	—>	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	1	1	o	1	Может быть принят на любом этапе соединения. Время распознавания = 120-500 мс
4	—>	ОТБОЙ А	o	o	o	1	Может быть принят, если встречная АТС реализует систему с двусторонним отбоем. Время распознавания 200 мс

В исходном состоянии процесса обработки входящего местного вызова INLOC ожидается появление единственного линейного сигнала «Занятие» (10). При приеме этого сигнала направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС о появлении нового вызова и осуществляется подготовка к приему цифр номера вызываемого абонента.



Таблица 3.8. Сигналы С2.2, передаваемые-INLOC в сторону соединительной линии при входящем местном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Состояние бит				Примечание
			1ВСК (а)	2ВСК (б)	(с)	(d)	
1	←	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ	1	1	0	1	Передается через 20 мс после получения сигнала "Занятие" и является признаком занятия линии со стороны входящей АТС
2	←	ОТВЕТ	•	o	0	1	Сигнал передается при ответе вызываемого абонента или в случае запроса информации АОН
3	←	ЗАНЯТОСТЬ	o	o	o	1	Передается в случае занятости абонентской линии или при сбое в процессе установления соединения
4	←	ОТБОЙ Б	o	o	o	1	Передается, если абонент Б вешает трубку во время разговора
5	←	БЛОКИРОВКА	1	1	o	1	Передается в исходном состоянии для невозможности занятия линии со стороны исходящей АТС
6	←	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	o	1	o	.	Передается в ответ на разъединение при освобождении СЛ и коммутационного оборудования, т.е. когда АТС готова к приему нового сигнала "Занятие" по этой же СЛ

Таблица 3.9. Сообщения от ПО обработки вызова к процессу INLOC

№	Название сообщения	Комментарии
1	ОТВЕТ Б	Ответ абонента или запрос АОН
2	СНЯТИЕ ОТВЕТА	
3	Б ЗАНЯТ	Абонент занят или недоступен
4	ОТБОЙ	
5	БЛОКИРОВКА	Блокировка СЛ со стороны оператора
6	СНЯТИЕ БЛОКИРОВКИ	
7	ОШИБКА MFR	Ошибка частотного обмена

## Сообщения к процессу обработки вызова

№	Название сообщения	Комментарии
1	НОВЫЙ ВЫЗОВ	
2	ЦИФРА	Первая цифра может поступить через 240 мс после "Занятия"
3	ПОДКЛЮЧЕНИЕ MFR	Подключение многочастотного приемопередатчика для приема номера в многочастотном коде "импульсный челнок"
4	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	

В случае использования в данном входящем направлении многочастотной сигнализации «импульсный челнок» в коде «2 из 6» направляется сообщение в процесс обработки вызова о подключении приемопередатчика многочастотной сигнализации, после чего в канал посылается линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11). При использовании декадного способа передачи цифр номера устанавливается тайм-аут T1, равный 20 с, ограничивающий ожидание первого импульса набора номера, и также направляется линейный сигнал «Подтверждения занятия» (11). В обоих случаях осуществляется переход в предответное состояние S1.

Также в исходном состоянии возможно появление команды от ПО обработки вызова «Блокировка», во исполнение которой направляется линейный сигнал «Блокировка» (11), и процесс переходит в состояние S7 блокировки, из которого выйти можно только по команде от ПО исходящей АТС «Снятие блокировки», после чего линейный сигнал «Блокировка» (11) сменяется линейным сигналом «Контроль исходного состояния» (01) и процесс возвращается в исходное состояние.

В предответном состоянии возможно появление одного из двух линейных сигналов:

- сигнал «Разъединение» (11), в результате которого направляется сообщение о разъединении в ПО АТС, сбрасывается тайм-аут ожидания цифр набора номера T1, равный 20 с, в канал направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (01) и процесс возвращается в исходное состояние S0;
- « сигнал «Импульс» (00), при появлении которого устанавливается тайм-аут T2, равный 150 мс, для анализа наличия импульса повышенной длительности, находящегося за пределами (20-150 мс), а также сбрасывается тайм-аут T3=20 с. Процесс переходит в состояние S2 приема импульса.

В состоянии S2 возможно также появление сигнала «Разъединение» (11), обработка которого практически идентична его обработке в предот-

ветном состоянии S 1. Отличие заключается только в необходимости сброса тайм-аута T2, равного 150 мс. Более естественно в этом состоянии появление линейного сигнала 10, означающего паузу, после чего выполняется сброс тайм-аута T2=150 мс, увеличение на единицу значения счетчика числа импульсов для последующего определения цифры набора номера и установка нового значения тайм-аута T2=150 мс для фиксации предельной длительности паузы. Процесс переходит в состояние паузы S3. В случае отсутствия этих линейных сигналов в течение 150 мс, что означает прием импульса повышенной длительности, процесс направляет линейный сигнал «Занятость/отбой Б» (00) и переходит в состояние S6 ожидания разъединения. При этом линейный сигнал «Занятость» (00) обязательно сопровождается зуммером «Занято».

Длительность распознавания импульсов набора номера обусловлена следующими соображениями. При передаче импульсов по физическим линиям со скоростью 13 импульсов/с минимальная длительность импульса может составить 28 мс. При преобразовании сигналов в цифровую форму

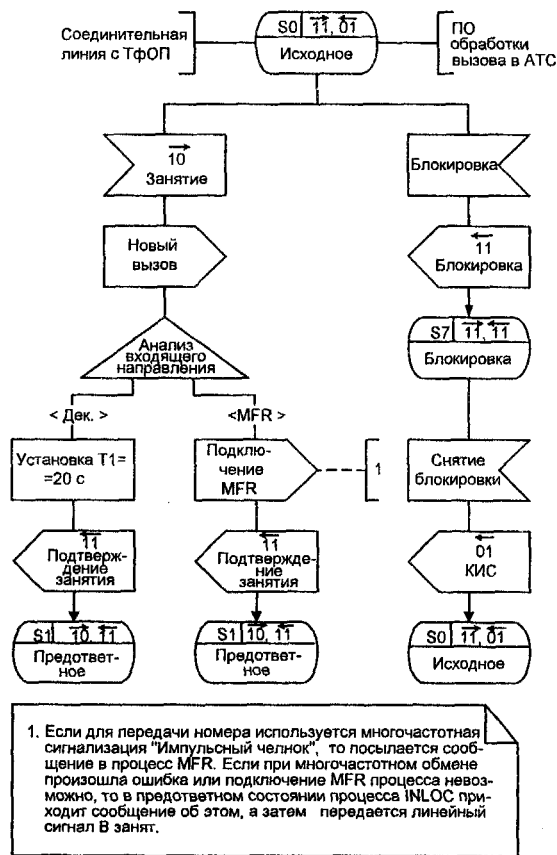


Рис. 3.8. SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 1 из 4)

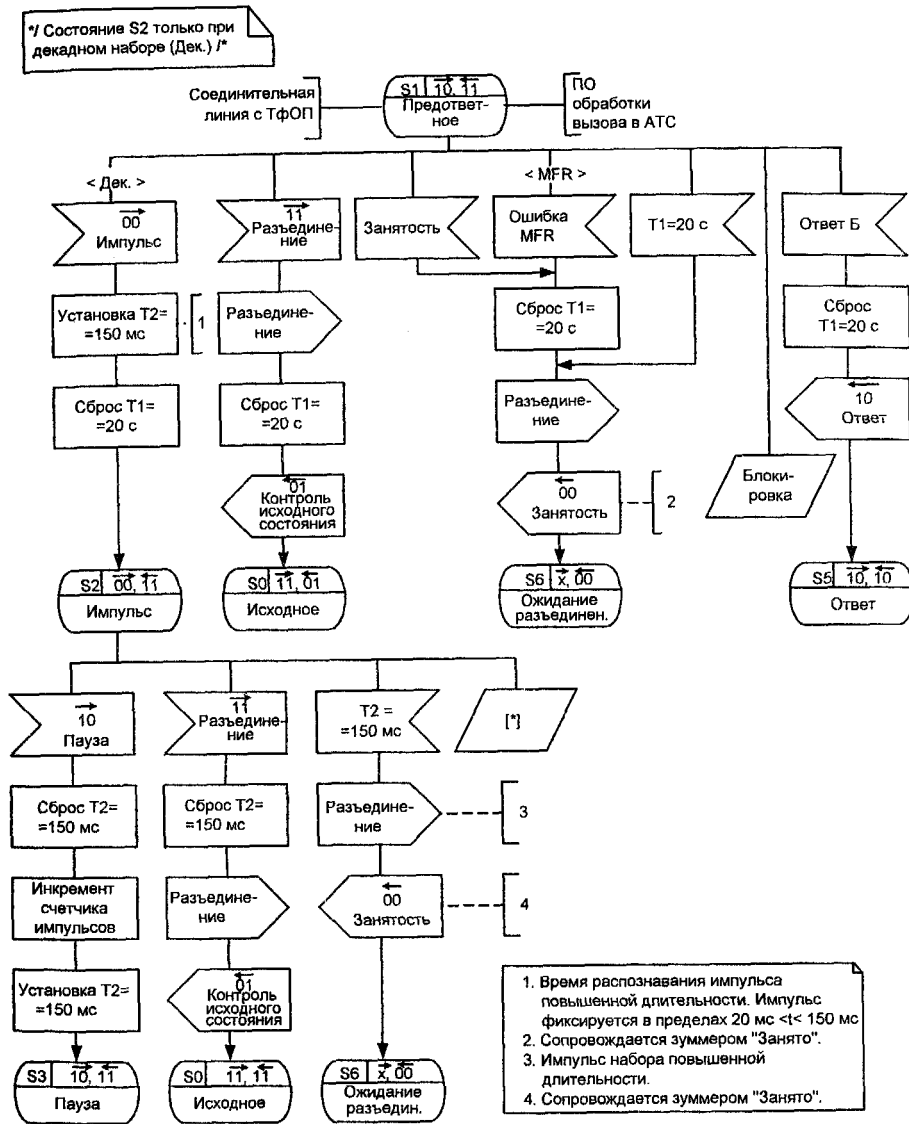


Рис. 3.8. SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 2 из 4)

в аппаратуре ИКМ вносятся искажения  $\pm 10$  мс, соответственно минимальная длительность импульса в ИКМ может составить 18 мс. С учетом длительности сверхцикла 2 мс при формировании каналов в аппаратуре ИКМ минимальная длительность импульса при приеме в процессе INLOC составляет 16 мс.

В предотвечном состоянии S1 также возможно появление команд от ПО обработки вызова в АТС о занятости абонента Б или об ошибке в случае многочастотного способа регистровой сигнализации. В этих слу-

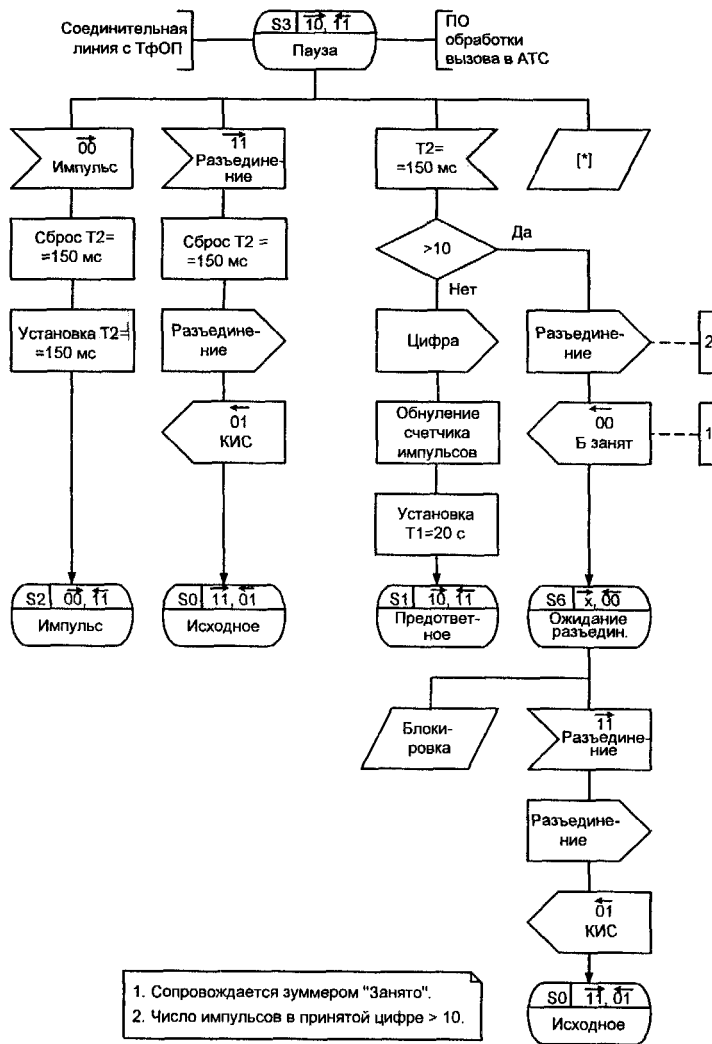


Рис. 3.8. SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 3 из 4)

чаях также направляется линейный сигнал «Занятость» (00), и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6. К этому же приводит и срабатывание тайм-аута T1 = 20 с в случае декадного способа набора номера, следствием которого также является посылка сигнала «Занятость» (00) и переход в состояние ожидания разъединения S6. И, наконец, возможно появление сообщения от ПО обработки вызова в АТС об ответе абонента Б, в результате которого сбрасывается тайм-аут T1=20 с, направляется линейный сигнал «Ответ» (10) и процесс переходит в разговорное состояние S5.

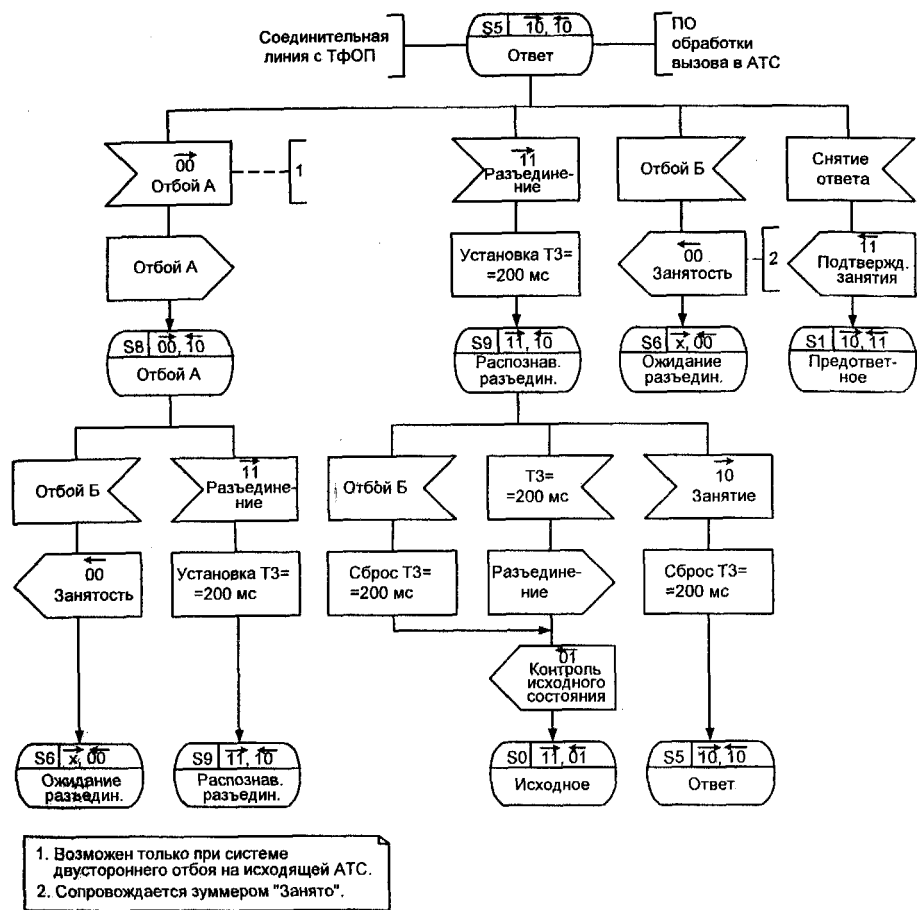


Рис. 3.8. SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 4 из 4)

В состоянии паузы S3 возможно появление сигнала «Разъединение» (11), в результате которого выполняются сброс тайм-аута T2 = 150 мс, посылка сообщения в ПО АТС, посылка линейного сигнала «Контроль исходного состояния» (01) в соединительную линию и переход в исходное состояние S0. В состоянии паузы также возможны следующие два события: приход нового импульса - линейный сигнал (00), после которого заново устанавливается тайм-аут 150 мс, и система возвращается в состояние приема импульса S2, либо срабатывание тайм-аута 150 мс означающего, что максимальная длительность паузы превышена и состояние соединительной линии свидетельствует о начале межцифрового интервала. В последнем случае анализируется счетчик числа уже принятых импульсов на предмет определения переданной цифры номера. Проверяется, не превышает ли это значение 10, что означает ошибку, а в случае ошибки осуществляются посылка сигнала «Занятость» (00) абонента Б и пере-

ход в состояние ожидания разъединения S6. Если же принята разрешенная цифра, то значение этой цифры направляется в ПО обработки вызова АТС, счетчик импульсов обнуляется и устанавливается заново тайм-аут 20 с. После чего система возвращается в предответное состояние S 1 для ожидания новой цифры, принимаемой из соединительной линии, либо реакции вызываемого абонента Б, поступающей от ПО обработки вызова.

В состоянии ожидания разъединения S6 процесс ожидает только единственный линейный сигнал (11), означающий разъединение, в ответ на который направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (01), и система переходит в исходное состояние SO.

В разговорном состоянии S5 возможно появление одного из двух сигналов. Это линейный сигнал «Разъединение» (11) либо сообщение от ПО обработки вызова в АТС об отбое абонента Б. В случае появления сигнала «Разъединение» устанавливается тайм-аут  $T3 = 200$  мс для его достоверного распознавания и осуществляется переход в состояние S9 распознавания разъединения. При появлении сообщения «Отбой Б» от ПО обработки вызова в АТС посылается линейный сигнал «Занятость» (00), и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6.

В состоянии распознавания разъединения S9 возможно исчезновение этого сигнала разъединения до его распознавания, то есть возвращение сигнала «Занятие» (10), в связи с чем сбрасывается тайм-аут T3, а система возвращается в разговорное состояние S5. В этот же период возможно и появление сообщения «Отбой абонента Б». При появлении этого сообщения продолжение отсчета времени  $T3=200$  мс вряд ли целесообразно, ибо в этой ситуации отбились оба абонента А и Б. В связи с этим процесс сбрасывает тайм-аут T3, направляет в тракт линейный сигнал (01) «Контроль исходного состояния» и возвращается в исходное состояние SO. Та же последовательность действий осуществляется, если изменения не происходят в течение 200 мс, то есть сигнал «Разъединение» (11) считается достоверно распознанным, направляется сообщение «Разъединение» в ПО обработки вызова, в соединительную линию направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (01), а система переходит в исходное состояние SO.

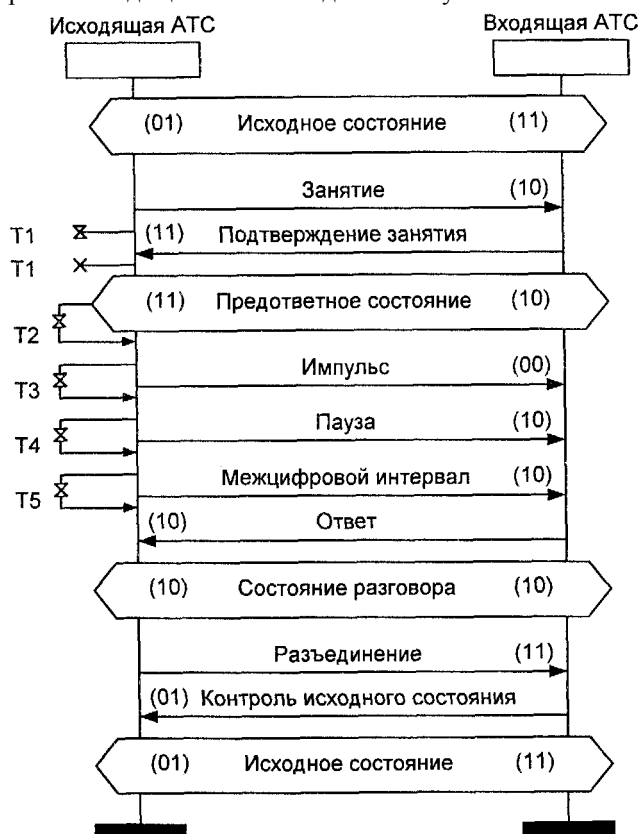
В том же разговорном состоянии S5 возможно появление сообщения от ПО обработки вызова о снятии ответа. Одна из возможных причин появления этого - подготовка к генерации запроса АОН (500 Гц и линейный сигнал «Ответ») для определения злонамеренного вызова, например. В этом случае в линию посылается сигнал «Подтверждение занятия» (11), и процесс возвращается в предответное состояние S 1.

В другой ситуации, только при системе двустороннего отбоя на исходящей АТС, возможно появление из линии сигнала «Отбой А» (00), что

переводит систему в состояние S8 отбоя А. В этом случае система либо ожидает сигнал «Разъединение» из линии, либо сообщение «Отбой Б» от ПО обработки вызова. В случае получения сигнала «Разъединение» из линии устанавливается тайм-аут T3, и система переходит в уже описанное выше состояние распознавания разъединения S9. При наличии сообщения «Отбой Б» система посылает в линию сигнал «Занятость» (00) и переходит в состояние ожидания разъединения S6.

Тестовые сценарии обмена сигналами в соответствии с SDL-диа-граммами процессов INLOC и OTLOC (рисунки 3.6 и 3.8) выполнены на языке MSC (глава 2) и приведены на рис. 3.9.

В тестовом сценарии (рис. 3.9 а) в исходном состоянии показано (рис. 3.9 а), что со стороны исходящей АТС в соединительную линию



- |  |  |
|--|--|
| T1 - время ожидания сигнала подтверждения занятия, 1 с                                   | T3 - время передачи импульса, 50 мс                |
| T2 - время после приема сигнала подтверждения занятия и начала трансляции номера, 400 мс | T4 - время передачи паузы, 50 мс                   |
|  | T5 - время передачи межсерийного интервала, 700 мс |

Рис. 3.9. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)

а) абонент свободен, отбой вызывающего абонента



поступает сигнал «Исходное состояние» (11), а со стороны входящей АТС на исходящую посылается сигнал «Контроль исходного состояния» (01). При осуществлении попытки установления соединения со стороны исходящей АТС сигнал «Исходное состояние» (11) сменяется на сигнал «Занятие» (10), в ответ на который ожидается появление со стороны входящей АТС сигнала «Подтверждение занятия» (11), после чего система переходит в предответное состояние, характеризуемое сигналами «Занятие» (01) от исходящей АТС и «Подтверждение занятия» (11) от входящей АТС. В случае, если передача номера вызываемого абонента осуществляется декадным способом, сигнал «Занятие» (10) сменяется поочередно сигналами «Импульс» (00) и «Пауза» (10) или «Межцифровой интервал» (10). При этом различие между паузой и межцифровым интервалом

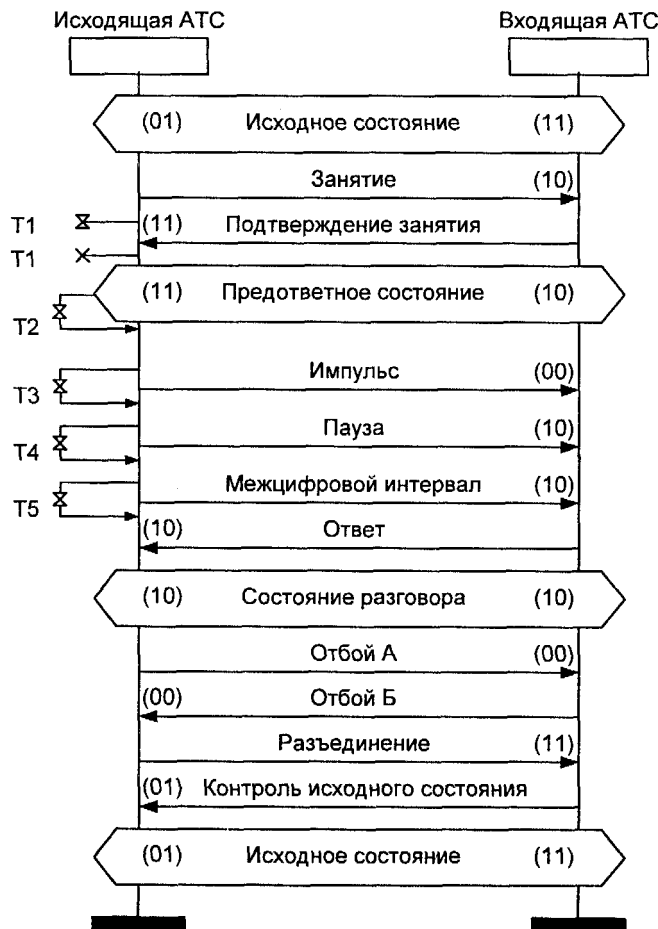


Рис. 3.9. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
 б) абонент Б свободен, отбой вызывающего абонента  
 (двусторонний отбой)

ралом, передаваемыми одним и тем же линейным сигналом (10), заключается только в длительности передачи. В соответствии с вышеприведенными SDL-диаграммами обработки линейной сигнализации при местном вызове принято решение о максимально возможной длительности паузы 150 мс. В случае, если длительность паузы превышает 150 мс, этот сигнал распознается как «Межцифровой интервал». В рассматриваемом сценарии «а» (абонент Б свободен, первым отбивается абонент А) появляется сигнал «Ответ» (10), после чего система переходит в состояние разговора. При отбое абонента А появляется линейный сигнал «Разъединение» (11), ответом на который служит сигнал «Контроль исходного состояния» (01), а система переходит в исходное состояние.

Следующий сценарий - сценарий «б» - отличается от предыдущего только характером отбоя. В сценарии «б» реализован двусторонний отбой. В этом случае в состоянии разговора исходящая АТС передает сиг-

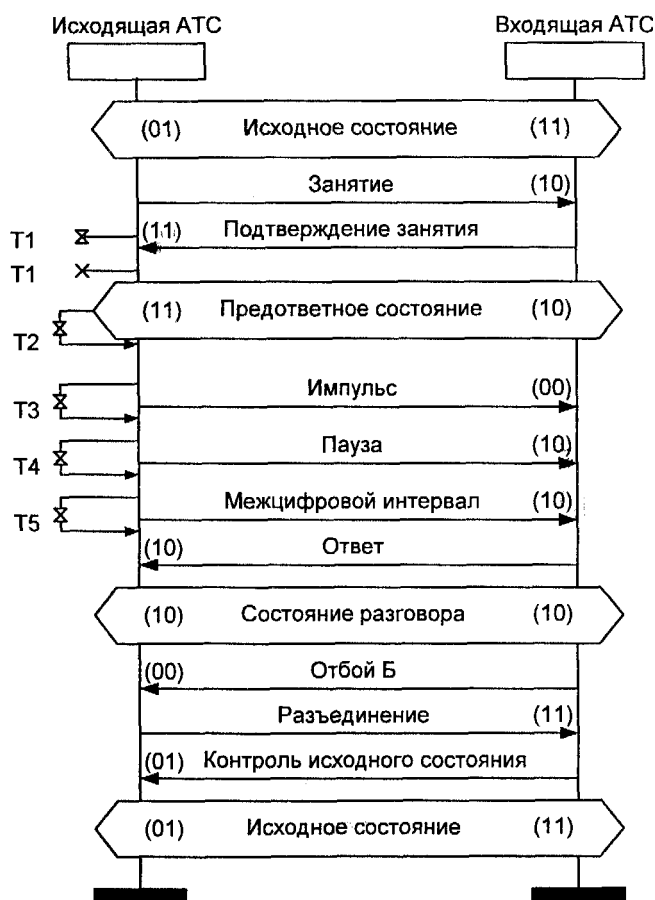


Рис. 3.9. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
в) абонент Б свободен, отбой вызываемого абонента

нал «Отбой А» (00), ответом на который будет являться сигнал «Отбой Б» (00). В ответ на «Отбой Б» в сторону входящей АТС поступает «Разъединение» (11), и входящая АТС посылает сигнал «Контроль исходного состояния» (01), после чего система переходит в исходное состояние.

Сценарий «в» отличается от двух предыдущих тем, что в соответствии с этим сценарием в состоянии разговора первым отбивается вызываемый абонент Б, что приводит к посылке сигнала «Отбой Б» (00) от входящей АТС в сторону исходящей АТС. В ответ на сигнал «Отбой Б» исходящая АТС направляет сигнал «Разъединение» (11), получает сигнал «Контроль исходного состояния» (01) и также переходит в исходное состояние.

Сценарий «г» рассматривает случай занятости вызываемого абонента Б. В этом случае после трансляции номера абонента Б входящая АТС передает линейный сигнал «Занятость» (00), в ответ на который получает сигнал «Разъединение» (11), направляет сигнал «Контроль исходного состояния» и переходит в исходное состояние.

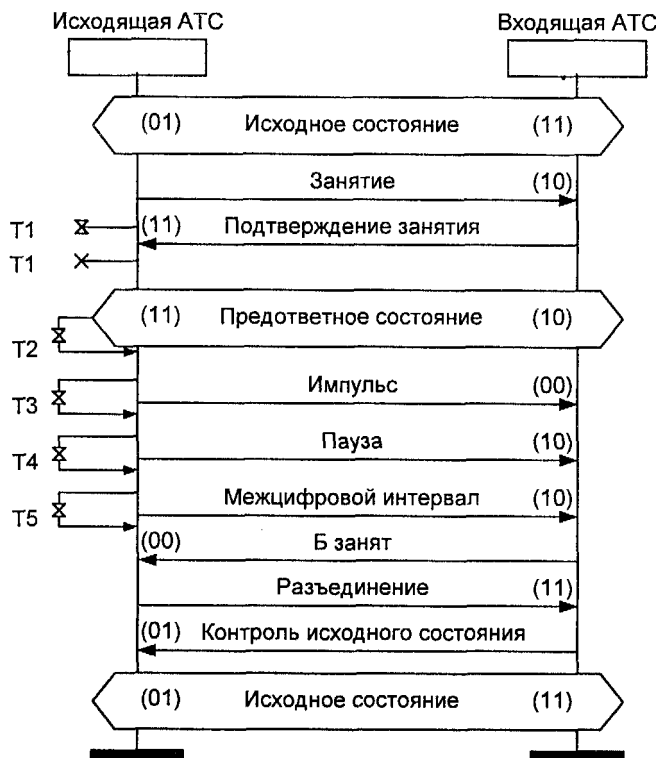


Рис. 3.9. Сценарий обмена сигналами (местный вызов) г) абонент Б занят, разъединение

Сценарий на рис. 3.9 д показывает ситуацию отбоя вызывающего абонента А до ответа вызываемого абонента Б, то есть в процессе набора номера. В этом случае последовательность импульсов и пауз нарушается посылкой сигнала «Разъединение» (11) в сторону входящей АТС, и после получения сигнала «Контроль исходного состояния» система также переходит в исходное состояние.

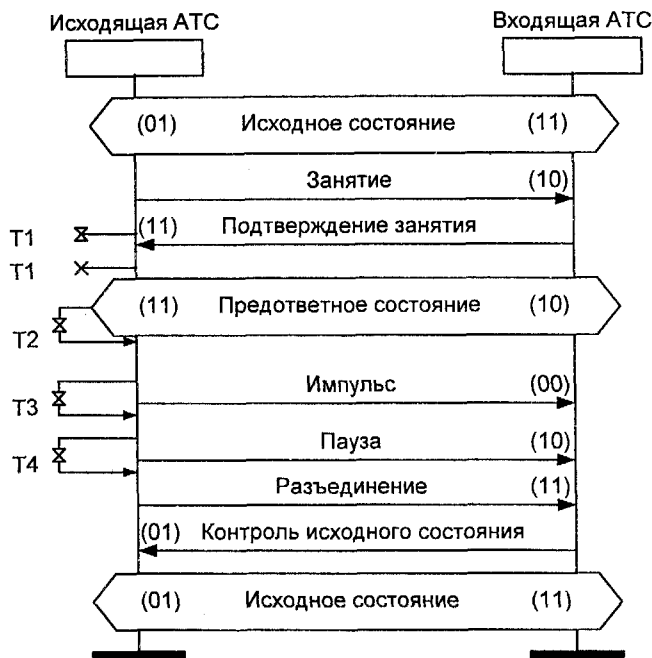


Рис. 3.9. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
д) отбой абонента А до ответа Б

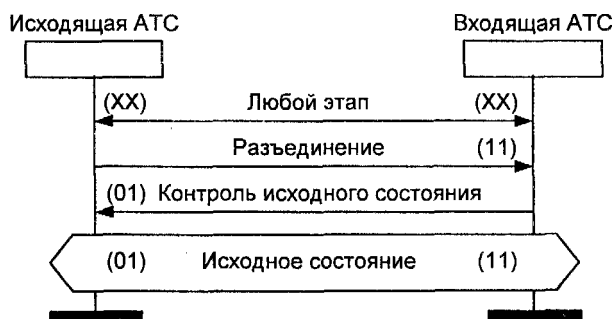


Рис. 3.9. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
е) разъединение на любом этапе

Сценарии «е» и «ж» показывают разъединение и блокировку на любом этапе установления соединения. Для сценария типа «ж» следует под-

черкнуть, что здесь выход из состояния блокировки возможен только при посылке сигнала «Контроль исходного состояния», все остальные сигналы в этом состоянии не воспринимаются.

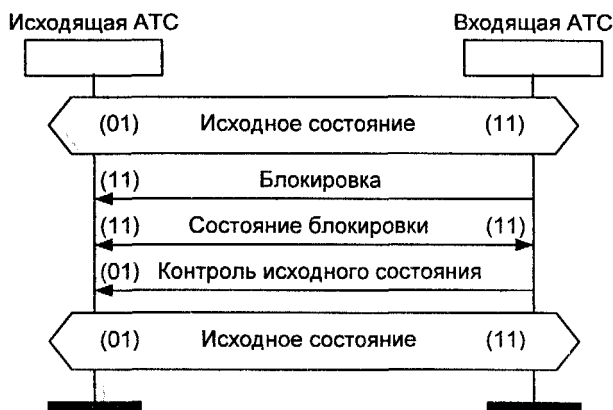


Рис. 3.9. Сценарии обмена сигналами (местный вызов) ж) блокировка СЛ

### 3.3. ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ ГТС.

#### ВХОДЯЩИЙ МЕЖДУГОРОДНЫЙ ВЫЗОВ

В соответствии со спецификой российских телефонных сетей, рассмотренной в главе 1, сигнальные коды различны для местных и междугородных входящих соединительных линий.

Структура блока обработки входящих междугородных вызовов INTOL представлена на рис. 3.10.

Состав линейных сигналов при междугородных соединениях (канал СЗ на рис.3.4, а также каналы СЗ.1 и СЗ.2 на рис.3.10) представлен в таблицах 3.11,3.12 и существенно расширен по сравнению с теми же списками в предыдущих описаниях процессов обработки местных соединений OTLOC и INTOL: «Занятие», «Разъединение», «Посылка вызова» в прямом направлении и сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ», «Занятость», «Отбой вызываемого абонента», «Блокировка», «Контроль исходного состояния (КИС)», «Вызываемый абонент свободен» в обратном направлении. Описание ряда этих сигналов совпадают с аналогичными описаниями сигналов для процесса INLOC, представленных в таблицах 3.7 и 3.8. При этом следует отметить некоторую разницу в обработке сигнала «Занятость», связанную с причиной посылки этого сигнала. Если имеет место ситуация занятости вызываемого абонента другим местным соединением, то линейный сигнал «Занятость» не сопровождается акустическим сигналом «Занято», а в другой ситуации - занятость соединительных путей или занятость вызываемого абонента другим междуго-

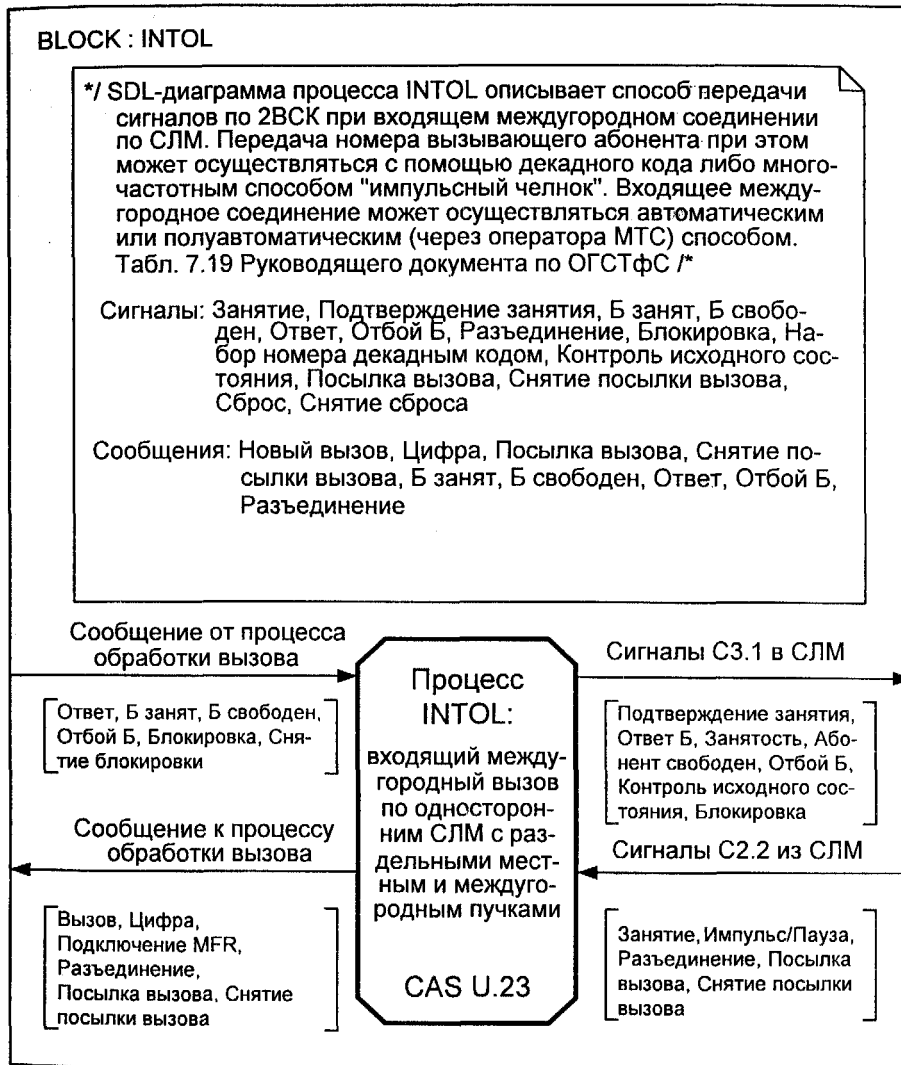


Рис. 3.10. Блок обработки входящего междугородного вызова INTOL

родным разговором или более приоритетным соединением - линейный сигнал «Занятость» должен сопровождаться акустическим сигналом «Занято». При появлении линейного сигнала «Занятость» в случае полуавтоматической связи начинает мигать лампочка на рабочем столе телефонистки, а в случае автоматической связи на АМТС формируется сигнал «Разъединение» и разговорный тракт разрушается.

Сообщения от программного обеспечения (ПО) обработки вызовов к процессу INTOL приведены в таблице 3.13, а сообщения в обратном Направлении - в таблице 3.14.

Таблица 3.11. Сигналы СЗ. 1, принимаемые INTOL со стороны соединительной линии при междугородном входящем соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Состояние бит				Примечание
			1ВСК (a)	2ВСК (b)	(c)	(d)	
1	-->	ЗАНЯТИЕ	1	o	o	1	Время распознавания 14-20 мс. Передается при появлении нового вызова, если канал находится в исходном состоянии
2	——>	НАБОР НОМЕРА: импульс пауза междиффровой интервал	0 1	o o o	o o o	1 1 1	Импульс (пауза) должен быть принят, если его длительность находится в пределах 16- 120 мс. Принимается с длительностью более 250 мс
3	-->	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	1	1	o	1	Может быть принят на любом этапе соединения. Время распознавания 150-200 мс
4	-->	ПОСЫЛКА ВЫЗОВА	0	o	o	1	См. Комментарий к SDL-диаграмме
5	-->	СНЯТИЕ ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА	1	o	o	1	

Таблица 3.12. Сигналы СЗ.2, передаваемые INTOL в сторону соединительной линии при входящем междугородном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Состояние бит				Примечание
			1ВСК (a)	2ВСК (b)	(c)	W	
1	<--	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ	1	1	0	1	Передается через 20 мс после получения "Занятия" и является признаком занятия СЛМ
2	<--	ОТВЕТ	1	1	0	1	Сигнал передается при ответе вызываемого абонента
3	<——	ЗАНЯТОСТЬ	o	o	0	1	Передается в случае занятости или недоступности абонента
4		АБОНЕНТ СВОБОДЕН	1	o	0	1	
5	<	ОТБОЙ Б	1	o	0	1	
6	<——	БЛОКИРОВКА	1	1	o	1	Передается в исходном состоянии для запрещения занятия СЛМ
7	<——	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	o	1	o	1	Передается в ответ на разъединение при освобождении СЛ и коммутационного оборудования, т.е. когда АТС готова к приему нового "Занятия" по данной СЛМ

Таблица 3.13. Сообщения от ПО обработки вызова к процессу INTOL

№	Название сообщения	Комментарии
1	ОТВЕТ АБОНЕНТА Б	Ответ абонента
2	АБОНЕНТ Б ЗАНЯТ	Абонент занят или недоступен
3	ОТБОИ	
4	БЛОКИРОВКА	Блокировка от АТС (техобслуживание)
5	СНЯТИЕ БЛОКИРОВКИ	
6	ОШИБКА MFR	Ошибка частотного обмена
7	АБОНЕНТ Б СВОБОДЕН	

Таблица 3.14. Сообщения от процесса INTOL к процессу обработки вызова

№	Название сообщения	Комментарии
1	НОВЫЙ ВЫЗОВ	
2	ЦИФРА	Первая цифра может поступить через 240 мс после "Занятия"
3	ПОДКЛЮЧЕНИЕ MFR	Подключение многочастотного приемопередатчика для приема номера в многочастотном коде "импульсный челнок"
	ПОСЫЛКА ВЫЗОВА	
	СНЯТИЕ ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА	
4	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	

Новый сигнал «Абонент свободен» подтверждает доступность абонента и обеспечивает включение сигнальной лампы на рабочем месте телефонистки при полуавтоматической связи, после чего телефонистка информирует вызывающего абонента и дает команду посылки вызова. При автоматической связи при появлении этого сигнала входящая АМТС начинает передачу сигнала «Посылка вызова» вызываемому абоненту, а исходящая АМТС - акустического сигнала «Контроль посылки вызова» (КПВ) вызываемому абоненту.

При появлении сигнала «Ответ вызываемого абонента» выключается сигнальная лампа на рабочем месте телефонистки, прекращается посылка вызова и КПВ, проключается разговорный тракт и начинается начисление оплаты за междугородный разговор.

Новый сигнал «Посылка вызова» при автоматической связи посылается приборами АМТС с периодичностью 1,2 мс - посылка и 2 мс - пауза, а при полуавтоматической связи периодичность посылки вызова определяется нажатием ключа на рабочем месте телефонистки.



На рис. 3.11 представлена диаграмма процесса INTOL на языке SDL. Процесс имеет следующие состояния:

- S0 - исходное состояние,
- S1 - предответное состояние,
- S2 - состояние приема импульса при декадном наборе,
- S3 - состояние приема паузы при декадном наборе,
- S4 - вызываемый абонент Б свободен,
- S5 - разговорное состояние при ответе абонента Б,
- S6 - ожидание разъединения,
- S7 - состояние блокировки канала,
- S9 - распознавание разъединения,
- S10 - вызываемый абонент Б занят,
- S11 - посылка вызова.

В процессе INTOL используются следующие значения тайм-аутов:  
 T1 = 20 с - ожидание следующей цифры, T2 = 150 мс - максимальная длительность импульса или паузы при декадном наборе номера,  
 T3 = 200 мс - время распознавания разъединения.

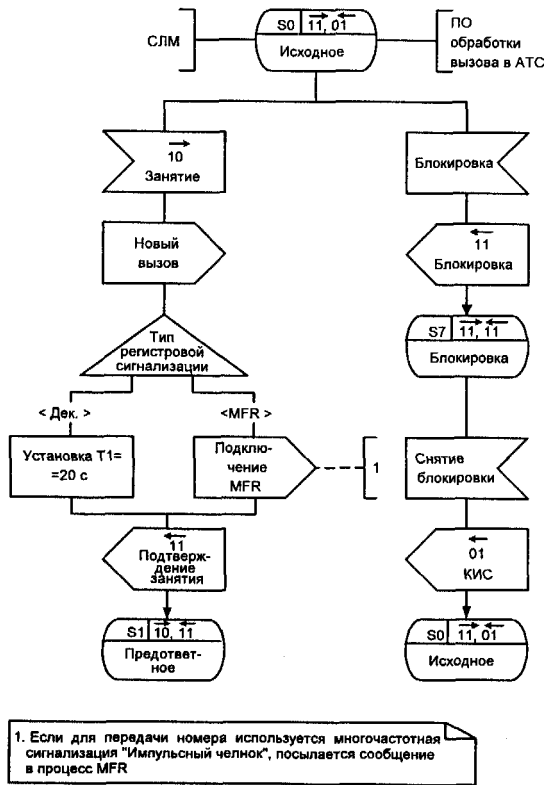


Рис.3.11. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 1 из 5)

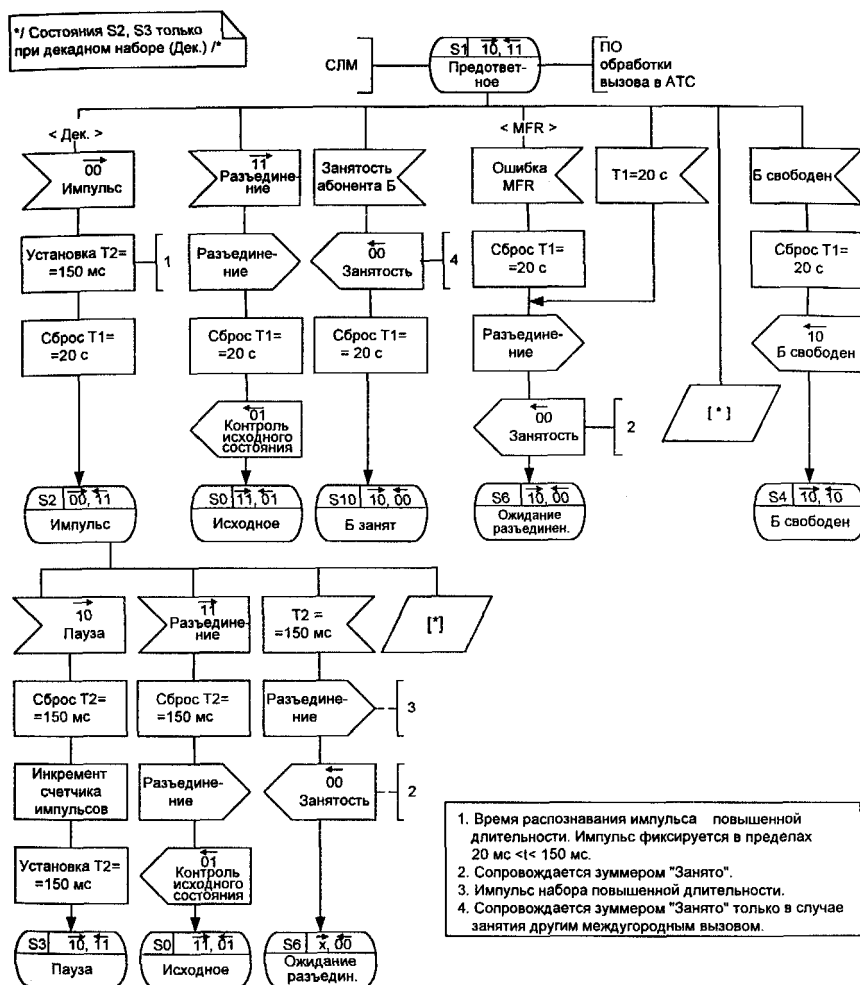


Рис.3.11. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 2 из 5)

На SDL-диаграмме процесса INTOL на рис. 3.11 приняты те же направления входящих/исходящих сигналов, что и в случае процессов INLOC и OTLOC на рис. 3.6. и 3.8.

Процесс обработки входящего междугородного вызова INTOL в исходном состоянии S0 ожидает появления линейного сигнала «Занятие» (10). При приеме этого сигнала направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС о появлении нового вызова и осуществляется подготовка к приему цифр номера вызываемого абонента.

При использовании в данном входящем направлении сигнализации методом «импульсный челнок» направляется сообщение в ПО обработки вызова о подключении приемопередатчика многочастотной сигнали-

зации, после чего в канал посылается линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11).

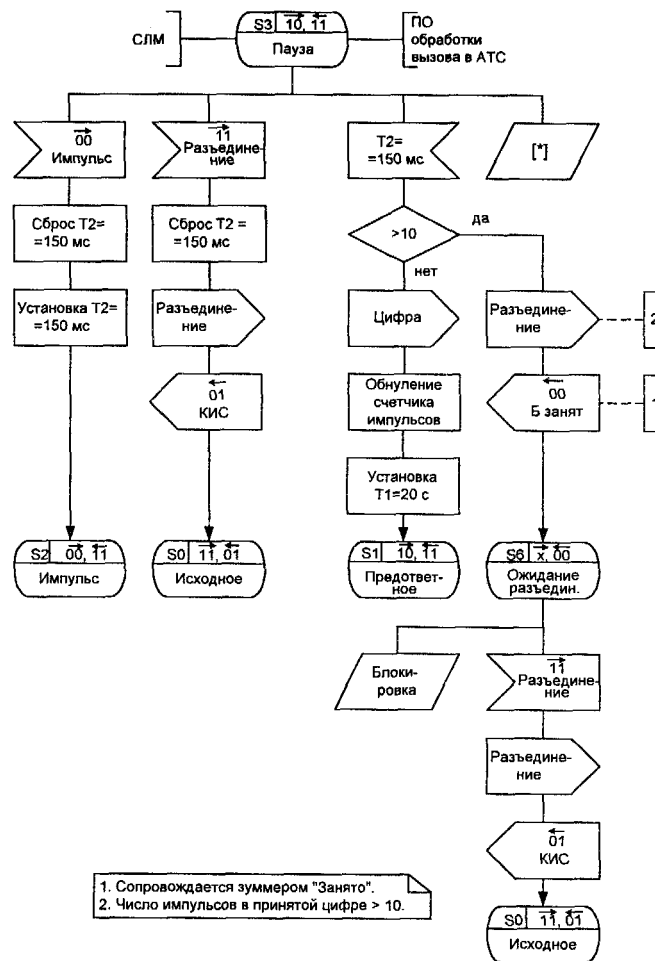


Рис.3.11. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 3 из 5)

При использовании декадного способа передачи цифр номера устанавливается тайм-аут  $T_1$ , равный 20 с, ограничивающий ожидание первого импульса набора номера, и так же направляется линейный сигнал «Подтверждения занятия» (11). В обоих случаях осуществляется переход в предответное состояние S 1.

В исходном состоянии также возможно появление команды от ПО обработки вызова «Блокировка», в результате которой к АМТС направляется линейный сигнал «Блокировка» (11), и процесс переходит в состояние блокировки S7, из которого выйти можно только по команде от ПО входящей АТС «Снятие блокировки», после чего линейный сигнал

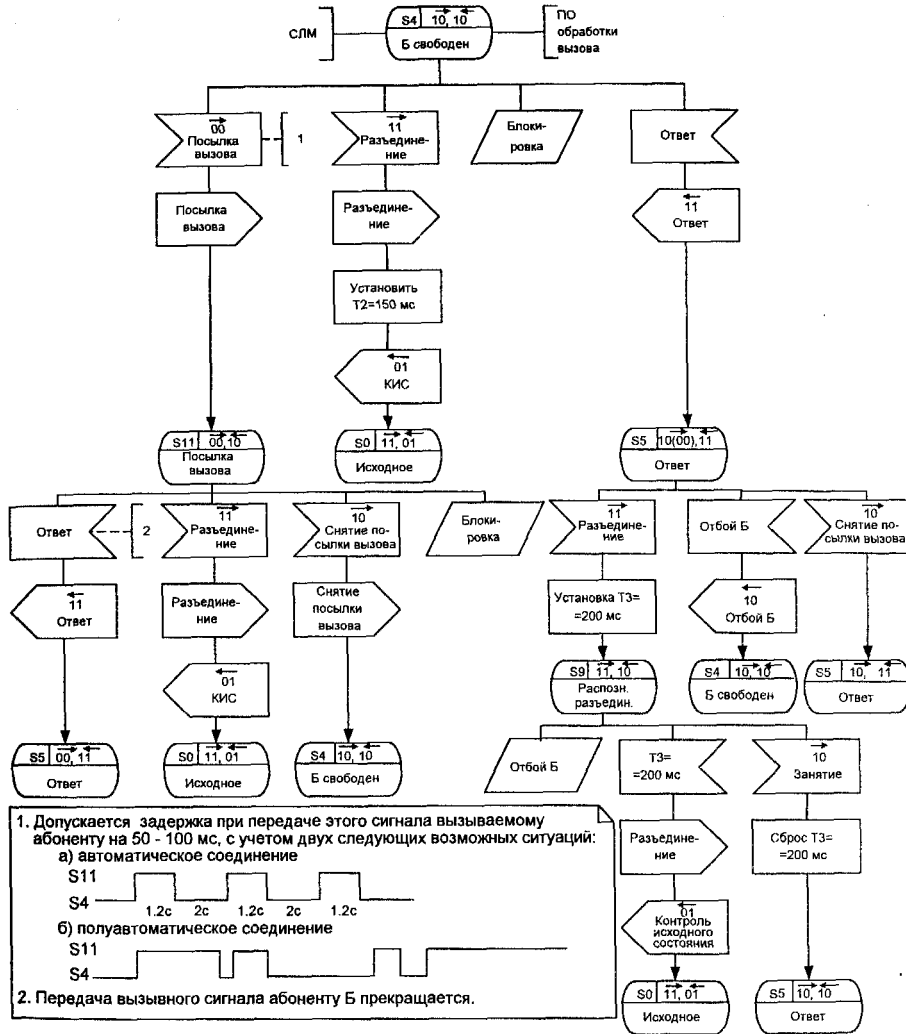


Рис.3.11. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 4 из 5)  
 «Блокировка» (11) сменяется линейным сигналом «Контроль исходного состояния» (01), и процесс INTOL возвращается в исходное состояние.  
 В предответном состоянии возможно появление линейного сигнала «Импульс» (00), в результате которого устанавливается тайм-аут  $T2 = 150$  мс для анализа наличия импульса повышенной длительности, находящегося за пределами 20-150 мс, а также сбрасывается тайм-аут  $T3 = 20$  с. Процесс переходит в состояние импульса S2. При появлении сигнала «Разъединение» (11) направляется сообщение о разъединении в ПО обработки вызова АТС, сбрасывается тайм-аут ожидания цифр набора номера  $T1 = 20$  с, в канал направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (01) и процесс возвращается в исходное состояние S0

Последовательная смена состояний импульса S2 и паузы S3 соответствует приему цифр номера вызываемого абонента по аналогии с такой же процедурой, описанной в предыдущем разделе (процесс INLOC).

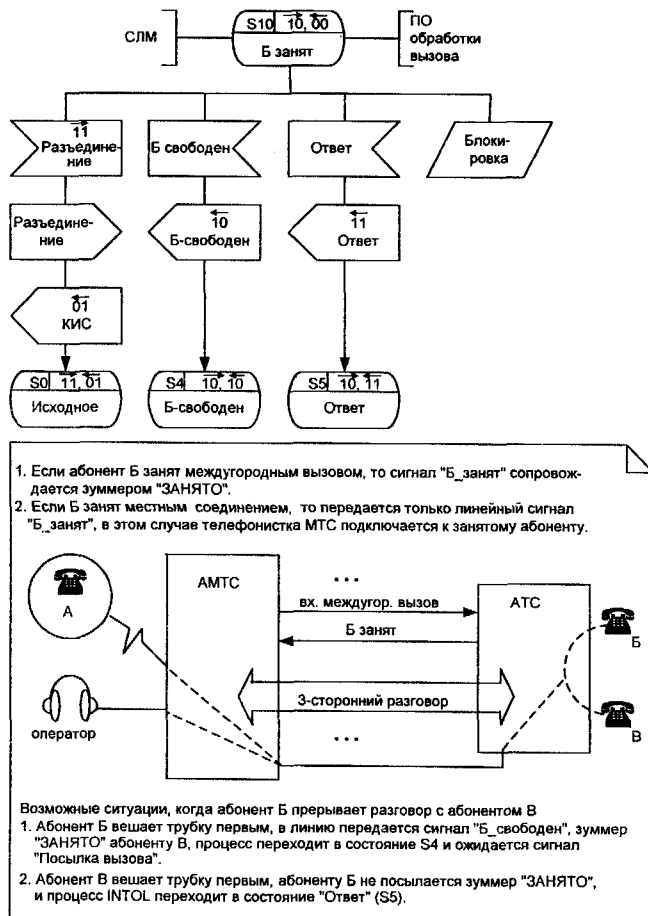


Рис.3.11. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 5 из 5)

После приема необходимого количества цифр номера возможны две ситуации: вызываемый абонент Б свободен или занят. В первом случае, в отличие от процесса INLOC обработки местного вызова, вызываемому абоненту не посылается немедленно вызывной сигнал, а в соединительную линию к АМТС направляется линейный сигнал «Абонент свободен» (10) и сбрасывается тайм-аут T 1=20 с.

Отличается от процесса INLOC обработки местного вызова и реакция на ситуацию занятости вызываемого абонента. Во всех случаях к исходящей АМТС направляется линейный сигнал «Занятость» (00), однако при занятости вызываемого абонента другим местным соединением этот линейный сигнал не сопровождается акустическим сигналом «Занято», а

процесс INTOL переходит в состояние S10 занятости вызываемого абонента Б. При занятости абонента другим междугородным или приоритетным вызовом, а также при его недоступности; при исчерпании тайм-аута  $T1=20$  с; при ошибке в многочастотном обмене; при сбое в декадном наборе этот же линейный сигнал «Занятость» (00) сопровождается акустическим сигналом «Занято» и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6.

В состоянии ожидания разъединения S6 процесс ожидает только единственный линейный сигнал (11), означающий разъединение, в ответ на который направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (01), и система переходит в исходное состояние S0.

При полуавтоматическом способе обслуживания вызовов в АМТС в состоянии S4 «Б свободен» после переговоров телефонистки с вызывающим абонентом А к входящей АТС от телефонистки МТС передается линейный сигнал «Посылка вызова» (00), который переводит процесс в состояние S11 посылки вызова. То же происходит практически немедленно после передачи «Б свободен» при автоматическом способе обслуживания вызовов в АМТС. Разницу в этих двух режимах составляют последовательности посылок вызовов, изображенные в комментариях к состоянию S4 на SDL-диаграмме процесса INTOL.

В состояниях S4 и S11 возможно появление сообщения от ПО обработки вызова в АТС об ответе абонента Б, в результате которого прекращается посылка вызова вызываемому абоненту, к АМТС направляется линейный сигнал «Ответ абонента Б» (11) и процесс переходит в разговорное состояние S5.

В разговорном состоянии S5 возможно появление следующих сигналов. Это линейный сигнал «Разъединение» (11) либо сообщение от ПО обработки вызова в АТС об отбое абонента Б. В случае появления сигнала «Разъединение» устанавливается тайм-аут  $T3 = 200$  мс для его достоверного распознавания и осуществляется переход в состояние распознавания разъединения S9. При появлении сообщения «Отбой Б» от ПО обработки вызова в АТС посылается линейный сигнал «Отбой Б» (10), который не сопровождается соответствующим зуммерным сигналом, а процесс переходит в состояние S4 «Б свободен».

В состоянии распознавания разъединения S9 возможно исчезновение сигнала «Разъединение» до его распознавания, то есть возвращение сигнала «Занятие» (10), в связи с чем сбрасывается тайм-аут  $T3$  и система возвращается в разговорное состояние S5. В этот же период также возможно появление сообщения «Отбой Б», которое целесообразно запомнить и обработать лишь при переходе в разговорное состояние. Если изменения не происходят в течение 200 мс, то есть сигнал «Разъединение» (11) считается достоверно распознанным, то в ПО обработки вызова АТС

направляется сообщение «Разъединение», в соединительную линию направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (01) и система переходит в исходное состояние SO.

Состояние S10 при автоматическом способе обслуживания вызовов в АМТС предусматривает только прием сигнала «Разъединение» (11), в ответ на который посылается «Контроль исходного состояния» (01) и процесс возвращается в исходное состояние SO. При полуавтоматической связи осуществляется подключение телефонистки к занятому вызываемому абоненту, а дальнейшее развитие процесса зависит от того, кто из двух разговаривающих абонентов первым положил трубку. Последнее иллюстрируется примечанием 2 к состоянию S10 на SDL-диаграмме процесса INTOL.

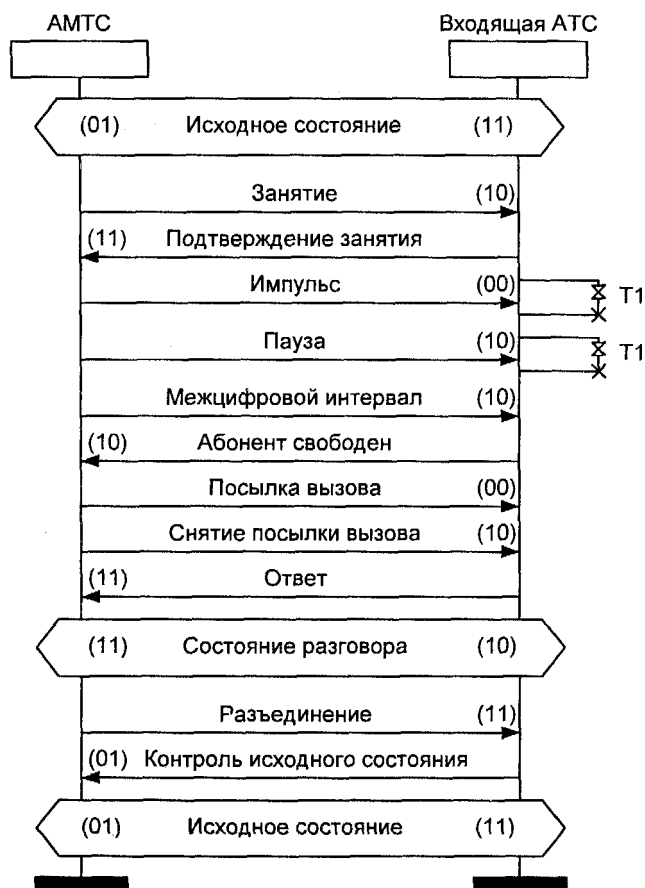


Рис. 3.12. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)

а) абонент свободен, разъединение от АМТС

Тестовые сценарии обмена сигналами на языке MSC в соответствии с SDL-диаграммой процесса INTOL приведены на рисунке 3.12.

Сценарии рис. 3.12 «а» и «б» соответствуют ситуации, когда вызываемый абонент свободен. Их отличие от аналогичных сценариев на рис.3.9 «а» и «б» состоит в наличии сигналов «Посылка вызова» и «Снятие посылки вызова», «Абонент свободен».

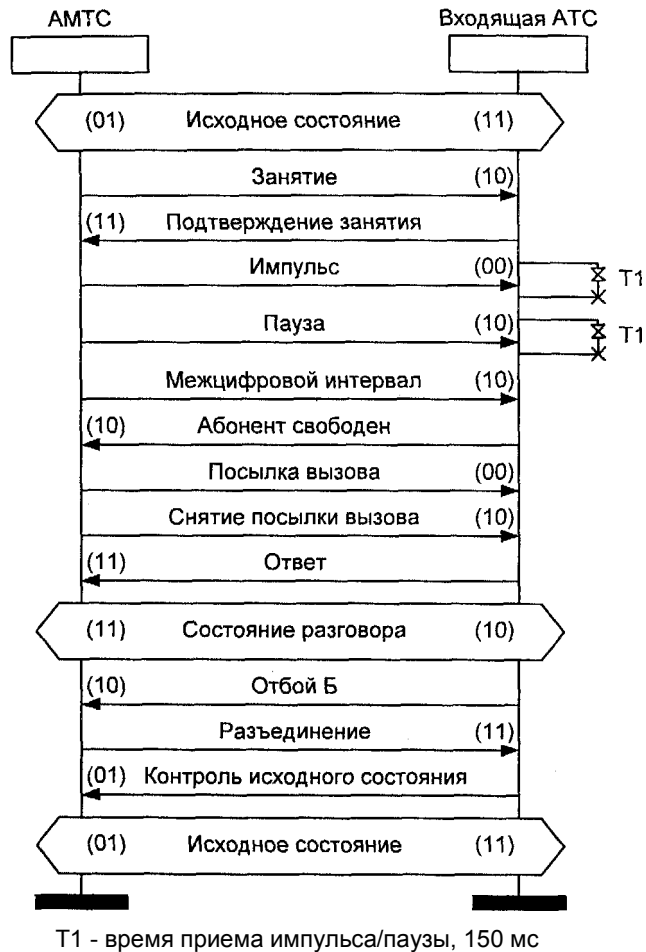


Рис. 3.12. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
б) абонент Б свободен, отбой вызываемого абонента

Сценарий на рис. 3.12 «в» дополняет первые два сценария ситуацией повторного вызова после отбоя вызываемого абонента Б и соответствующего продолжения разговора по инициативе оператора МТС с последующим разъединением со стороны АМТС.



Сценарии на рис. 3.12 «г», «д», «е», «ж» иллюстрируют поведение процесса INTOL при занятости вызываемого абонента Б в зависимости от характера этой занятости и вида междугородной связи (автоматическая или полуавтоматическая).

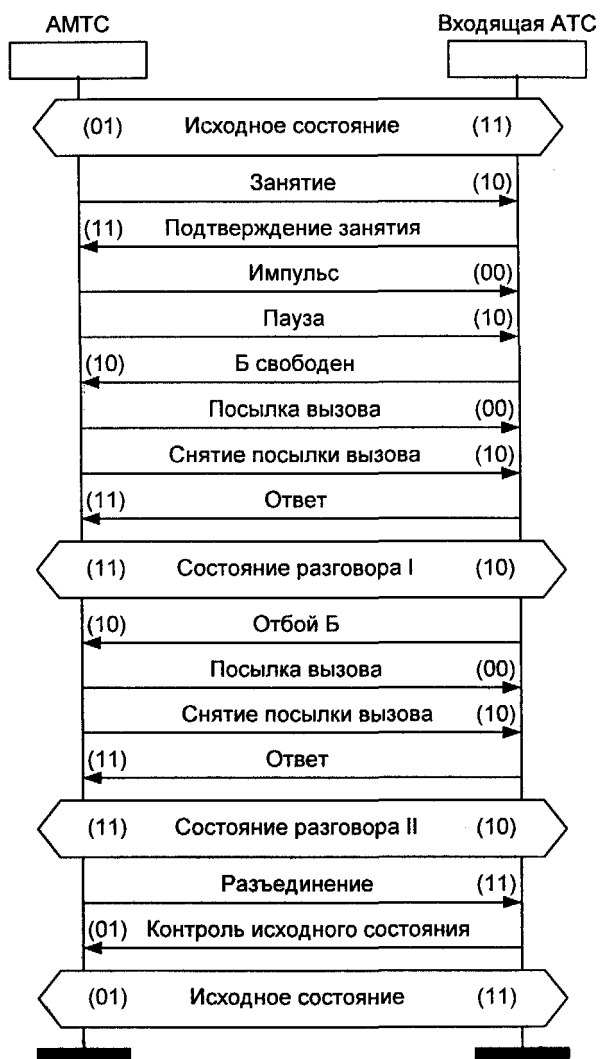


Рис. 3.12. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)

в) повторный вызов при полуавтоматической связи

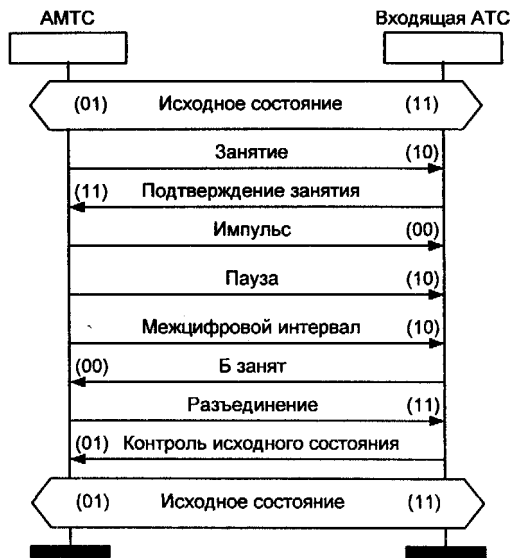
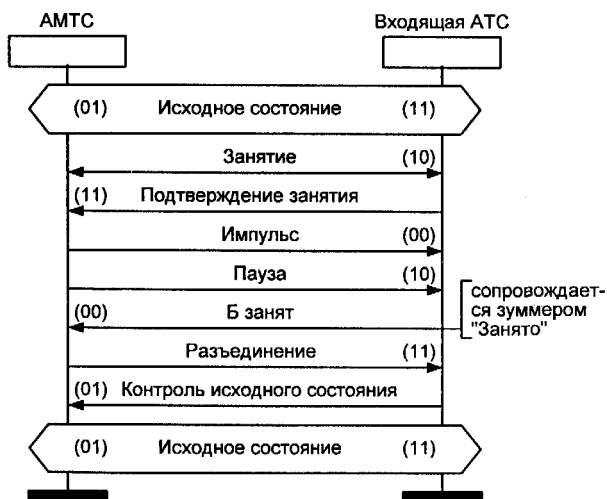


Рис. 3.12. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)

г) абонент Б занят, автоматическая связь



В случае недоступности абонента Б или занятости его другим междугородным вызовом сигнал "Б занят" (00) сопровождается акустическим сигналом "Занято".

Рис. 3.12. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)

д) абонент Б занят вызовом высокого приоритета или недоступен, полуавтоматическая связь

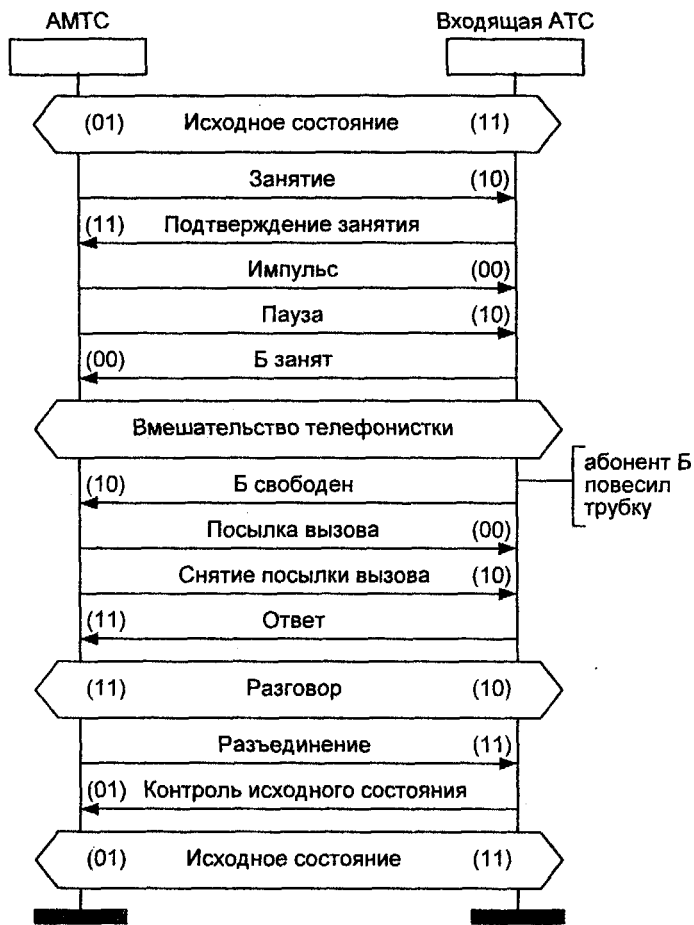


Рис. 3.12. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)

е) абонент Б занят разговором с абонентом В, полуавтоматическая связь, после поступления междугородного вызова абонент Б вешает трубку

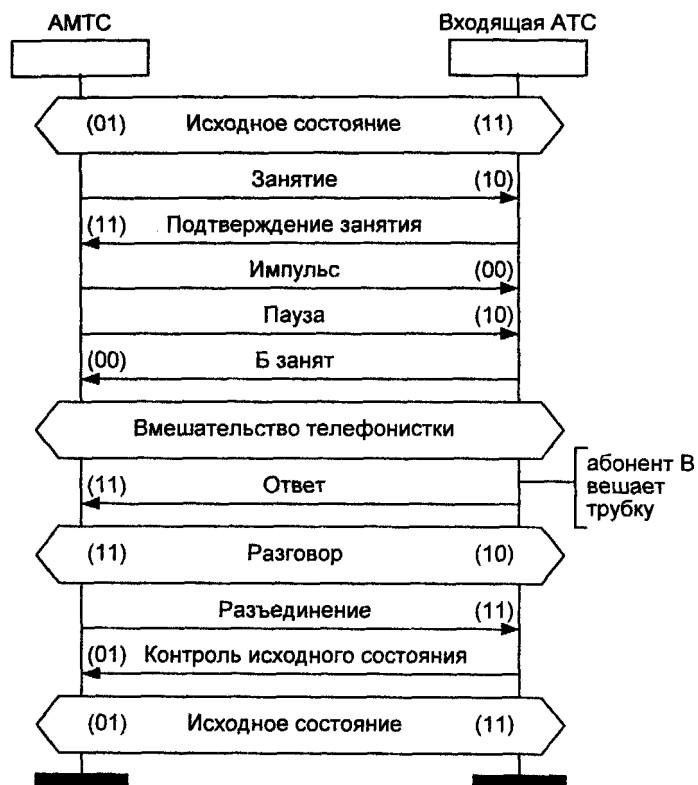


Рис. 3.12. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)

ж) абонент Б занят разговором с абонентом В, полуавтоматическая связь, после поступления междугородного вызова абонент В вешает трубку

### 3.4. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО УНИВЕРСАЛЬНЫМ СОЕДИНИТЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ ДВУСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ

В данном разделе рассматривается протокол сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам (ВСК) по универсальным соединительным линиям двустороннего действия с объединенными местным и междугородным пучками, ориентированный на использование на сельских телефонных сетях СНГ. Сигнальные коды для местного вызова представлены в табл.3.15, а для междугородного вызова - в табл.3.16.

На рисунке 3.13 приведена SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки протокола сигнализации по двум ВСК в универсальных цифровых соединительных линиях двустороннего действия с объединенными местным и междугородным пучками.

Таблица 3.15. Сигнальный код по универсальным СЛ  
двустороннего действия для местного вызова

№	Напр. передачи	Сигнал/ состояние	Состояние бит				Время распознавания, мс	Примечание	
			прямое		обратное				
			1ВСК	2ВСК	1ВСК	2ВСК			
1	↔	Исходное состояние	1	0 ↓	1	0			
2	→	Занятие 1..Блокировка входящего вызова 2. Занятие 3. Подтверждение занятия	1	1	1	0	30	1. Исходящая сторона посылает "11" и ожидает встречный вызов в течение 40-80 мс Ожидание подтверждения занятия = 1 с	
	→		0	1	1	0	10-30		
	←		0	1	1	1 ↓	10-200		
3	→	Импульс	1 ↓	1	1	1	10-20	Скорость передачи импульсов 7-13 имп/с. Длительность импульса 50 мс	
4	→	Пауза	0	1	1 ↓	1	10-20	Длительность паузы 50 мс	
5	←	Ответ/запрос АОН	0	1	0	1	10-30		
6	←	Отбой Б	0	1	1	1	10-30	Снятие ответа	
7	→	Разъединение после ответа 1 этап 2 этап Снятие ответа (подтверждение разъединения) 3 этап Снятие блокировки входящей и исходящей связи	↓				120-500  20	1)"Снятие блокировки входящей связи" (возврат к исходному состоянию на исходящей стороне) передается после получения "Подтверждения разъединения" на исходящей стороне, но не ранее чем через 20 мс после передачи 1 этапа сигнала "Разъединение" 2)"Снятие блокировки исходящего вызова" осуществляется на входящей стороне не ранее чем через 20 мс после передачи "Подтверждения разъединения" 3) Возврат в исходное состояние на входящей и исходящей сторонах осуществляется независимо друг от друга 4) 1,2 и 3 этапы имеют место, если "Разъединение" принимается в состоянии "Ответа". Если "Разъединение" принимается ранее "Ответа" или после "Отбоя", имеют место 1 и 3 этапы 5) Если "Ответ" (01) принят через 120 мс после передачи 1 этапа "Разъединения", возвращение в исходное состояние осуществляется после приема сигнала "Снятие ответа"	
	←		1	1	1	1			
	←				↓				↓
	↔		1	0	1	0			
8	←	Блокировка исходящего вызова	1	0	1	1	Не более 30		
9	→	Блокировка входящего вызова	1	1	1	0	Не более 30		

Таблица 3.16. Сигнальный код по универсальным СЛ двустороннего действия для междугородного вызова

№	Напр. передачи	Сигнал/ состояние	Состояние бит				Время распознавания, мс	Примечание
			прямое		обратное			
			1ВСК	2ВСК	1ВСК	2ВСК		
1		Исходное состояние	1 ↓	0	1	0		
2	→	1. Занятие I	0	0	1	0	70-80	Исходящая сторона посылает сигнал "Занятие I" и ожидает встречный вызов или подтверждение занятия (см. алгоритм обработки встречного вызова в схеме SDL процесса ВСТ R.22). Время ожидания, в случае отсутствия встречного вызова = 1 с
		2. Подтверждение занятия	0	0	1	1	10-20	
		3. Занятие II	0	↓ 1	1	1	20-30	
3	→	Импульс	1	1	1	1	10-20	Длительность импульса 50 мс
		Пауза	↓ 0	1	↓ 1	↓ 1	10-20 400	
4	←	Абонент свободен	0	1	0	0	50-200	Передача по первому ВСК не должна начинаться ранее, чем по второму ВСК.
5	←	Абонент занят	0	1	↓ 0	↑ 1	50-200	Состояние "Абонент занят" может измениться на "Абонент свободен" или на "Ответ". Переход в состояние "Ответ" осуществляется после передачи сигнала "Абонент свободен" в течение ≥500 мс
6	→	Посылка вызова	0	↓ 0	0(0)	0(1)	120-500	Сигнал "Ответ" принимается как при передаче "Посылки вызова", так и при снятии "Посылки вызова"
7	←	Ответ	↓ 0	1	1	1	20-30	Окончание передачи по первому ВСК должно обеспечиваться не позднее чем по второму ВСК
8	→	Разъединение 1) Разъединение	↓ 1	1	1	1	150-200	1) В случае разъединения в состоянии "Ответ" входящая сторона заканчивает передачу по второму ВСК через 20-30 мс после приема первого этапа "Разъединения", имеют место 1 и 3 этапы 2) Разъединение в состоянии "Абонент свободен (занят)": Время распознавания первого этапа на входящей стороне 120-500 мс. Исходящая сторона переходит в исходное состояние через 20 мс после окончания передачи по первому ВСК как с входящей, так и с исходящей стороны, имеют место 1,2 и 3 этапы.
	←	2) Подтверждение разъединения	1	↓ 1	↓ 1	↓ 1		
	↔	3) Снятие блокировки входящей и исходящей связи	1	↓ 0	1	↓ 0		
9	←	Блокировка исходящего вызова	1	0	1	1	20-30	
10	→	Блокировка входящего вызова	1	1	1	0	20-30	

При построении SDL-диаграммы на рис. 3.13 используются следующие значения тайм-аутов:

T1 = 80 мс - время ожидания встречного занятия при установлении исходящего (местного или междугородного) соединения (70 - 80 мс).

T2 = 1 с - время ожидания сигнала «Подтверждение занятия» после передачи сигнала 01 («Занятие местное») или 00 («Занятие междугородное»). T3 = 350 мс - время ожидания освобождения канала от встречного

вызова (300-400 мс).

T4 = 50 мс - освобождение канала на исходящей стороне. «Снятие блокировки входящего вызова» (10) должно происходить не ранее, чем через 50 мс после передачи сигнала «Разъединение» (11).

T5 = 120 мс - время ожидания сигнала (10) или (01) на исходящей стороне после передачи сигнала «Разъединение» в предответном состоянии.

T6 = 150 мс - время фильтрации импульса набора номера. T7 = 500 мс - время трансляции «Абонент свободен» при переходе из состояния «Абонент занят» в разговорное состояние.

В исходном состоянии SOO процесса VCT R.22 возможен прием одного из линейных сигналов «Занятие местное» (01), «Занятие междугородное, 1-й этап» (00) или «Блокировка» (11). В этом же состоянии от программного обеспечения (ПО) обработки вызова АТС может поступить одно из следующих сообщений: «Новый местный вызов», «Новый междугородный вызов» или «Блокировка входящих вызовов».

При поступлении команды от ПО АТС о новом местном вызове в канал направляется линейный сигнал «Блокировка» (11), устанавливается тайм-аут T1=80 мс и выполняется переход в состояние блокировки входящего вызова S01. Состояние S01 вводится на 70-80 мс для того, чтобы предотвратить конфликтную ситуацию при попытке занять канал входящим вызовом с противоположной стороны. Те же действия, но без установки тайм-аута T1=80 мс, осуществляются при приеме команды «Блокировка входящих вызовов» от ПО АТС (по техническим причинам, из-за перегрузки, при рестартах и т.п.). Процесс посылает тот же линейный сигнал «Блокировка» (11) и таким же образом переходит в состояние блокировки входящего соединения S01 до снятия блокировки от ПО обработки вызовов АТС.

Если же поступает команда от ПО обработки вызовов АТС о новом междугородном вызове (транзитное соединение), то в канал направляет-

ся линейный сигнал «Занятие междугородное, 1-й этап» (00), устанавливается тот же тайм-аут T1=80 мс и процесс переходит в состояние S02 занятия междугородным вызовом, 1-й этап.

Аналогичные по содержанию сигналы могут поступить из соединительной линии (СЛ) со стороны встречной АТС. Сигнал «Блокировка» (11) переводит процесс в состояние S03 блокировки исходящего соединения. Выход из этого состояния осуществляется при появлении сигнала «Снятие блокировки» (10), в результате чего процесс возвращается в исходное состояние S00, либо при появлении сигналов занятия (местного или междугородного), которые обрабатываются точно так же, как и в исходном состоянии.

При поступлении в исходном состоянии S00 сигнала «Занятие междугородное, 1-й этап» (00) в СЛ возвращается сигнал «Подтверждение занятия» (11), а процесс переходит в состояние S04 входящего междугородного занятия. Если же поступает линейный сигнал «Занятие местное» (01), то направляются соответствующее сообщение о новом вызове в ПО

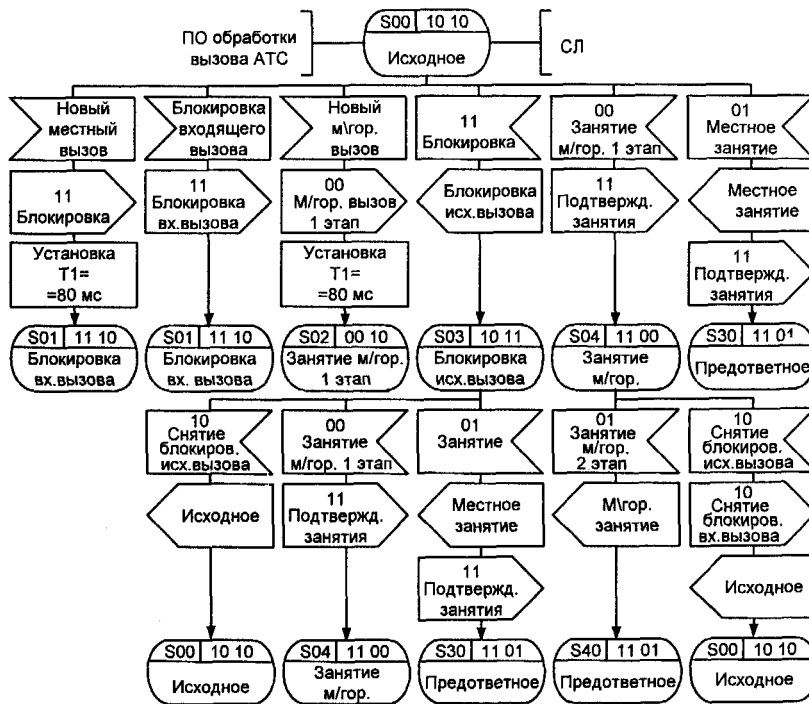


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (1 из 13)



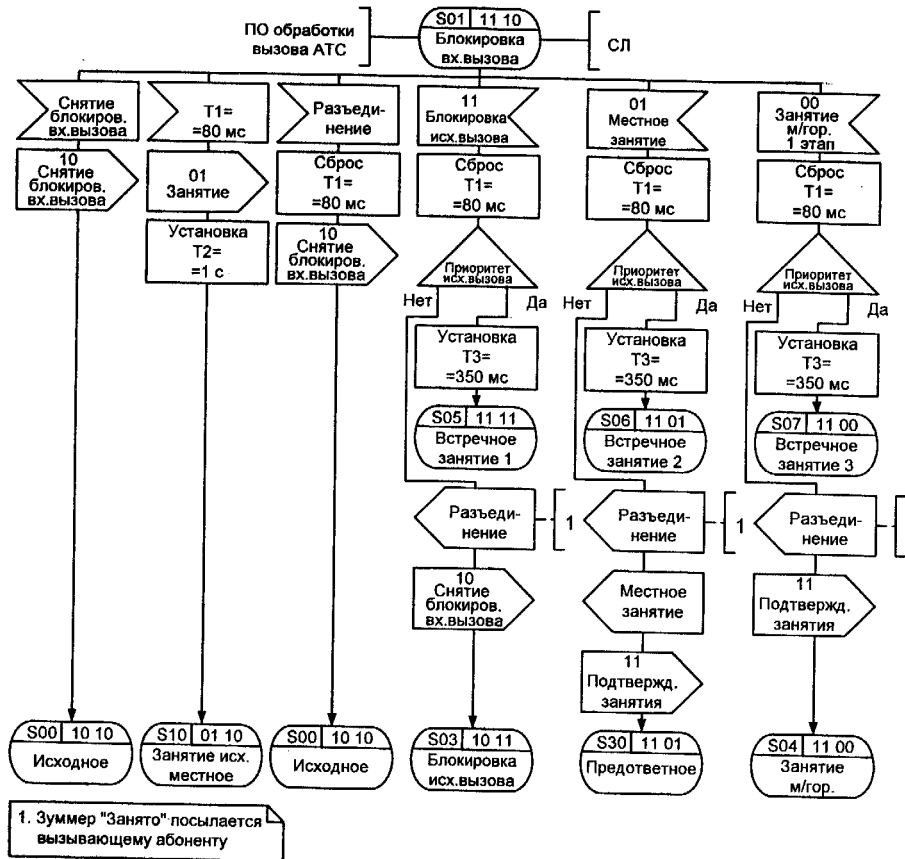


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса VCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (2 из 13)

обработки вызовов АТС и линейный сигнал «Подтверждение занятия» (П) в СЛ, а процесс переходит в предответное состояние S3 0 ожидания цифр номера.

В состоянии S04 входящего междугородного занятия возможен прием линейных сигналов «Занятие междугородное, 2-й этап» (01) или «Снятие блокировки» (10). В первом случае направляется сообщение о входящем междугородном вызове в ПО обработки вызовов АТС и процесс переходит в предответное состояние S40. Во втором случае - при появлении линейного сигнала «Снятие блокировки исходящей связи» (10) посылаются в СЛ сигнал «Снятие блокировки входящей связи» (10) и в ПО обработки вызова АТС сообщение о переходе в исходное состояние, возвращающее процесс в исходное состояние S00.

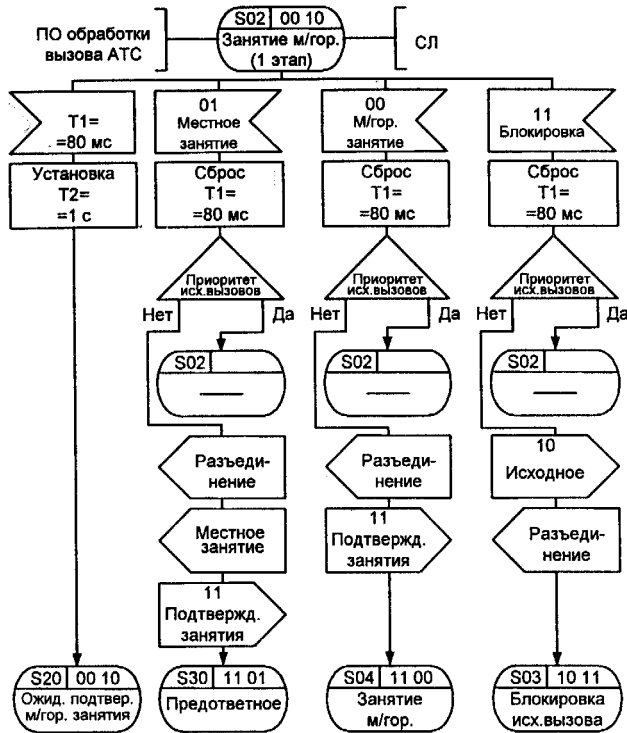


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (3 из 13)

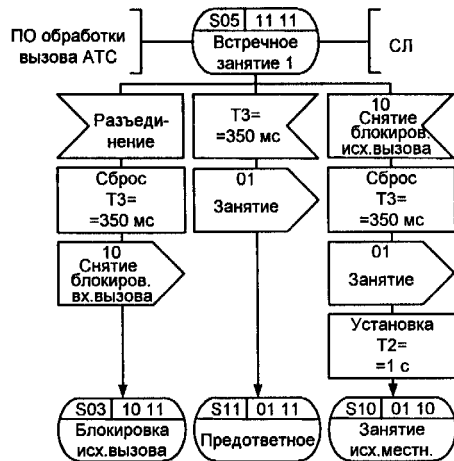


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (4 из 13)

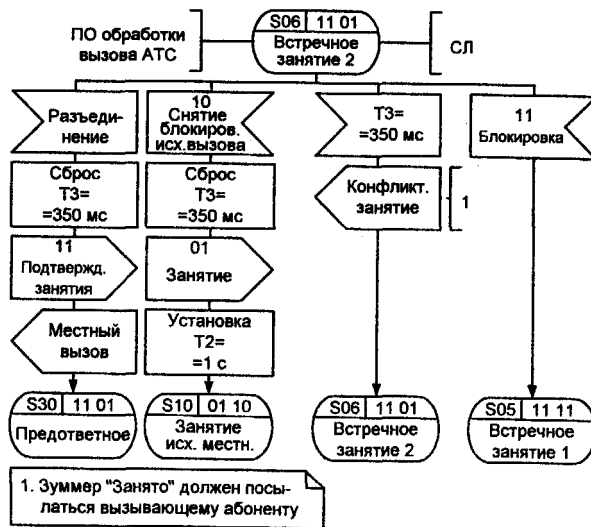


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (5 из 13)

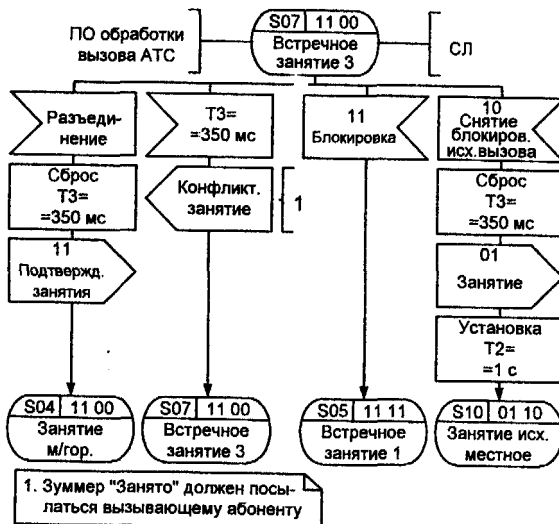


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (6 из 13)

В состоянии S01 блокировки входящих вызовов ожидается завершение тайм-аута 70-80 мс, предотвращающего конфликтную ситуацию при попытке занять канал входящим местным вызовом с противоположной стороны. После этого сигнал «Блокировка» (11) сменяется линейным сигналом «Занятие» (01), устанавливается тайм-аут T2=1 с для ожидания поступления сигнала «Подтверждение занятия» (11) и процесс переходит в предответное состояние S10.

Если в течение 70-80 мс приходит сигнал «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС (т.е. вызывающий абонент А повесил трубку), то в соединительную линию посылается линейный сигнал (10) о снятии блокировки входящих вызовов и процесс возвращается в исходное состояние S00.

В этом же состоянии S01 возможно появление линейного сигнала «Местное занятие» (01) от встречной АТС. В этом случае дальнейшее действие процесса определяется заранее заданным приоритетом входящего и исходящего вызова. Если исходящий вызов является более приоритетным, то процесс устанавливает тайм-аут T3=350 мс и переходит в состояние S06 встречного занятия 2. Если же приоритетным является входящий вызов, то в ПО обработки вызова АТС направляются сообщения о разъединении устанавливаемого исходящего соединения, которое, в частности, приводит к посылке зуммера «Занято» вызываемому абоненту А, и о новом входящем местном занятии, а в СЛ направляется сигнал «Подтверждение занятия» (11). После этого процесс переходит в предответное состояние S11, в котором ожидает первую цифру номера вызываемого абонента Б.

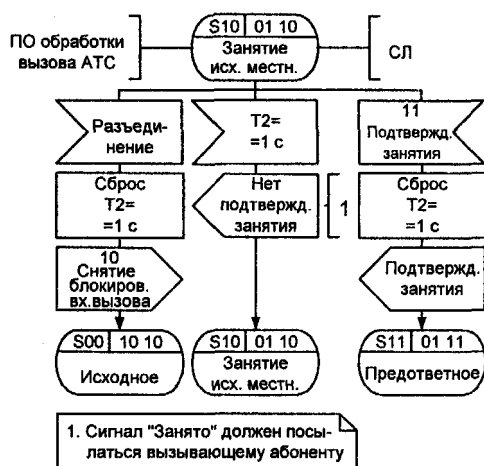


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (7 из 13)

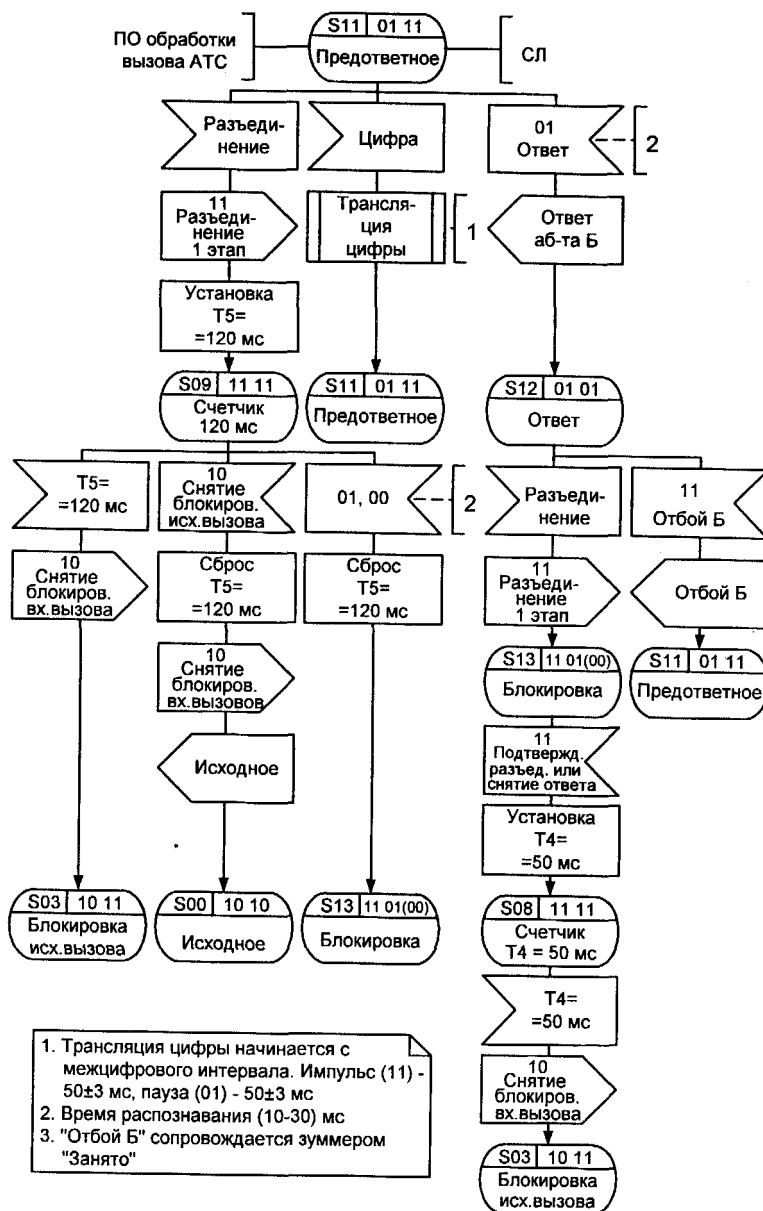


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (8 из 13)

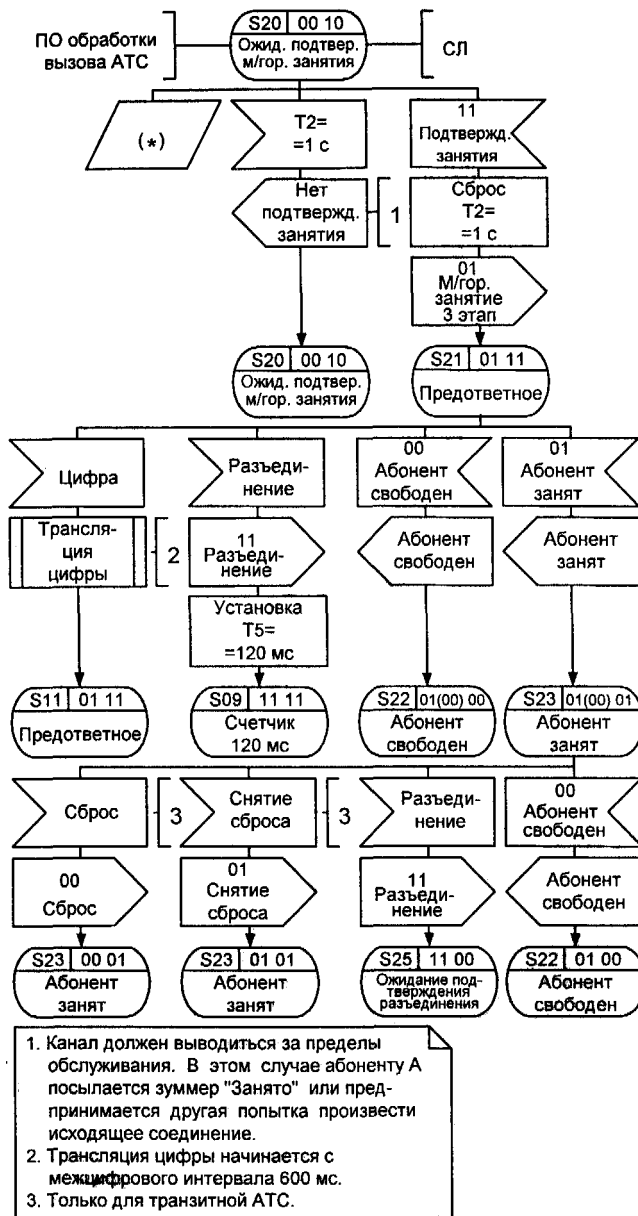


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (9 из 13)

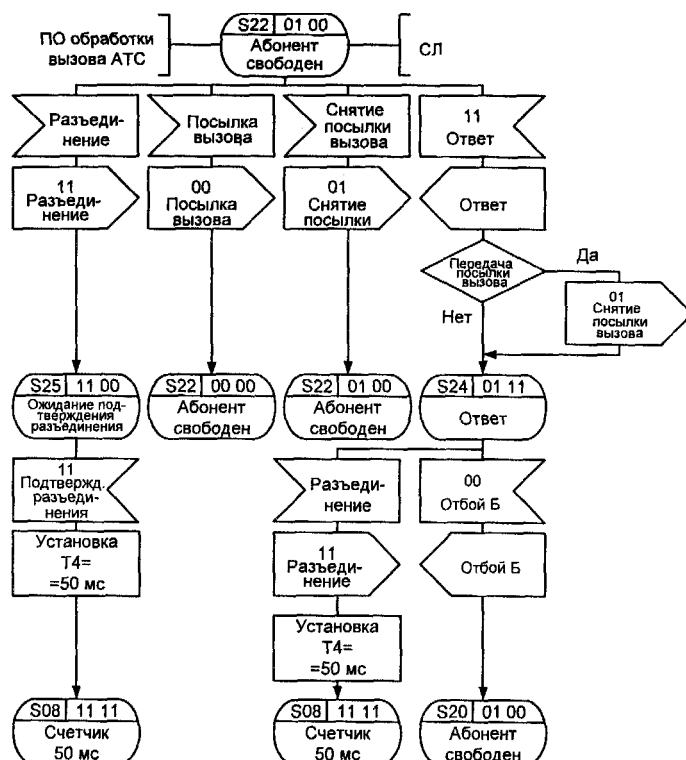


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса BCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (10из13)

При появлении в состоянии SO 1 входящего линейного сигнала «Блокировка исходящих вызовов» (11) проводится тот же анализ ранее установленного приоритета входящих и исходящих вызовов. Если более приоритетным является исходящий вызов, то устанавливается тот же тайм-аут T3 в диапазоне 300-400 мс, а процесс переходит в состояние S05 встречного занятия 1. В том случае, если более приоритетным является входящий вызов, то в ПО обработки вызовов АТС направляется сообщение о разъединении и посылке зуммера «Занято» вызываемому абоненту, а в соединительную линию направляется линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10). Процесс при этом переходит в состояние S03 блокировки исходящих вызовов.

При появлении в состоянии SO 1 линейного сигнала «Междугородное занятие, 1-й этап» (00) в случае заранее установленного приоритета исходящего вызова устанавливается тот же тайм-аут T3, а процесс переходит в состояние S07 встречного занятия. Если более приоритетным является входящий вызов, то направляется сообщение в ПО обработки вызовов АТС о разъединении устанавливаемого исходящего соединения в связи с появле-

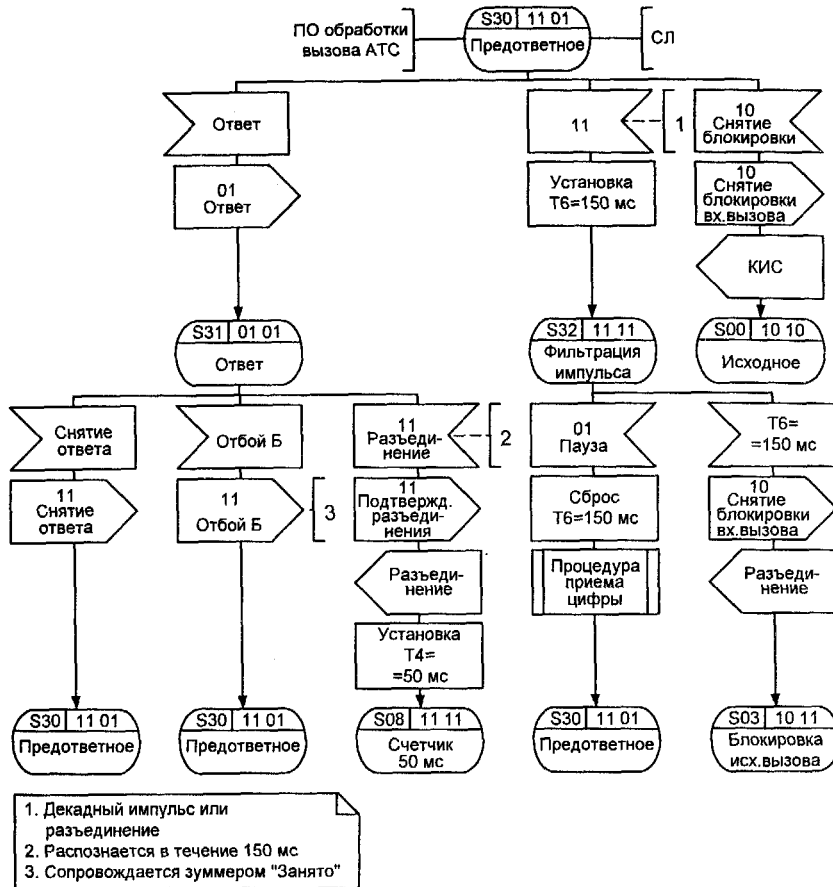


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (11 из 13)

нием более приоритетного входящего междугородного вызова. Это сообщение инициирует посылку зуммера «Занято» вызываемому абоненту, а в СЛ направляется линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11), после чего процесс переходит в состояние S04 занятия междугородного.

В состоянии S02 занятия междугородным вызовом, 1 -и этап также ожидается исчерпание тайм-аута  $T1=80$  мс, после чего устанавливается тайм-аут  $T2=1$  с для ожидания сигнала «Подтверждение занятия», а процесс переходит в состояние S20 ожидания подтверждения междугородного занятия.

В этом же состоянии S02 возможно встречное местное или междугородное занятие, т.е. появление линейных сигналов (01) или (00). В обоих случаях определяется приоритетность входящего и исходящего вызовов.



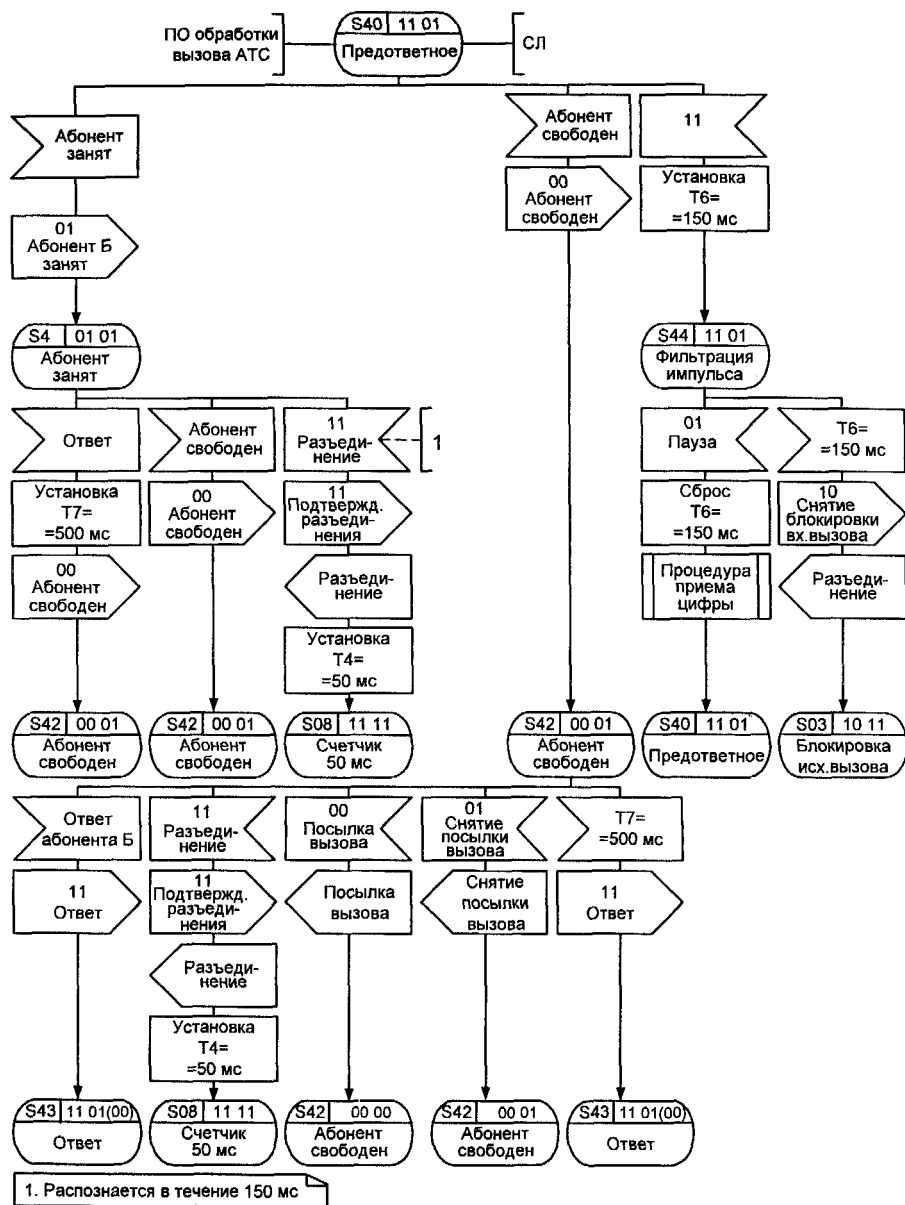


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса VCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (12 из 13)

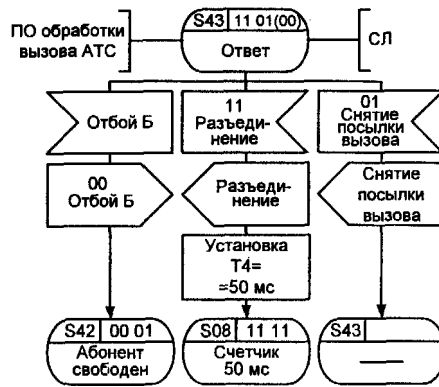


Рис. 3.13. SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия (13 из 13)

В случае более высокого приоритета исходящего вызова продолжается ожидание завершения тайм-аута  $T1$  в том же состоянии, после чего процесс перейдет в состояние S20 ожидания подтверждения междугородного занятия. В? случае же приоритетности входящего вызова направляются сообщения в ПО обработки вызова АТС о разъединении ранее установленного исходящего междугородного соединения с посылкой зуммера «Занято» вызывающему абоненту и о новом входящем занятии, затем в СЛ направляется сигнал «Подтверждение занятия» (11), после чего для приема цифр набора номера процесс переходит в предответное состояние S30 (в случае местного занятия). При приеме в состоянии S02 входящего междугородного занятия (00) процесс переходит в состояние S04 междугородного занятия. При появлении в S04 линейного сигнала «Блокировка» (11) в случае приоритетности входящего вызова отправляется соответствующее сообщение о разъединении в ПО обработки вызова АТС, а в СЛ направляется линейный сигнал о снятии междугородного занятия (10) и процесс возвращается в S03 блокировки исходящего вызова. В случае более высокого приоритета исходящего вызова продолжается ожидание завершения тайм-аута  $T1$  в том же состоянии.

В состоянии S05 встречного занятия возможно снятие поступающего из соединительной линии сигнала «Занятие», т.е. появление линейного сигнала «Снятие блокировки исходящего вызова» (10), в результате которого сбрасывается тайм-аут  $T3=350$  мс, посылается линейный сигнал «Занятие» (01) в СЛ, устанавливается тайм-аут  $T2=1$  с для ожидания подтверждения занятия, а процесс переходит в состояние S 10 занятия исходящего местного. При отказе от занятия в виде сообщения от ПО обработки вызова АТС «Разъединение» также сбрасывается тайм-аут  $T3=350$  мс, посылается в СЛ линейный сигнал «Снятие блокировки вхо-

дящего вызова» (10), а процесс переходит в состояние S03 блокировки исходящего вызова. Срабатывание тайм-аута  $T3=350$  мс вызывает посылку в СЛ линейного сигнала «Занятие» (01) и переход в предответное состояние S 11.

В состояниях S06 встречного занятия 2 и S07 встречного занятия 3 возможно снятие полученного ранее в состоянии S01 линейного сигнала местного (11) или междугородного (00) входящего занятия, вызвавшего этот переход в состояние S06, т.е. появление сигнала «Снятие блокировки исходящего вызова» (10). В результате этого сигнала сбрасывается тайм-аут  $T3=350$  мс, в СЛ направляется линейный сигнал «Занятие» (01), устанавливается тайм-аут  $T2=1$  с и осуществляется переход в состояние занятия S 10. Если же снятие линейных сигналов из СЛ в течение 300-400 мс не наступило, то направляется сообщение о конфликтном занятии в ПО обработки вызова АТС, что должно приводить к посылке зуммера «Занято» вызывающему абоненту и команде разъединения в процесс ВСТ R.22. При этом сам процесс остается в том же состоянии S06 или S07, соответственно. Если же приходит команда от ПО обработки вызовов АТС разъединить исходящее соединение, то сбрасывается тайм-аут  $T3=350$  мс (если он еще установлен к этому моменту) и направляется линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11) в СЛ. Далее для входящего местного вызова направляется сообщение об этом вызове в ПО обработки вызовов АТС и процесс из состояния S06 переходит в предответное состояние S30, а для входящего междугородного вызова 1 -и этап процесса переходит из состояния S07 в состояние междугородного занятия S04.

После того как возможные конфликты при появлении встречных вызовов так или иначе разрешены в соответствии с процедурами, рассмотренными выше, процесс в случае исходящего местного соединения оказывается в состоянии S10 занятия местным исходящим вызовом. В этом состоянии ожидается появление линейного сигнала «Подтверждение занятия» (11), по которому сбрасывается тайм-аут ожидания подтверждения занятия  $T2=1$  с, посылается сообщение «Подтверждение занятия» в ПО обработки вызова АТС, а процесс переходит в предответное состояние S11 для исходящего местного соединения. Если в течение тайм-аута  $T2=1$  с подтверждение занятия не поступило, то об этом направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС. Далее возможны некоторые дополнительные процедуры выхода из ситуации отсутствия подтверждения занятия, которые в конечном итоге приводят к появлению команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС. По этой команде «Разъединение» сбрасывается тайм-аут  $T2$ , если он не был сброшен до сих пор, и направляется линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10) в СЛ, после чего процесс возвращается в исходное состояние S00.

Продолжая обсуждение исходящего местного соединения, рассмотрим предответное состояние S 11. В этом состоянии осуществляется передача цифр номера вызываемого абонента и ожидание сигнала ответа (01). После детектирования сигнала ответа в течение 10-30 мс процесс переходит в разговорное состояние при исходящем местном вызове S12. В состоянии S11 возможно также получение команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС. В этом случае в СЛ направляется сигнал «Разъединение, 1-й этап» (11), устанавливается тайм-аут  $T5=120$  мс и процесс переходит в промежуточное состояние S09 счета 120 мс. При исчерпании тайм-аута  $T5=120$  мс в СЛ направляется сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), и процесс возвращается в состояние S03 блокировки исходящих вызовов.

В этом же промежуточном состоянии S09 возможно снятие сигнала «Блокировка исходящих вызовов» (10), в результате которого также сбрасывается тайм-аут  $T5$ , в канал направляется сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), в ПО обработки вызовов АТС направляется сообщение об исходном состоянии, а процесс возвращается в исходное состояние S00. При местном исходящем вызове в этом состоянии может прийти сигнал «Ответ» (01), переданный с входящей АТС до получения «Разъединения»; при этом сбрасывается тайм-аут  $T5=120$  мс, а процесс переходит в состояние S 13 блокировки, в котором ожидается сигнал «Снятие ответа».

В разговорном состоянии S12 возможен приход линейного сигнала «Отбой Б» (11), который следует детектировать особенно тщательно, т.к. было потрачено немало сил, чтобы добраться до разговорного состояния. Этот сигнал возвращает процесс в предответное состояние S11. Возможна также команда разъединения от ПО обработки вызовов АТС, приводящая к посылке линейного сигнала «Разъединение, 1 -и этап» и к переходу в состояние S13.

В состоянии S 13 блокировки ожидается появление сигнала «Подтверждение разъединения» (11). При появлении этого сигнала устанавливается тайм-аут  $T4=50$  мс, и процесс переходит в промежуточное состояние S08 счета 50 мс. При исчерпании этого тайм-аута в СЛ направляется сигнал (10) о снятии блокировки входящих вызовов, а процесс возвращается в состояние S03 блокировки исходящих вызовов. Этим исчерпываются спецификации исходящего местного соединения.

Попытка установления исходящего междугородного соединения по СЛМ (транзит) начиналась в состоянии S02 междугородного занятия, 1 -и этап, откуда после завершения тайм-аута  $T 1=80$  мс был сделан переход в состояние S20 ожидания подтверждения междугородного занятия. При появлении сигнала «Подтверждение занятия» (11) сбрасывается тайм-аут  $T2=1с$ , в СЛ направляется линейный сигнал «Междугородное занятие,

3-й этап» (01), а сам процесс переходит в предответное состояние S21. В случае отсутствия подтверждения занятия в течение 1 с, т.е. при исчерпании тайм-аута T2, направляется соответствующее сообщение в ПО обработки вызова АТС, где данный канал помечается как находящийся вне обслуживания, а вызываемому абоненту посылается зуммер «Занято».

В предответном состоянии S21 осуществляется трансляция цифр номера, передаваемых от ПО обработки вызова АТС со стандартной длительностью импульсов и пауз  $50 \pm 3$  мс и с межцифровым интервалом 600 мс. В этом же состоянии возможно появление сообщения о разъединении по инициативе вызывающего абонента А от ПО обработки вызова АТС. Тогда в соединительную линию направляется линейный сигнал «Разъединение» (11), устанавливается тайм-аут  $T5=120$  мс и процесс переходит в промежуточное состояние S09 счета 120 мс для организации разъединения в предответном состоянии. В состоянии S09 при исходящем междугородном вызове могут прийти сигналы «Абонент занят» (01) или «Абонент свободен» (00), переданные входящей АТС до получения сигнала «Разъединение». В предответном состоянии S21 также возможно появление линейного сигнала «Абонент свободен» (00) или «Абонент занят» (01). При приходе одного из этих сигналов направляется соответствующее сообщение в ПО обработки вызова АТС, а процесс переходит в состояние S22 «Абонент свободен» или в состояние занятости абонента S23, соответственно.

В состоянии S22 «Абонент свободен» могут быть приняты команды от ПО обработки вызова АТС «Посылка вызова» и «Снятие посылки вызова». В этих случаях в СЛ направляются сигналы «Посылка вызова» (00) и «Снятие посылки вызова» (01). Возможно сообщение от ПО обработки вызова об отбое вызывающего абонента и, соответственно, о посылке в СЛ сигнала «Разъединение» (11), после чего процесс переходит в состояние разъединения S25. В этом же состоянии S22 ожидается единственный линейный сигнал из СЛ - сигнал «Ответ вызывающего абонента» (11), в результате которого процесс переходит в разговорное состояние S24. Перед этим осуществляется анализ факта посылки вызова в канал. Если таковая имела место, то в СЛ посылается линейный сигнал «Снятие посылки вызова» (01).

В состоянии S23 занятости абонента возможна трансляция кратковременного сигнала «Сброс» (00) по команде от ПО обработки вызовов АТС. Возможно также появление команды отбоя вызывающего абонента, приводящее к посылке линейного сигнала «Разъединение» (11), и перехода в состояние S25 разъединения. Наконец, в результате сигнала «Сброс» или по другой причине возможно изменение статуса вызываемого абонента Б, т.е. появление линейного сигнала «Абонент свободен» (00), в результате чего процесс переходит в состояние S22 «Абонент свободен».

В разговорном состоянии S24 возможно появление сообщения о разъединении от ПО обработки вызова АТС, в результате которого направляется линейный сигнал «Разъединение» (11), устанавливается тайм-аут  $T4=50$  мс, а по его завершении в СЛ направляется линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), после чего процесс возвращается в состояние S03. В разговорном состоянии возможно также появление линейного сигнала «Отбой Б» (00), в результате которого процесс переходит в состояние S22 «Абонент свободен».

В состоянии S25 ожидания подтверждения разъединения ожидается линейный сигнал «Подтверждение разъединения» (11), в результате которого устанавливается тайм-аут  $T4=50$  мс, после завершения в СЛ направляется линейный сигнал (10) «Снятие блокировки входящих вызовов» и осуществляется переход в состояние S03.

Этим исчерпываются спецификации обработки исходящего междугородного соединения.

При входящем местном соединении в предответном состоянии S30 возможно появление линейного сигнала (11), который может являться как импульсом набора номера, так и сигналом «Разъединение» в зависимости от длительности этого линейного сигнала. В связи с этим устанавливается тайм-аут  $T6=150$  мс. В случае появления в течение периода  $T6$  линейного сигнала «Пауза» (01) сбрасывается тайм-аут  $T6$  и выполняется процедура приема цифры номера: прибавление ячейки в счетчике импульсов, определение межцифрового интервала более 250 мс, посылка значения цифры в ПО обработки вызова АТС и др. В том случае, если данный линейный сигнал означает «Разъединение», т.е. завершается тайм-аут  $T6$  без появления сигнала «Пауза» (00), в СЛ направляется линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10) и сообщение о разъединении в ПО обработки вызова АТС и процесс переходит в состояние S03 блокировки исходящих вызовов. В предответном состоянии S30 также возможно появление сигнала «Контроль исходного состояния (10), в ответ на который в СЛ направляется линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), и процесс возвращается в исходное состояние SOO. В том же предответном состоянии S30 возможен ответ вызываемого абонента Б, который инициирует линейный сигнал «Ответ Б» (01) и переход процесса в разговорное состояние S31.

В разговорном состоянии S31 возможно появление сообщения от ПО обработки вызова АТС об отбое абонента Б. При этом направляется линейный сигнал «Отбой Б» (11) в СЛ, а процесс возвращается в предответное состояние S30. В разговорном состоянии S31 возможно также появление линейного сигнала «Разъединение», в ответ на который в СЛ направляется линейный сигнал «Подтверждение разъединения» (11), устанавливается промежуточный тайм-аут  $T4=50$  мс, по исчерпанию которого

в СЛ направляется линейный сигнал «Снятие блокировки входящего вызова» (10), а процесс возвращается в исходное состояние S03.

Последний из четырех типов вызовов по универсальным СЛ двустороннего действия - это входящий междугородный вызов. В предответном состоянии S40 для этого типа вызовов возможно появление линейного сигнала (11), который может означать как импульс набора номера, так и сигнал «Разъединение», в зависимости оттого, превышает ли длительность этого сигнала 150 мс. Распознавание этих сигналов осуществляется точно так же, как это было сделано в предответном состоянии S3 0 для входящего местного вызова. После приема необходимого количества цифр набора номера возможно появление сообщения от ПО обработки вызова АТС о состоянии вызываемого абонента. В этих случаях в СЛ направляется линейный сигнал «Абонент занят» (01) или «Абонент свободен» (00) и процесс переходит в соответствующее состояние занятости абонента S41 или S42 «Абонент свободен».

В состоянии занятости абонента S41 возможно появление сообщения от ПО обработки вызова АТС об изменении статуса вызываемого абонента Б, т.е. «Абонент свободен». В этом случае в СЛ посылается линейный сигнал «Абонент свободен» (00), а процесс переходит в состояние S42 «Абонент свободен». Если от ПО обработки вызова АТС приходит сообщение об ответе вызываемого абонента Б, то в СЛ посылается сигнал «Абонент свободен» на  $T7=500$  мс, и процесс переходит в состояние S42 «Абонент свободен» до истечения тайм-аута  $T7=500$  мс. Возможно также появление из СЛ линейного сигнала «Разъединение», в результате чего посылается линейный сигнал «Подтверждение разъединения» (11), направляется соответствующее сообщение в ПО обработки вызова АТС, устанавливается тайм-аут  $T4=50$  мс для освобождения канала на исходящей стороне и осуществляется переход в состояние S08 с последующим ожиданием освобождения.

В состоянии S42 «Абонент свободен» возможно появление линейных сигналов (00) и (01), обозначающих «Посылку вызова» и «Снятие посылки вызова», которые транслируются в ПО обработки вызова АТС без изменения состояния процесса. В этом же состоянии возможно появление линейного сигнала «Разъединение» (11), обработка которого производится так же, как и в состоянии S41. Возможно также сообщение от ПО обработки вызова АТС об ответе вызываемого абонента Б, что инициирует посылку линейного сигнала «Ответ» (11) и переход в разговорное состояние S43.

В разговорном состоянии S43 возможно появление сообщения об отбое вызываемого абонента Б, приводящем к посылке линейного сигнала «Отбой Б» (00) и переходу в состояние S42 «Абонент свободен», а также поступление линейного сигнала «Разъединение» (11), который детектиру-

Таблица 3.17. Состояния процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего действия

Идентификатор	Состояние	Коды ВСК		Примечание
		Передача	Прием	
SOO	Исходное	10	10	Возможен прием линейных сигналов "Блокировка", "Занятие междугородное 1 этап", "Занятие местное" и сообщений "Новый_вызов_местный", "Новый_вызов_междугородный", "Блокировка входящего соединения"
S01	Блокировка входящего вызова	11	10	Это состояние вводится на 70-80 мс, чтобы избежать конфликтной ситуации при попытке занять линию вызовом с противоположной стороны
S02	Занятие междугородное 1-й этап	00	10	То же самое для исходящего междугородного соединения
S03	Блокировка исходящего вызова	10	11	Ожидается прием сигнала "Снятие блокировки". Возможно входящее "Занятие"
S04	Занятие междугородное	11	00	Возможен прием линейных сигналов "Занятие междугородное 2 этап" или "Снятие блокировки"
S05	Встречное занятие 1	11	11	Обработка встречного местного вызова (11), когда исходящий вызов имеет приоритет
S06	Встречное занятие 2	11	01	Обработка встречного местного вызова (01), когда входящий вызов имеет приоритет
S07	Встречное занятие 3	11	00	Обработка встречного междугородного вызова (00), когда исходящий вызов имеет приоритет
S08	Счетчик 50 мс	11	11	Пауза перед снятием блокировки
S09	Счетчик 120мс	11	11	Пауза перед снятием блокировки
Исходящее местное соединение				
S10	Занятие	01	10	Исходящий местный вызов
S11	Предотвечное	01	11	Передача цифр номера, ожидание "Ответа"
S12	Ответ	01	01	Разговорное состояние
S13	Блокировка	11	01	Ожидание подтверждения занятия
Исходящее междугородное соединение по СЛМ (транзит)				
S20	Ожидание подтверждения	00	10	Ожидание "Подтверждения занятия"
S21	Предотвечное	01	11	Передача цифр номера, ожидание линейных сигналов Б занят (00) или Б свободен (01)
S22	Абонент свободен	01(00)	00	В этом состоянии возможна передача линейного сигнала "Посылка вызова"
S23	Абонент занят	01(00)	01	В этом состоянии возможна передача линейного сигнала "Сброс"
S24	Ответ	01	11	Разговорное состояние
S25	Ожидание подтверждения	11	00	
Входящее местное соединение				
S30	Предотвечное	11	01	
S31	Ответ	01	01	Разговорное состояние
S32	Фильтрация импульсов	11	11	В случае длительности импульса >150 мс или <150 мс сигнал "11" рассматривается как "Разъединение" или импульс набора номера соответственно
Входящее междугородное соединение по СЛМ				
S40	Предотвечное	11	01	
S41	Абонент занят	01	01(00)	
S42	Абонент свободен	00	01(00)	
S43	Ответ	11	01	Разговорное состояние
S44	Фильтрация импульсов	11	01	В случае длительности импульса >150 мс или <150 мс сигнал "11" рассматривается как "Разъединение" или импульс набора номера соответственно



ется в течение 150 мс и переводит процесс в промежуточное состояние S08 «Счетчик 50 мс» для ожидания освобождения. В этом состоянии ожидается исчерпание тайм-аута  $T4=50$  мс, после чего по СЛ направляется линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), и процесс переходит в состояние S03 блокировки входящих вызовов. Напомним, что появление в состоянии S03 линейного сигнала (10) возвращает процесс в исходное состояние SOO.

Для облегчения чтения SDL-диаграммы процесса ВСТ R.22 на рис.3.13 в таблице 3.17 также собраны все SDL-состояния процесса, сгруппированные для четырех различных типов соединений.

## Глава 4

# СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО ТРЕХПРОВОДНЫМ СОЕДИНИТЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ

*Когда-нибудь дошлый историк  
Возьмет и напишет про нас,  
И будет насмешливо – горек  
Его неспешный рассказ.  
Напишет он с чувством и толком,  
Ошибки учтет наперед,  
И все он расставит по полкам,  
И всех по костям разберет.  
А.Галич*

### 4.1. ОСНОВЫ БАТАРЕЙНОГО СПОСОБА СИГНАЛИЗАЦИИ

С учетом ограниченного объема книги протокол сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям описывается не настолько детально, как это следует из эпиграфа. Тем не менее, относительно подробные спецификации сигнализации по трехпроводным соединительным линиям в данной главе обусловлены тем, что этот протокол являлся основным способом межстанционной сигнализации на городских телефонных сетях Советского Союза, начиная с введения в послевоенные годы на этих сетях первой отечественной декадно-шаговой АТС-47. Даже сейчас этот протокол остается наиболее распространенной аналоговой системой сигнализации на местных телефонных сетях, хотя сегодня его использование на ГТС разрешается только в виде исключения и тормозит дальнейшее развитие сети при замене аналоговых станций на цифровые.

Сам по себе принцип батарейной сигнализации достаточно экономичен и может быть использован на больших расстояниях, чем обычные системы с размыканием шлейфа. Существенными при этом являются высоковольтный метод формирования линейных сигналов и относительно большая длительность их передачи, что облегчает устойчивый к временным и амплитудным искажениям прием. Недостатком батарейного способа передачи является влияние разности потенциалов заземлений Станционных батарей различных АТС.

Данный способ первоначально применялся при связи декадно-шаговых АТС между собой на различных сетях. Пример такого способа сигнализации для телефонной сети Великобритании дан в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Примеры сигналов в типовой DC системе сигнализации (система UK DC2)

Сигнал	Состояние линии
Исходное состояние	Отрицательный полюс батареи на одном проводе, земля на другом проводе
Занятие	Переполюсовка тока шлейфа
Цифры номера	Переполюсовка тока шлейфа с частотой 10 имп./с
Ответ	Заземленный шлейф
Отбой	Переполюсовка состояния занятия, т.е. возврат в исходное состояние шлейфа

Наиболее распространенный способ батарейной линейной сигнализации на российских телефонных сетях предусматривает передачу линейных сигналов по проводам *a*, *b*, *c* и «земли» в качестве вспомогательного провода. Пределы изменения напряжения от 50 до 74 В с учетом разности потенциалов заземлителей различных АТС, равной  $\pm 8$  В. Провода *a* и *b* используются для передачи как речевых сигналов, так и сигналов управления и взаимодействия. По проводу *c* передаются только сигналы занятия соединительной линии (СЛ), разъединения и блокировки СЛ. Длина линии ограничивается затуханием речевых сигналов и искажением характеристик импульсов набора номера.

Этот вариант передачи сигналов батарейным способом показан на рис. 4.1. Здесь используются станционная батарея и земля в качестве обратного провода. Реле  $\Lambda$  получает питание от батарей передающей и приемной станций.

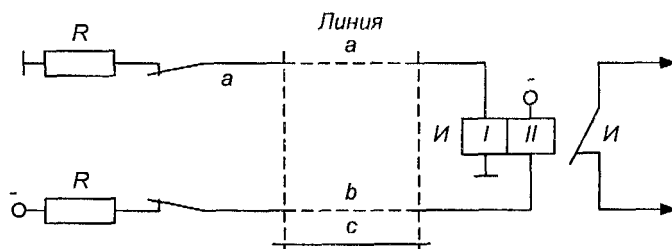


Рис. 4.1. Передача сигналов батарейным способом

Модификацией схемы, изображенной на рис. 4.1, является схема передачи сигналов быстродействующим полярным кодом (рис. 4.2). При срабатывании контактов реле  $P_1$  дается сигнал одного направления,

при одновременном срабатывании контактов  $P_1$  и  $P_2$  - обратного направления. Приемное реле  $Пр$  - поляризованное; в зависимости от направления сигнала замыкаются его контакты 1-2 или 1-3. Полярный код позволяет уменьшить время передачи сигналов управления. Время передачи кодовых сигналов составляет около 30 мс для каждого элементарного сигнала (без учета паузы) или от 30 до 150 мс для кодовой комбинации.

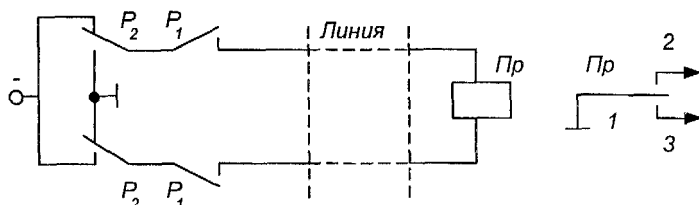


Рис. 4.2. Передача сигналов быстродействующим полярным кодом

Различные АТС на российских телефонных сетях общего пользования, поддерживающие трехпроводный интерфейс, приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Основные типы станций, взаимодействующих по трехпроводным СЛ, ЗСЛ и САМ

Тип станции	Область применения	Система
АТСК	Городская АТС	Координатная
АТСК-У	Городская АТС	Координатная
АТС-АМЭ	Городская АТС	Координатная
АТСК-50/200	Сельская АТС/УПАТС	Координатная
АТСК-100/2000	Сельская АТС/УПАТС	Координатная
КВАНТ	Городская АТС/УПАТС	Квазиэлектронная
КВАРЦ	АМТС	Квазиэлектронная
АМТС-2	АМТС	Координатная
АМТС-3	АМТС	Координатная
АТС-47	Городская АТС	Декадно-шаговая
АТС-54	Городская АТС	Декадно-шаговая
УАТС-100/400	УПАТС	Декадно-шаговая
ARE-11	Городская АТС	Квазиэлектронная
ARE-13	АМТС	Квазиэлектронная
МТ-10С	АМТС/городская АТС	Квазиэлектронная
МТ-20/25	Городская АТС	Цифровая

Таблица 4.3. Коды передачи линейных сигналов по трехпроводным СЛ

Линейный сигнал	Напр. передачи и провод.	Полярность и сопротивление (кОм) провода									
		на исходящей стороне					на входящей стороне				
		a	b	c	РСЛ <sub>лнк</sub>	АТСДШ	a	b	c	РСЛ <sub>лнк</sub>	c при работе с АТСДШ
Контроль исходного состояния (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	← c	Изол.	Изол.	"+" 20	Изол.	Изол.	"-" 1	"+" 1	"-" ≤1,3	"-" при работе с АТСДШ	"-" 500-700 Ом, 100-500 Ом, и 0-100 Ом** для соответ., 0,35, 0,55, 1,05
		"-" ≥40	"+" 1 (для СЛ и ЗСЛ) ≥40 (для СЛМ)	"+" ≤0,06	"+" 1,065 с переходом на 0,065	"-" 1	"+" 1	"-" ≥1,3	"-" R <sub>вх</sub> +0,6		
Номер вызываемого абонента (декадный код) (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	→ a, b	Импульсы:		"+" Емк. 0,5 мкФ к земле	"-" Емк. 0,5 мкФ к земле	Интервал:	Изол.	"+" 0,065	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" R <sub>вх</sub> +0,6
		Импульсы:									
		Изол.	Изол.								

Абонент свободен, отбой (СЛМ)*	← a, b	"-" ≥40	"+" ≥40	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6
Вызов (СЛМ)*	→ b	"-" ≥40	"+" ≤0,06	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6
Ответ (СЛМ)*	← a, b	"-" ≥40	"+" ≥40	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 200	"-" 200	"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6
Занято (СЛМ)*	← b	"-" ≥40	"+" ≥40	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 200	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6
Ответ, запрос АОН (СЛ, ЗСЛ)*	← a	"-" ≥42	"+" 1	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 200	"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6
Снятие запроса (СЛ, ЗСЛ)*	← a	"-" ≥42	"+" 1	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6
Отбой вызываемого абонента после ответа, занято (СЛ, ЗСЛ)*	← a, b	"-" ≥42	"+" ≥1	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 200	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6
Разъединение на любом этапе (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	→ c	Изол.	Изол.	"+" 20	Изол.	Соответствует любому из предыдущих этапов		"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6
Блокировка (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	← c	Изол.	Изол.	"+" 20	Изол.	"-" 1	"+" 1	Изол.	Изол.
Отбой вызываемого абонента (СЛ, ЗСЛ)	→ a	"-" 1	"+" 1	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 200	"-" ≥1,3	"-" R <sub>ВХ</sub> +0,6

\* В скобках указан тип линии, по которой передается данный линейный сигнал.

\*\* Значение сопротивления провода с указано в таблице в зависимости от типа кабеля.

Взаимодействие декадно-шаговых АТС между собой зависит от величины сопротивления провода  $c$ , по которому осуществляется проба свободности трехпроводной СЛ и ее занятие. Согласованная работа приборов декадно-шаговых АТС (АТС-47, АТС-54) по трехпроводным соединительным линиям при сопротивлении провода  $c$  не выше 700 Ом осуществляется непосредственно, без установки комплектов РСЛ. При величине сопротивления провода  $c$  от 700 до 1500 Ом устанавливаются комплекты РСЛ-3 на исходящем конце трехпроводной СЛ. Этот комплект работает при напряжении АТС от 58 до 66 В и при разности потенциалов заземлений входящей и исходящей АТС не более 6 В.

В координатных АТС проба свободности СЛ и ее занятие осуществляются по разным проводам, поэтому наличие согласующих комплектов РСЛ, обеспечивающих согласование четырехпроводного выхода координатной АТС и трехпроводной СЛ, является обязательным.

В таблице 4.3 представлены коды передачи линейных сигналов и набора номера декадным кодом по трехпроводным соединительным линиям. По ходу предпринятой ниже в этой главе попытки изложить спецификации сигнализации по трехпроводным соединительным линиям аналогично тому, как это сделано в предыдущей главе, будут даны пояснения к этой таблице.

Следует сразу предупредить читателя, что приведенные в таблице 4.3 параметры будут еще дважды встречаться в данной главе, причем во всех трех случаях возможны различные значения одних и тех же параметров. Это сделано совершенно сознательно и соответствует разным целям:

- а) в таблице 4.3 приведены номинальные величины и их разбросы согласно отраслевому стандарту [87];
- б) при описании физических состояний процессов обработки входящего и исходящего вызовов для удаленного конца (входящей АТС в спецификациях для исходящего вызова и исходящей АТС в спецификациях для входящего вызова) эти же величины иногда могут иметь больший разброс, чем в таблице 4.3, т.к. отражают реально существующую на практике картину, которая, к сожалению, иногда бывает еще хуже, чем в [87];
- в) при описании тех же физических состояний процессов обработки входящего и исходящего вызовов, но уже для ближнего конца (исходящей АТС в спецификациях для исходящего вызова и входящей АТС в спецификациях для входящего вызова) эти же величины могут иметь меньший разброс, чем в таблице 4.3, т.к. являются рекомендациями по их реализации в новых, как правило, цифровых АТС и могут быть лучше, чем в [87].

Подобные разночтения в этих трех вариантах весьма редки, но так как изложенный подход будет использоваться и для описаний других видов сигнализации в других главах этой книги, сделанное предупреждение представляется уместным.

Собственно говоря, этот подход уже использовался и в предыдущей главе, однако в силу специфики сигнализации по двум ВСК в тракте ИКМ все сводилось, в основном, к величинам тайм-аутов. Например, наряду с номинальными разбросами длительностей импульсов и пауз набора номера из [87], при приеме их рекомендуется распознавать и в несколько более широком диапазоне (до 150 мс), а в то же время при передаче строго фиксировать их длительности (50 мс для импульса и 50 мс для паузы).

Структура SDL-системы обработки сигнализации по трехпроводным СЛ представлена на рис. 4.3, который весьма похож на аналогичный рис. 3.4 предыдущей главы. Далее будут рассмотрены спецификации соответствующих процессов: процесса обработки исходящего вызова OTLOC TWA U.31 и процесса обработки входящего местного вызова INLOC TWA U.32 - в разделе 4.2, а процесса обработки входящего междугородного вызова INTOL TWA U.33 - в разделе 4.3.

#### **4.2. ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ: МЕСТНЫЙ ВЫЗОВ**

Описание процессов сигнализации при местном вызове начинается с исходящего вызова.

С учетом необходимости внимательного рассмотрения физического уровня, от которого автор был избавлен в предыдущей главе благодаря простоте и соответствию международным стандартам стыка ИКМ, описания процессов OTLOC, INLOC и INTOL будут начинаться с описаний основных состояний на физическом уровне.

Итак, имеются следующие состояния для исходящего соединения по трехпроводной СЛ:

- S0 - исходное состояние,
- S1 - предответное состояние,
- S2 - состояние передачи импульса при декадном наборе,
- S3 - состояние передачи паузы при декадном наборе номера,
- S4 - состояние межцифрового интервала при декадном наборе,
- S5 - разговорное состояние,
- S6 - занятость абонента Б,
- S7 - блокировка соединительной линии.

Ниже приведены описания этих состояний на физическом уровне. Следует подчеркнуть, что эти описания составлены специально для процесса обработки исходящего вызова и представляют рекомендуемые значения входных сопротивлений проводов на стороне исходящей АТС и



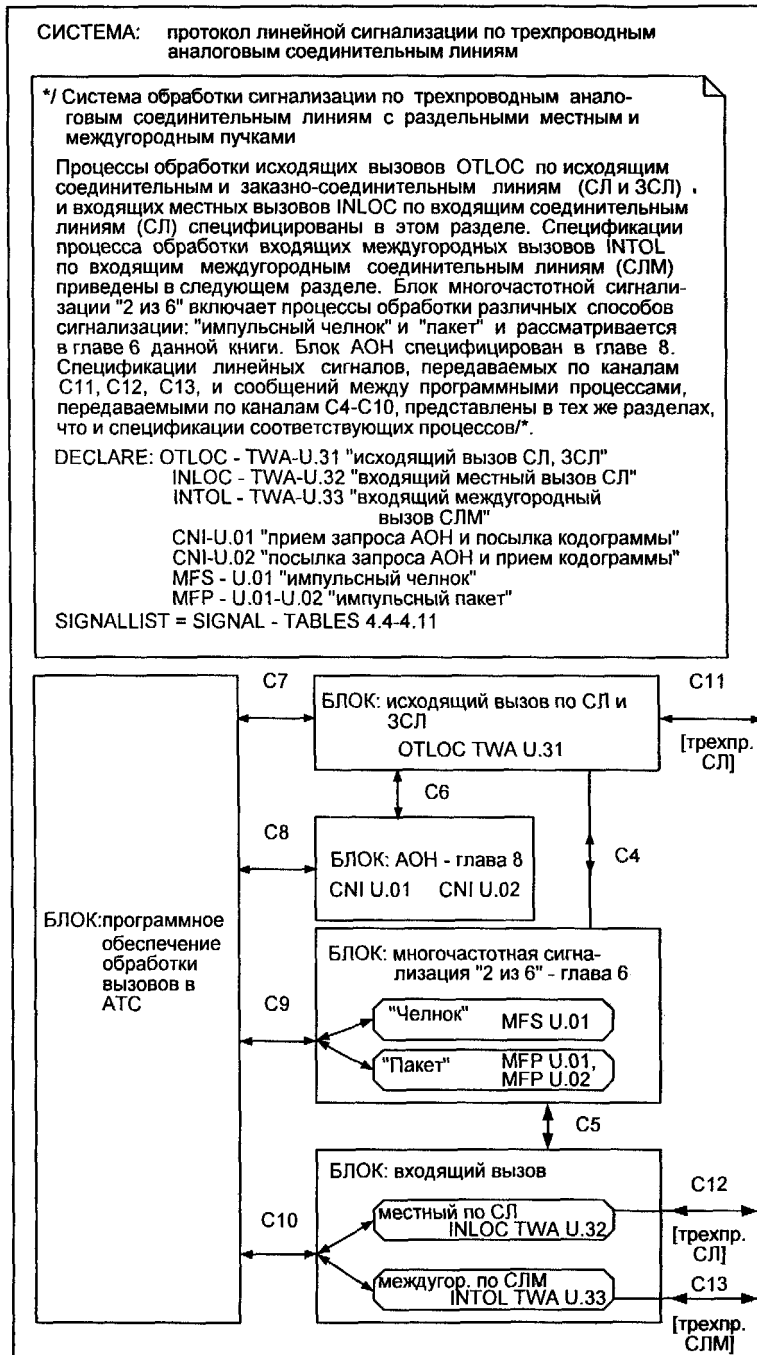


Рис. 4.3. Структура SDL-системы обработки линейной сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям

широкий разброс встречающихся на практике входных сопротивлений проводов на стороне входящих АТС различных типов. Тем самым эти значения иногда могут отличаться от значений, приведенных выше в таблице 4.3, составленной по [87], и от значений, приведенных ниже на рис.4.9. Этот рисунок построен согласно декларированному в начале параграфа прагматическому принципу, но для входящего вызова, а потому в определенном смысле является зеркальным отражением спецификаций на рис.4.4.

Используются следующие сокращения:

$R_{oa}, R_{ob}, R_{oc}$  -  $a, b, c$  - входное сопротивление проводов, исходящий конец

$R_{ia}, R_{ib}, R_{ic}$  -  $a, b, c$  - входное сопротивление проводов, входящий (приемный) конец.

Заметим, что входное сопротивление СЛ (на рисунках не показано) имеет значение в пределах от 0 до 1,5 кОм.

В исходном состоянии SO выбор нижней границы высокоомного входного сопротивления 20 кОм для подключенного к проводу  $c$  приемника на стороне исходящей АТС обусловлен режимом срабатывания низкоомного приемника сигнала «Занятие», подключенного к проводу  $c$  на стороне входящей АТС. Превышение верхней границы этого высокоомного входного сопротивления - 24 кОм также нецелесообразно из-за увеличения чувствительности к помехам и ложным срабатываниям для подключенного к проводу  $c$  приемника на стороне входящей АТС.

В исходном состоянии SO может быть осуществлен новый вызов и может быть принят сигнал «Блокировка» от встречной станции. При новом вызове сигнал «Занятие» посылается на местную или междугородную станцию. Время с момента занятия СЛ до начала передачи импульсов должно составлять не менее 400 мс, чтобы дать время входящей АТС/АМТС подготовиться к приему цифр.

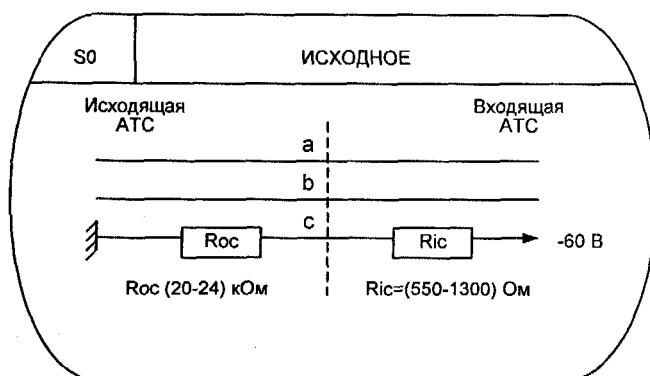


Рис. 4.4. а) исходное состояние SO для исходящей трехпроводной СЛ

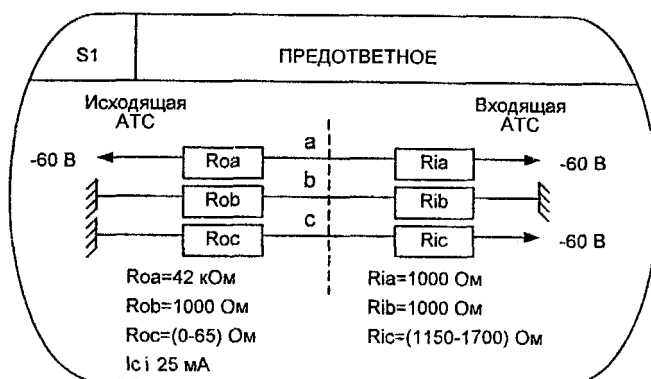


Рис. 4.4. б) предответное состояние S1

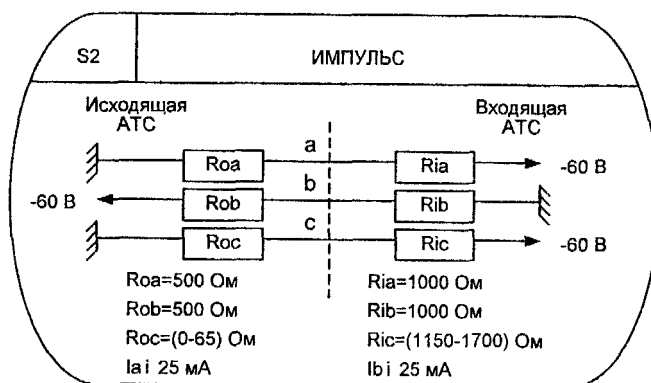
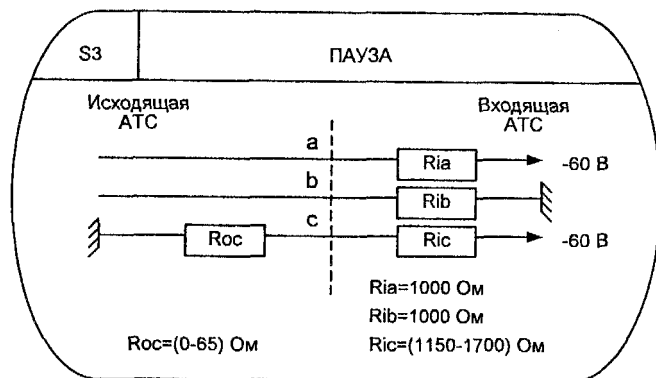


Рис. 4.4. в) состояние трансляции импульса S2



Примечание: Данное состояние полностью идентично на физическом уровне состоянию S4 - Межцифровой интервал при декадном наборе

Рис. 4.4. г) состояние трансляции паузы S3

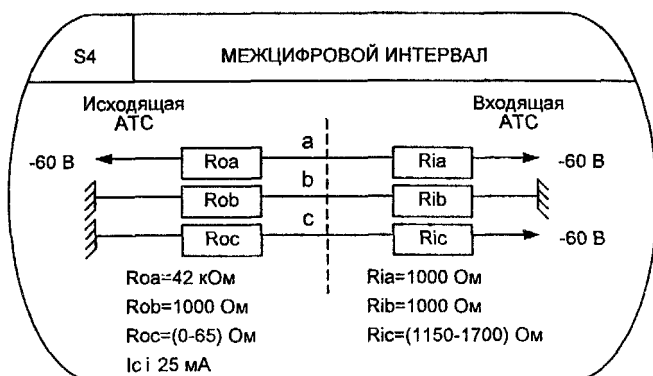


Рис. 4.4. д) состояние S4 межцифрового интервала при декадном наборе

В предответном состоянии S1 соединительная линия готова к передаче цифр набора номера. Состояние S1 также наступает после снятия ответа, если запрашивается информация АОН в процессе установления соединения. Предответное состояние может неоднократно возникать в процессе разговора.

Состояния S2, S3 и S4 характеризуются следующими временными параметрами: первая цифра передается после срабатывания выдержки времени 400 мс. Временное соотношение импульс/пауза для набора номера составляет 50 мс. После передачи цифры устанавливается таймер выдержки межцифрового интервала - 700 мс. Не разрешается передача новой цифры до тех пор, пока не прекратится действие таймера межцифрового интервала.

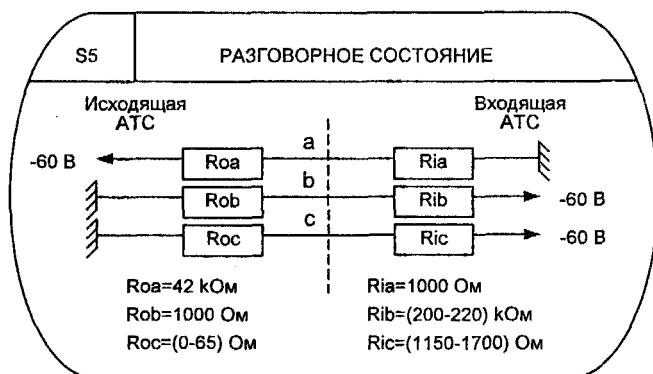


Рис. 4.4. е) разговорное состояние S5

При исходящем вызове к АМТС типов ARM-20 и ARE после занятия заказно-соединительной линии (ЗСЛ) к междугородной станции АМТС посылает сигнал «Ответ/запрос АОН». Дальнейшая передача импульсов набора невозможна до тех пор, пока АМТС не передаст сигнал «Снятие ответа», зуммер «Ответ станции» и повторно не наступит предответное состояние S 1.

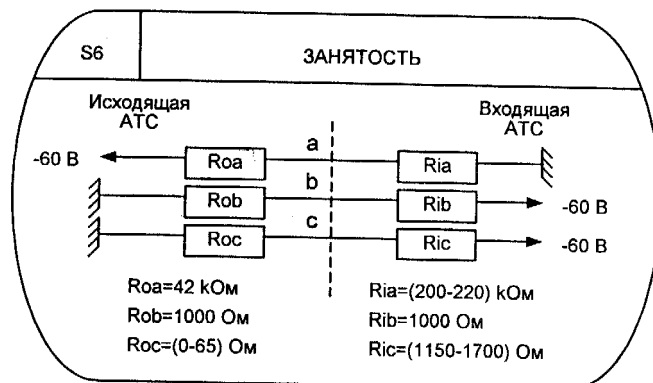


Рис. 4.4. ж) состояние S6 занятости вызываемого абонента

Сигнал «Ответ/запрос АОН» и соответствующий переход в разговорное состояние S5 могут быть после передачи «8» или после трансляции номера, а также неоднократно в процессе обработки исходящего вызова.

Линейный сигнал «Б занят» вместе с зуммером «Занято» принимается в случае занятости вызываемого абонента, а также в случае отбоя вызываемого абонента. При неуспешной передаче информации АОН с АМТС транслируется только зуммер «Занято». В ответ на это с исходящей АТС посылается сигнал «Разъединение» и соединительная линия освобождается.

Таймер выдержки времени непроизводительного занятия используется для защиты СЛ от нахождения ее в состоянии, когда она занята, но нет ответа абонента Б или отбоя абонента А. При срабатывании этой выдержки времени разговорный тракт между телефонным аппаратом абонента А и СЛ разрушается и в линию передается сигнал «Разъединение».

При запросе АОН в ответном состоянии встречная АТС должна изменить состояние СЛ с ответного на предответное. Это осуществляется передачей сигнала «Снятие ответа».

После приема этого сигнала устанавливается таймер непроизводительного занятия и СЛ переходит в предответное состояние. От АМТС всегда передается сигнал «Снятие ответа» после завершения приема информации АОН. От местной АТС сигнал «Снятие ответа» после завершения приема информации АОН необязателен.

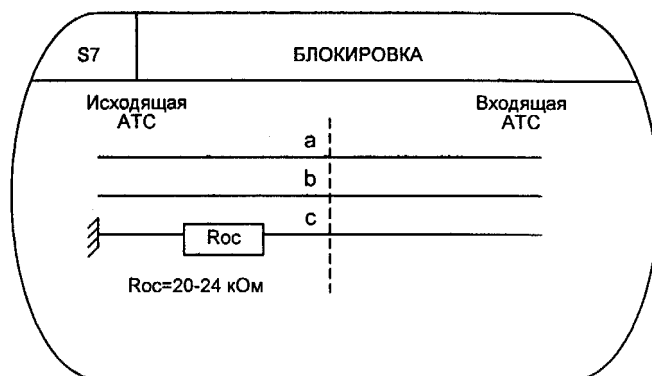


Рис. 4.4. з) состояние S7 блокировки и ожидания сигнала «Контроль исходного состояния» (КИС) исходящей трехпроводной СЛ

После получения от входящей местной АТС или от входящей АМТС сигнала «Блокировка» данная исходящая СЛ или ЗСЛ блокируется от новых попыток ее занятия. Она не может быть занята до тех пор, пока не будет получен сигнал «Контроль исходного состояния».

На рис. 4.5 представлены примеры включения исходящих трехпроводных физических линий в различные типы входящих АТС. На этом рисунке показаны следующие типы комплектов: ПКВ - подключающий комплект входящих регистров АТСК для связи по трехпроводным СЛ от декадно-шаговых АТС. Выполняет подключение к СЛ входящего регистра (Рег.вх.) для приема импульсов набора номера в декадном коде и их передачу многочастотным кодом «2 из 6» в приборы АТСК. РСЛВ-3 -входящий комплект координатной АТС для входящей связи от другой координатной АТС, оборудованной комплектом РСЛИ-3. Принимает сигналы «Занятие» и «Разъединение» по проводу с, а также контролирует исходное состояние СЛ и приборов АТС.

Аналогичные функции выполняют комплекты РСЛМП и РСЛВ-БЗ в координатной подстанции ПСК-1000 и в сельской координатной станции АТСК100/2000, соответственно.

Блок-схема процесса ОТЛОС обработки сигнализации по аналоговой трехпроводной СЛ (ОТЛОС ТВА U.31) представлена на рис. 4.6.

В случае местного соединения в прямом направлении (канал С11 на рис.4.3 и С 11.1 на рис.4.6) передаются сигналы «Занятие», «Разъединение», «Импульс/пауза». При использовании на ГТС принципа двухстороннего отбоя этот список может также быть дополнен сигналом «Отбой А» (отбой вызывающего абонента). Эти сигналы, являющиеся внешними Исходящими сигналами для процесса ОТЛОС, приведены в таблице 4.4.

В обратном направлении (канал СИ на рис. 4.3 и канал С 11.2 на рис. 4.6) передаются сигналы «Ответ/Запрос АОН», «Занятость/Отбой Б», «Блокировка», «Контроль исходного состояния канала (КИС)», снятие сигнала «Ответ/Запрос АОН». Эти сигналы, являющиеся внешними входящими сигналами для процесса ОТЛОС, приведены в таблице 4.5.

Сообщения от программного обеспечения обработки вызовов к процессу ОТЛОС приведены в таблице 4.6, а сообщения в обратном направлении — в таблице 4.7.

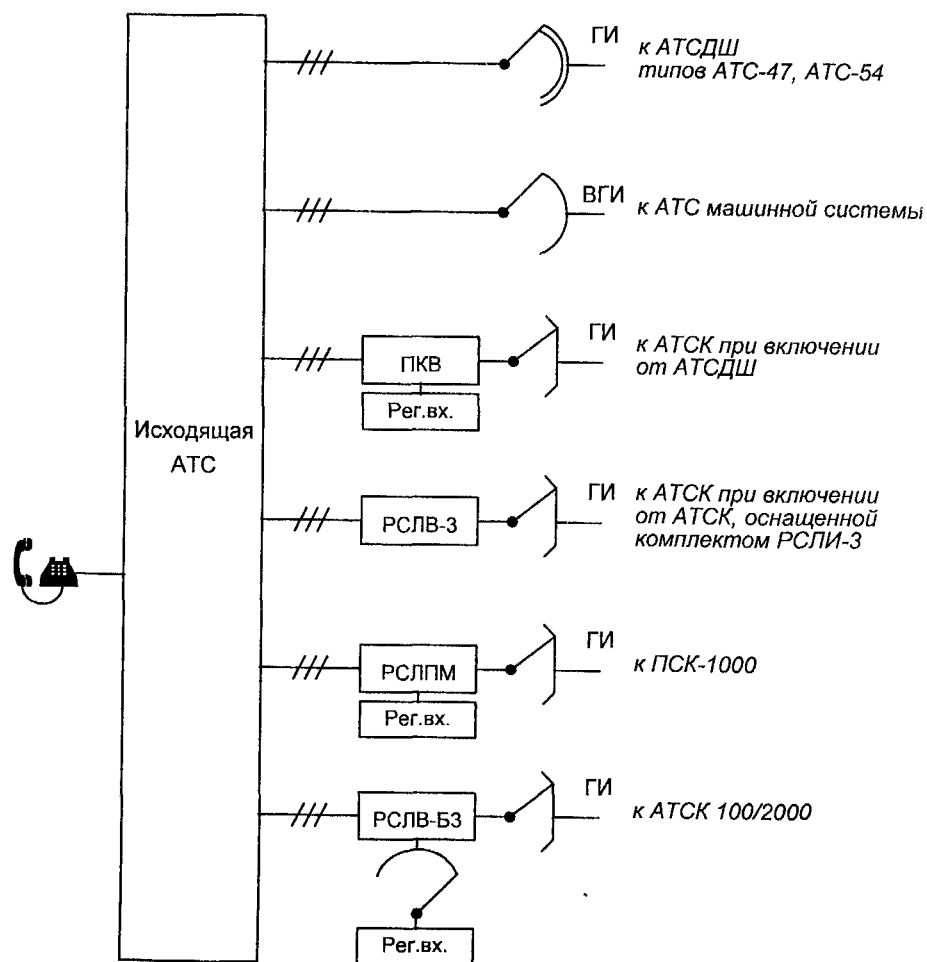


Рис. 4.5. Варианты включения исходящих трехпроводных СЛ в АТС различных типов

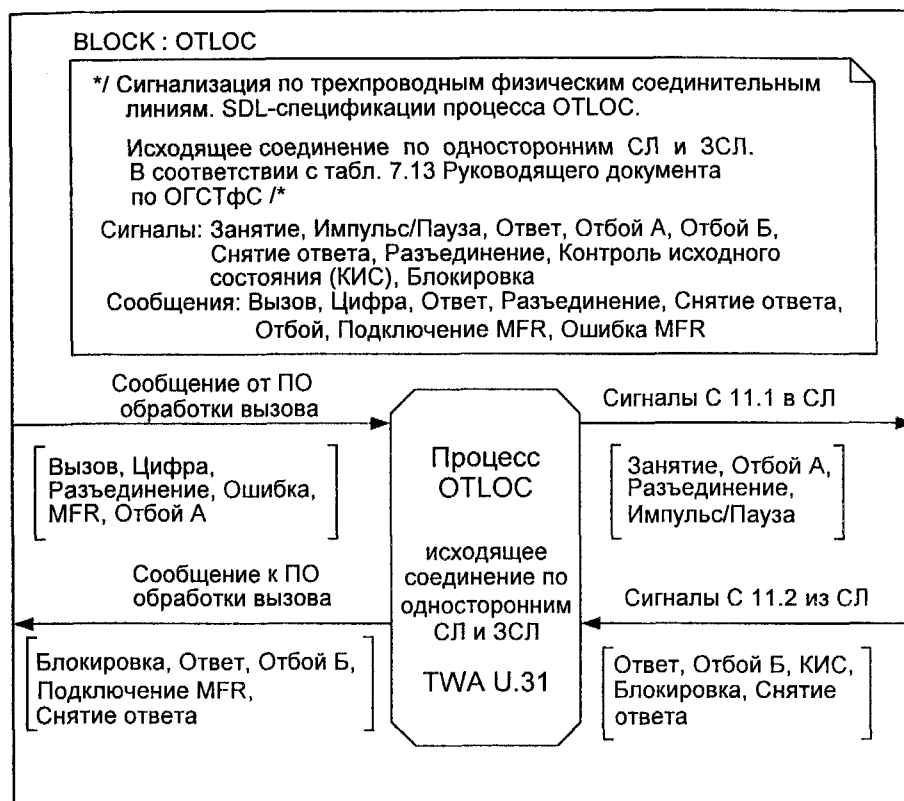


Рис. 4.6. Блок-схема процесса обработки сигнализации по аналоговой трехпроводной СЛ при исходящем соединении

Таблица 4.4. Сигналы С 11.1, передаваемые в сторону трехпроводной СЛ или ЗСЛ от процесса OTLOC при исходящем соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	→	ЗАНЯТИЕ	Плюс на проводе <i>c</i>	Передается при появлении нового вызова
2		НАБОР НОМЕРА: импульс пауза межцифровой интервал	Плюс на проводе <i>a</i> минус на проводе <i>b</i> плюс на проводах <i>a</i> и <i>b</i>	Время передачи импульса - 50 мс. Время передачи паузы - 50 мс. Длительность межцифрового интервала - 700 мс
3	→	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	Высокое входное сопротивление на проводе <i>c</i>	Передается в случае освобождения исходящей СЛ (отбой А и др.)



Таблица 4.5. Сигналы, принимаемые в ОТЛОС со стороны трехпроводной СЛ или ЗСЛ при исходящем соединении

№	Напр. <sup>0</sup> сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	←	ОТВЕТ/ ЗАПРОС АОН	Плюс на проводе <i>a</i>	Если этот сигнал сопровождается частотой 500 Гц, то он должен обрабатываться как запрос информации АОН. Время распознавания сигнала 70-90 мс. Приемник 500 Гц должен быть готов к приему частотного сигнала через 10 мс после получения линейного сигнала "Ответ"
2	←	СНЯТИЕ ЗАПРОСА АОН	Минус на проводе <i>a</i>	
3	←	ЗАНЯТОСТЬ/ ОТБОИ Б	Минус на проводе <i>b</i>	Передается со стороны входящей станции в случае, если абонент Б недоступен, занят или в случае сбоя в процессе установления соединения, а также если абонент Б вещает трубку в процессе разговора
4	←	БЛОКИРОВКА	Высокое входное сопротивление на проводе <i>c</i>	Передается на исходящую станцию в случае блокировки линии на входящей станции
5	←	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ (КИС)	Минус на проводе <i>c</i>	Сигнал передается входящей станцией после получения "Разъединения" и освобождения соединительной линии и оборудования

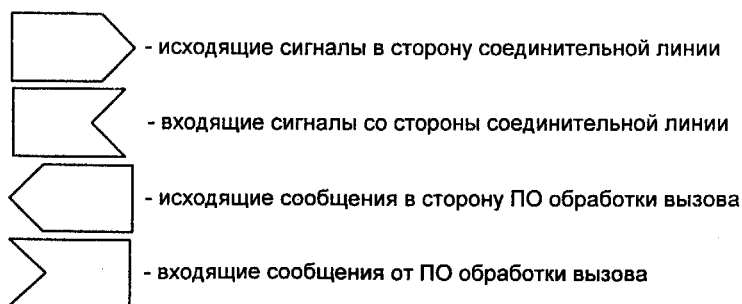
## Сообщения от ПО обработки вызова к ОТЛОС

№	Название сообщения	Комментарии
1	ВЫЗОВ	Команда на занятие исходящей трехпроводной СЛ
2	ЦИФРА	Цифра номера абонента Б для трансляции декадным кодом
3	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	
4	ОШИБКА MFR	Ошибка при многочастотном обмене

Таблица 4.7. Сообщения к ПО обработки вызова от процесса ОТЛОС

№	Название сообщения	Комментарии
1	ОТВЕТ Б	Ответ абонента Б или запрос информации АОН
2	СНЯТИЕ "ОТВЕТА"	Снятие "Ответа" или снятие запроса АОН
3	Б ЗАНЯТ	Абонент Б занят или недоступен
4	ОТБОЙ Б	Отбой абонента Б
5	БЛОКИРОВКА	Блокировка
6	ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ	Переход в исходное состояние после передачи разъединения или после снятия блокировки
7	ПОДКЛЮЧЕНИЕ MFR	Подключение многочастотного приемопередатчика для передачи цифр номера абонента Б методом "импульсный челнок"

На рис. 4.7 представлена диаграмма процесса ОТЛОС на языке SDL. На SDL-диаграмме процесса ОТЛОС на рис. 4.6 приняты следующие направления входящих/исходящих сигналов:



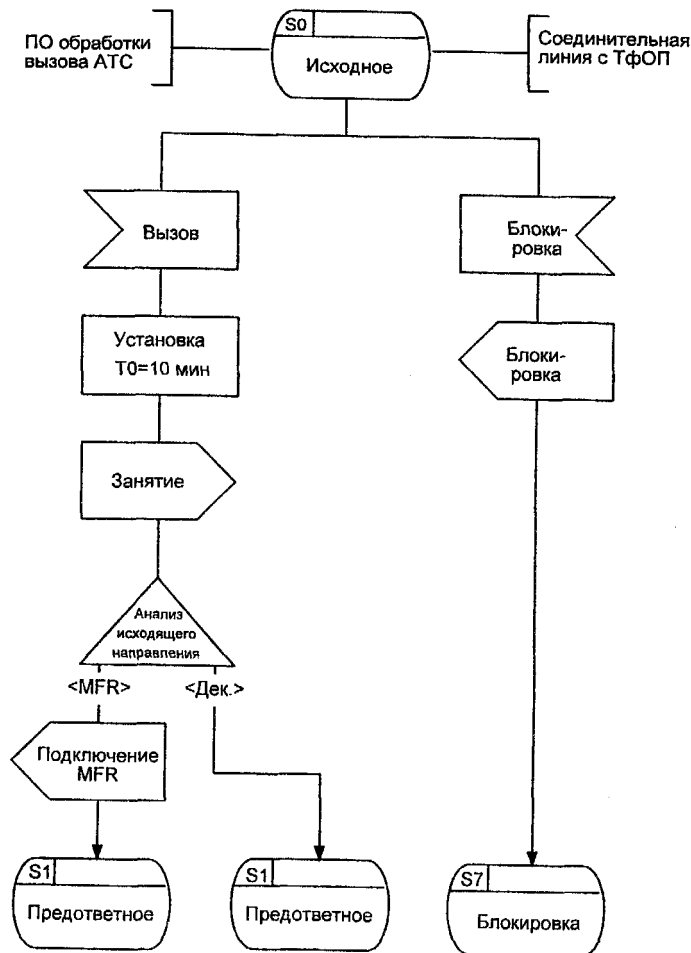


Рис. 4.7. SDL-диаграмма процесса OTLOC TWAU.31 (стр. 1 из 3) В процессе используются следующие тайм-ауты:

$T_0 = 10$  мин - время непроизводительного занятия исходящей СЛ.  $T_1 = 700$  мс - межцифровой интервал при декадном наборе номера,  $T_2 = 50$  мс - длительности импульсов и пауз при декадном наборе номера.

В исходном состоянии по команде от программного обеспечения АТС о появлении нового вызова устанавливается тайм-аут  $T_0$ , равный 10 минутам и представляющий собой временное ограничение непродуктивного занятия разговорного канала, и посылается сигнал «Занятие» в сторону входящей АТС.

Читатель, вероятно, уже обратил внимание на отсутствие в SDL-диаграмме процесса OTLOC TWA U.31 на рис.4.7 состояния ожидания подтверждения занятия, которое имеется в аналогичной SDL-диаграмме про-

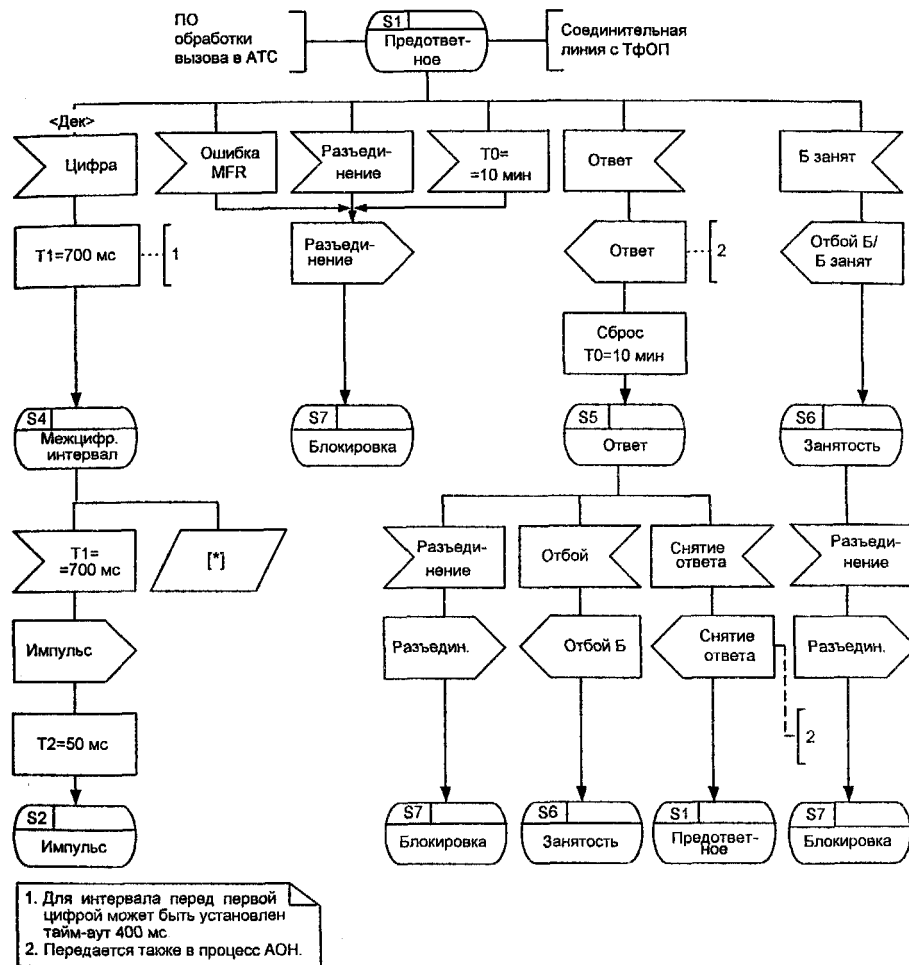


Рис. 4.7. SDL-диаграмма процесса OTLOC TWA U.31 (стр. 2 из 3) процесса OTLOC CAS U.21 на рис.3.6. Это связано с определенными затруднениями для современных цифровых АТС в определении сигнала «Подтверждение занятия» в исходящей трехпроводной СЛ.

Компенсацией отсутствия этой процедуры является вводимый тайм-аут перед трансляцией первого импульса первой цифры декадного набора номера или перед передачей первой цифры номера многочастотным способом в коде «2 из 6» методом «импульсный челнок» (глава б).

В первом случае цифры номера поступают от программного обеспечения исходящей АТС в описываемый здесь процесс OTLOC для трансляции импульсов и пауз по обоим проводам *a* и *b*. Трансляция каждой цифры (включая и первую цифру номера) начинается с межцифрового интервала. Длительность межцифрового интервала  $T_2=700$  мс, причем для интервала перед первой цифрой эту величину можно уменьшить до

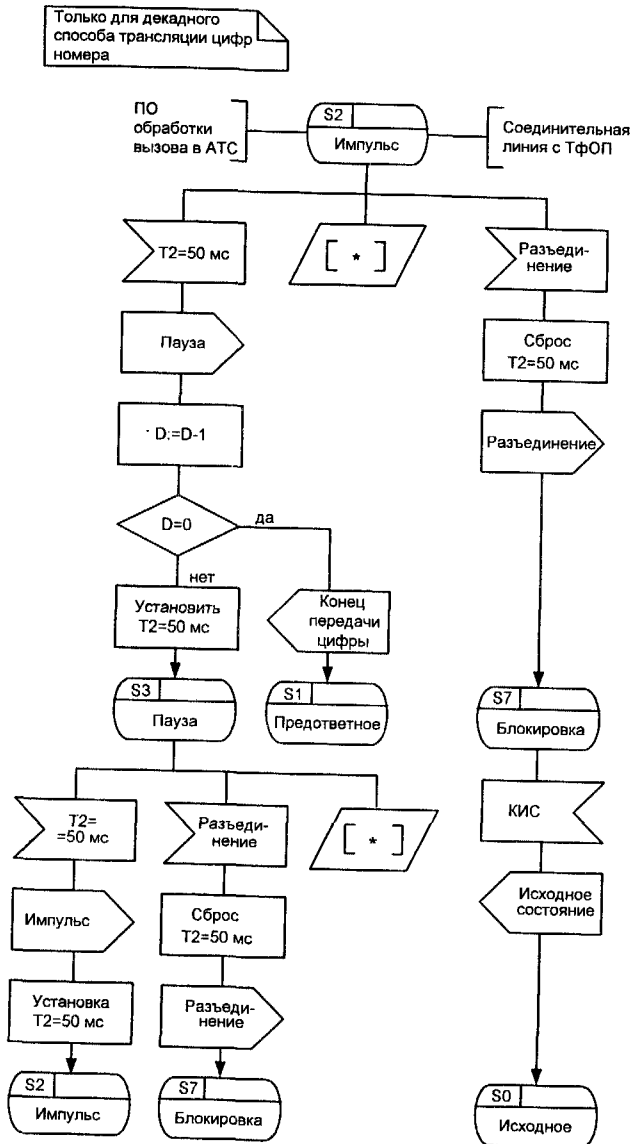


Рис. 4.7. SDL-диаграмма процесса OTLOC TWA U.31 (стр. 3 из 3)

400 мс. После этого трансляция импульсов и пауз набора номера осуществляется с длительностью 50 мс.

Во втором случае направляется сообщение в ПО о подключении соответствующего многочастотного передатчика MFR и также осуществляется переход в предответное состояние S1.

В этом состоянии S1 возможно появление сообщений от программного обеспечения исходящей АТС, связанных либо с ошибкой MFR, либо

с отбоем вызывающего абонента А, либо со срабатыванием тайм-аута ограничения непродуктивного занятия линии. Во всех трех случаях направляется сигнал «Разъединение» путем установки высокоомного входного сопротивления 20-24 кОм на проводе *c*, после чего ожидается сигнал «Контроль исходного состояния». В предответном состоянии возможно также появление сигнала «Занятость/Отбой Б» (плюс по *a* через 200 кОм и минус по *b* через 1 кОм), после чего осуществляется переход в состояние занятости S6 с последующей посылкой сигнала «Разъединение» в сторону входящей АТС (высокоомное сопротивление 20-24 кОм на проводе *c*) и переход в вышеупомянутое состояние ожидания контроля исходного состояния.

Другой поступающий в предответном состоянии сигнал «Ответ/Запрос АОН» (плюс по *я* через 1 кОм) инициирует подключение процесса АОН, включающего соответствующий приемник 500 Гц на предмет выяснения ситуации: является ли данный сигнал запросом АОН или реальным ответом абонента Б (глава 8). В первом случае в разговорном состоянии S5 после обработки сигнала запроса АОН и передачи кодограммы категории и номера абонента А, как правило, происходит снятие ответа (минус по проводу *я*), возвращающего данный процесс ОТЛОС в предответное состояние S1.

В случае реального сигнала «Ответ» выход из состояния S5 осуществляется либо в случае отбоя абонента Б, о чем свидетельствует появление линейного сигнала «Отбой Б» (плюс по *я* через 200 кОм и минус по *b* через 1 кОм) и переход в состояние занятости S6, либо когда вызывающий абонент А вешает трубку. В последнем случае приходит сообщение о разъединении от ПО исходящей АТС, согласно которому в исходящую трехпроводную СЛ направляется линейный сигнал «Разъединение» (высокоомное сопротивление 20-24 кОм на проводе *c*), и процесс переходит в состояние блокировки S7 вплоть до прихода сигнала «Контроль исходного состояния» (КИС).

Если используется принцип двухстороннего отбоя, то в случае отбоя абонента А приходит сообщение «Отбой А» и в линию передается сигнал «Отбой А» путем установки минуса через 1 кОм на проводе *я*.

Спецификации INLOC TWA U.32 начинаются с физических состояний, представленных на рис.4-8.

Процесс INLOC имеет следующие состояния:

- S0 - исходное состояние,
- S1 - предответное состояние,
- S2 - состояние приема импульса при декадном наборе,
- S3 - состояние приема паузы при декадном наборе,
- S5 - разговорное состояние при ответе абонента Б,

- S6 - занятость (ожидание разъединения),
- S7 - состояние блокировки канала,
- S8 - отбой А (при двухстороннем отбое),
- S9 - распознавание разъединения.

В исходном состоянии SO входящая АТС поддерживает -60 В через 500 Ом на проводе с и открытые состояния проводов я и А. На исходящей АТС провод с через сопротивление не ниже 3.7 кОм подключен к земле, а состояния проводов я и Б значения не имеют.

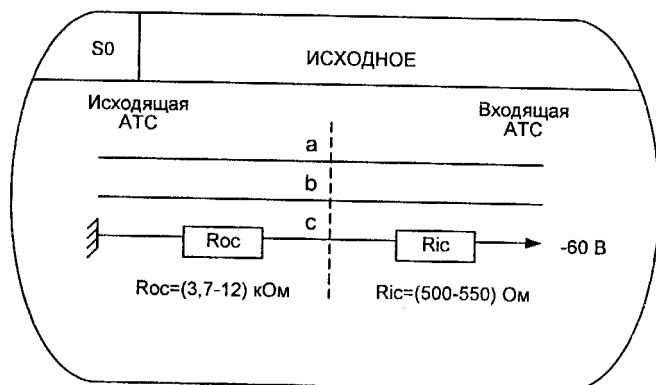


Рис. 4.8. а) исходное состояние SO при входящем местном вызове

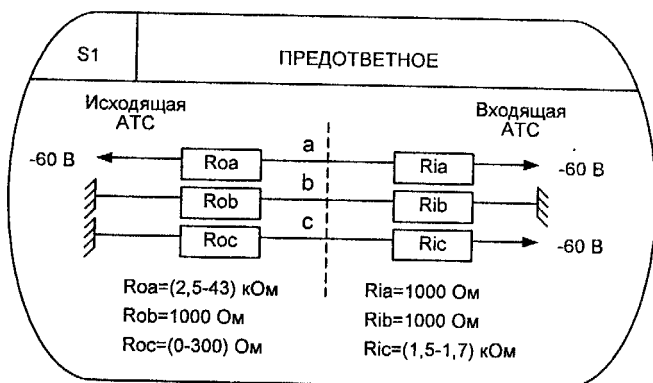


Рис. 4.8. б) предответное состояние S1 при входящем местном вызове

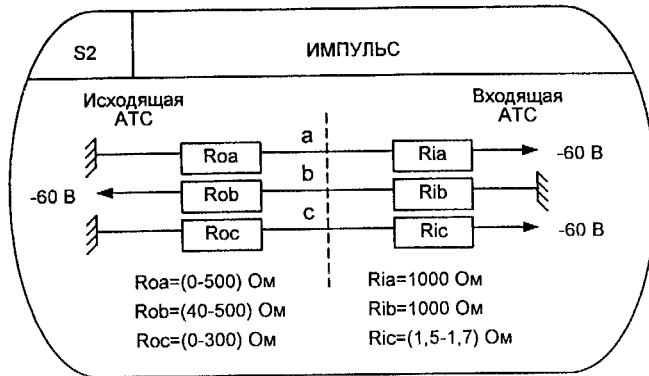
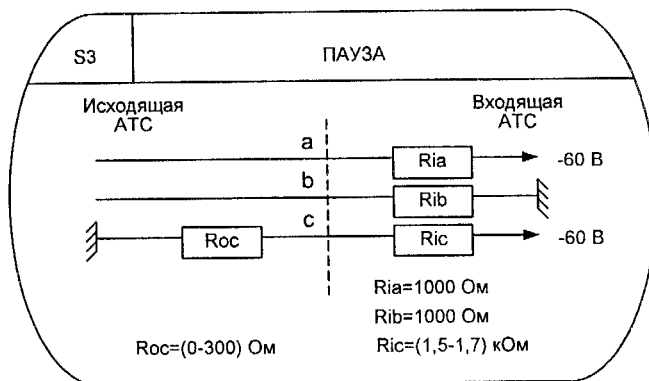


Рис. 4.8. в) состояние приема импульса S2 при входящем местном вызове



Примечание: Данное состояние полностью идентично на физическом уровне состоянию межцифрового интервала при декадном наборе S4

Рис. 4.8. г) состояние приема паузы S3 при входящем местном вызове

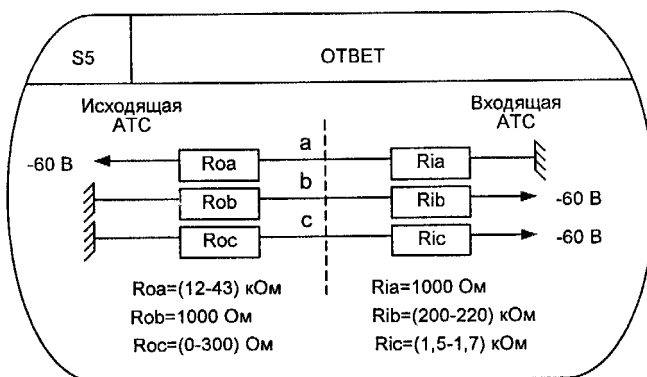


Рис. 4.8. д) разговорное состояние S5 при входящем местном вызове



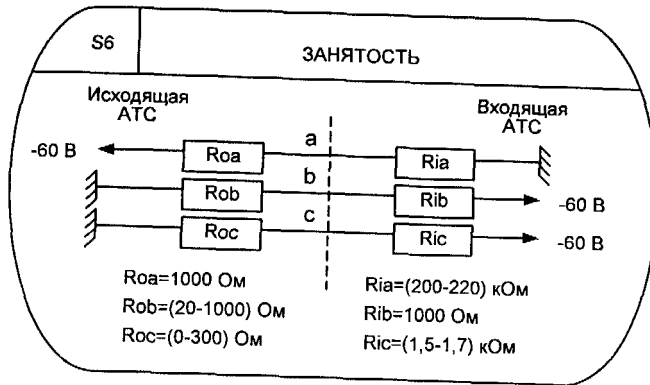


Рис. 4.8. е) состояние S6 занятости вызываемого абонента при входящем местном вызове

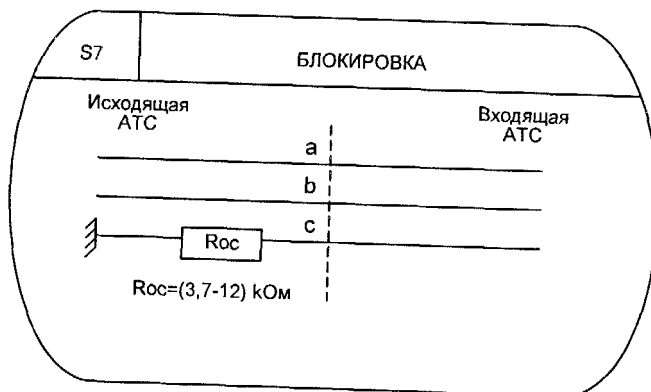


Рис. 4.8. ж) состояние S7 блокировки и ожидания сигнала «Контроль исходного состояния» (КИС) при входящем местном вызове

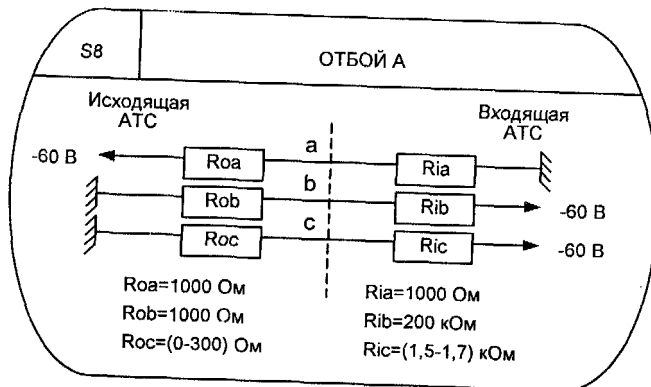
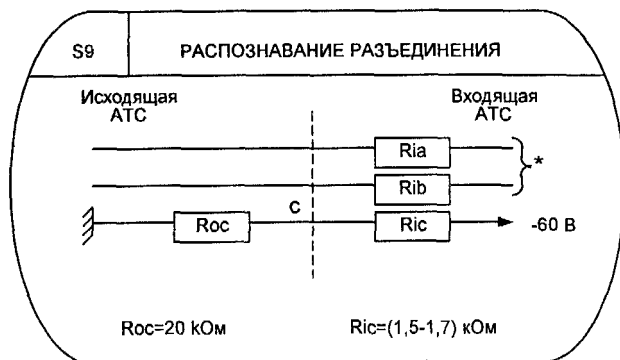


Рис. 4.8. з) состояние S8 отбоя вызывающего абонента при входящем местном вызове



*) может соответствовать любому из предыдущих состояний*

Рис. 4.8. и) состояние S9 распознавания разъединения

Варианты подключений входящих трехпроводных физических линий в различные типы исходящих АТС представлены на рис. 4.9. На рисунке показаны следующие типы комплектов:

РСЛ-3 используется в исходящих СЛ декадно-шаговых АТС типов АТС-47 и АТС-54 при сопротивлении провода с в пределах от 700 Ом до 15000м.

РСЛ п/о используется для связи от координатных АТС и декадно-шаговых АТС-47, АТС-54 к АТС машинной системы. Комплект жестко связан с регистром промоборудования и транслирует сигналы взаимодействия в виде, определяемом машинной АТС.

ИКЗСЛ используется для исходящей связи по заказно-соединительным трехпроводным линиям, устанавливается на исходящем конце и выполняет подключение промрегистра, который осуществляет прием импульсов набора. После отключения регистра разговорные провода подключаются к СЛ.

РСЛИ-3 - исходящий комплект координатной АТС для исходящей связи к другой координатной АТС, оборудованной комплектом РСЛВ-3. Передает сигналы «Занятие» и «Разъединение» по проводу с, а также контролирует исходное состояние СЛ и приборов АТС.

ВК используется для связи от АТС машинной системы к АТСК, АТС-47, АТС-54 и транслирует сигналы управления и взаимодействия машинной АТС в трехпроводной СЛ.

Обработка входящего местного вызова по трехпроводным соединительным линиям осуществляется блоком 1NLOC, состоящим из одного одноименного процесса 1NLOC, спецификация которого также приведена в этом разделе. Структура блока обработки входящих местных вызовов 1NLOC представлена на рис.4.10.

Изменения физических параметров проводов **a**, **Б** и **с**, формирующие соответствующие линейные сигналы процесса 1NLOC TWA LJ.32 (канал С12 на рис.4.3, а также каналы С 12.1 и С12.2 на рис.4.10), представлены

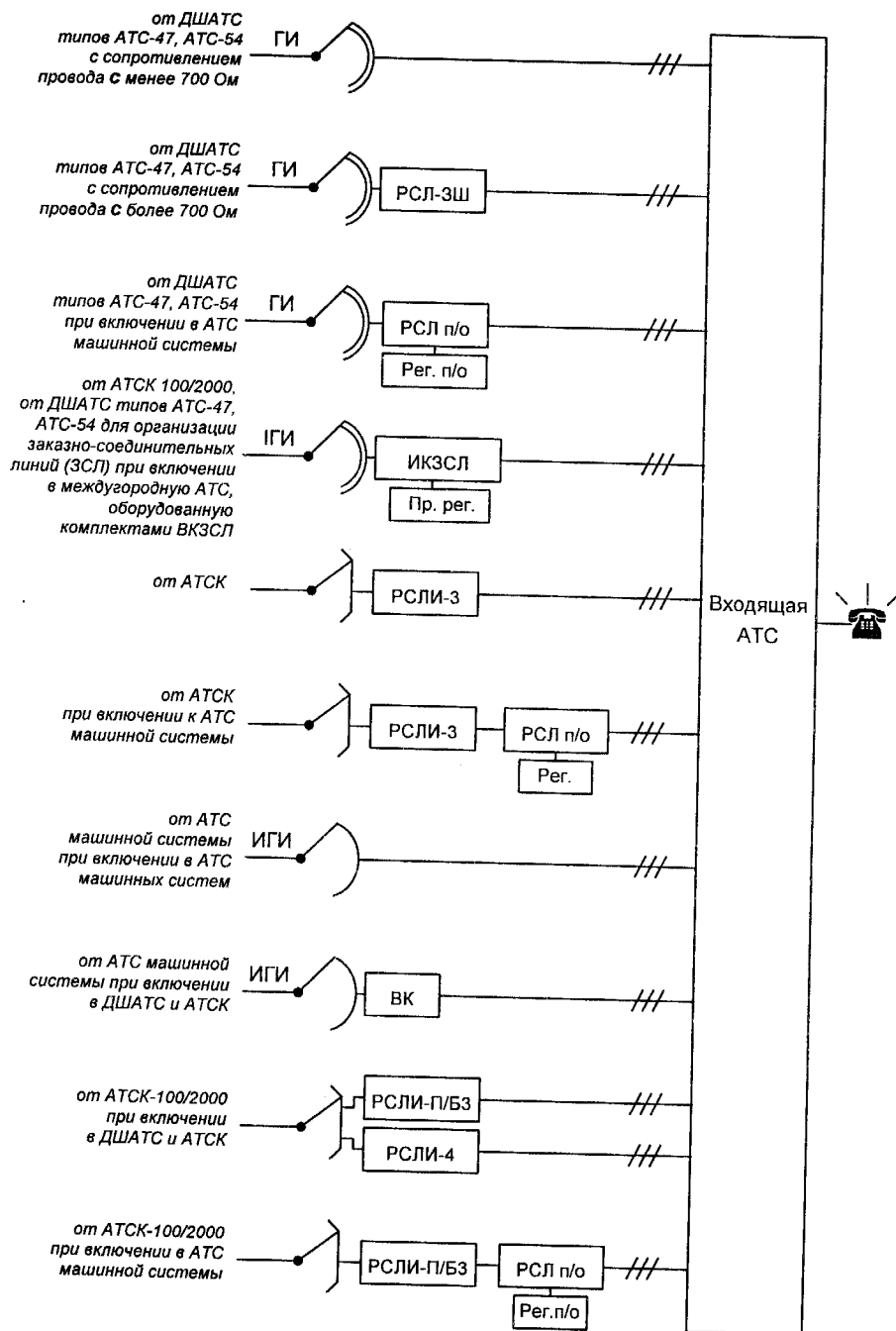


Рис. 4.9. Варианты подключения входящих трехпроводных СЛ от АТС различных типов

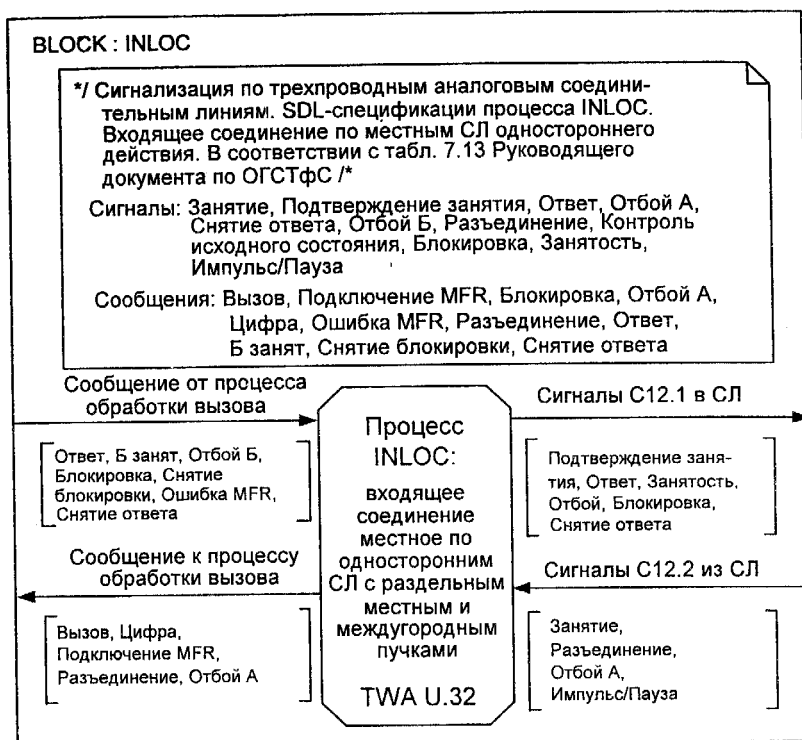


Рис. 4.10. Обработка входящего местного вызова INLOC TWA U.32

на рис.4.8. Формируемые таким образом линейные сигналы объединены в две группы: «Занятие», «Разъединение», «Импульс/Пауза», «Отбой А» (вызывающего абонента) в прямом направлении и сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ», «Занятость/Отбой Б», «Блокировка», «Снятие ответа», «Контроль исходного состояния канала (КИС)» в обратном направлении. Описания этих сигналов для процесса INLOC представлены в таблицах 4.8 и 4.9.

Сообщения от программного обеспечения (ПО) обработки вызовов к процессу INLOC приведены в таблице 4.10, а сообщения в обратном направлении - в таблице 4.11.

На рис.4.11 представлена диаграмма процесса INLOC на языке SDL.

В процессе INLOC используются следующие значения тайм-аутов;

T1 = 20 с - ожидание следующей цифры,

T2= 150 мс - максимальная длительность принимаемых импульса или паузы при декадном наборе номера,

T3 = 200 мс - время распознавания разъединения.

На SDL-диаграмме процесса INLOC на рис. 4.11 приняты те же направления входящих/исходящих сигналов, что и в случае процесса OTLOC на рис. 4.6.

В исходном состоянии процесса обработки входящего местного вызова INLOC ожидается появление плюса на проводе *c*, соответствующего линейному сигналу «Занятие». При этом направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС о появлении нового вызова и осуществляется подготовка к приему цифр номера вызываемого абонента. В случае использования в данном входящем направлении многочастотной сигнализации «импульсный челнок» в коде «2 из 6» направляется сообщение в ПО обработки вызова о подключении приемопередатчика многочастотной сигнализации. При использовании декадного способа передачи цифр номера взводится тайм-аут T1, равный 20 с, ограничивающий ожидание первого импульса набора номера, и осуществляется переход в предответное состояние S 1.

В исходном состоянии возможно появление команды от ПО обработки вызова «Блокировка», во исполнение которой устанавливается высокое сопротивление на проводе *c*, означающее линейный сигнал «Блокировка». Процесс переходит в состояние блокировки S7, из которого выйти можно только по команде от ПО входящей АТС «Снятие блокировки», после чего линейный сигнал «Блокировка» сменяется линейным сигналом «Контроль исходного состояния» (минус на проводе *c*) и процесс возвращается в исходное состояние SO.

Таблица 4.8. Сигналы С12.1, принимаемые INLOC со стороны трехпроводной соединительной линии при местном входящем соединении

М	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	—>	ЗАНЯТИЕ	Плюс на проводе <i>c</i>	Время распознавания 14-20 мс
2	—>	НАБОР НОМЕРА: импульс пауза междиффровой интервал	Плюс па проводе <i>a</i> высокоомные входы на проводах <b>a</b> и <b>b</b>	Импульс (пауза) должен быть принят, если его длительность находится в пределах 16 - 120 мс. Принимается с длительностью более 250 мс
3	—>	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	Высокое входное сопротивление на проводе <i>c</i>	Может быть принят на любом этапе соединения. Время распознавания 120-500 мс
4	-->	ОТБОЙ А	Минус на проводе <i>a</i> , плюс на проводе <i>b</i>	Может быть принят, если встречная АТС реализует систему с двухсторонним отбоем. Время распознавания 200 мс

Таблица 4.9. Сигналы С 12.2, передаваемые INLOC в сторону трехпроводной соединительной линии при входящем местном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	<—	ОТВЕТ	Плюс на проводе <i>a</i>	Сигнал передается при ответе абонента или в случае запроса информации АОН
2	<---	ЗАНЯТОСТЬ/ ОТБОЙ Б	Минус на проводе <i>b</i>	Передается в случае занятости абонентской линии, при сбое в процессе установления соединения или если абонент Б вешает трубку во время разговора
3	<—	БЛОКИРОВКА	Высокое входное сопротивление на проводе <i>c</i>	Передается для невозможности занятия линии со стороны исходящей АТС
4	<—	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО состояния	Минус на проводе <i>c</i>	Передается в ответ на разъединение при освобождении СЛ и оборудования АТС, т.е. когда АТС готова к приему нового "Занятия"
5	<—	СНЯТИЕ ОТВЕТА	Минус на проводе <i>я</i>	

Таблица 4.11. Сообщения от ПО обработки вызова к процессу INLOC

№	Название сообщения	Комментарии
1	ОТВЕТ Б	Ответ абонента или запрос АОН
2	СНЯТИЕ ОТВЕТА	
3	Б ЗАНЯТ	Абонент занят или недоступен
4	ОТБОЙ	
5	БЛОКИРОВКА	Блокировка СЛ со стороны оператора
6	СНЯТИЕ БЛОКИРОВКИ	
7	ОШИБКА MFR	Ошибка частотного обмена

Таблица 4.11. Сообщения от ПО обработки вызова к процессу INLOC

№	Название сообщения	Комментарии
1	НОВЫЙ ВЫЗОВ	
2	ЦИФРА	Первая цифра может поступить через 240 мс после "Занятия"
3	ПОДКЛЮЧЕНИЕ MFR	Подключение многочастотного приемопередатчика для приема номера в многочастотном коде "импульсный челнок"
4	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	

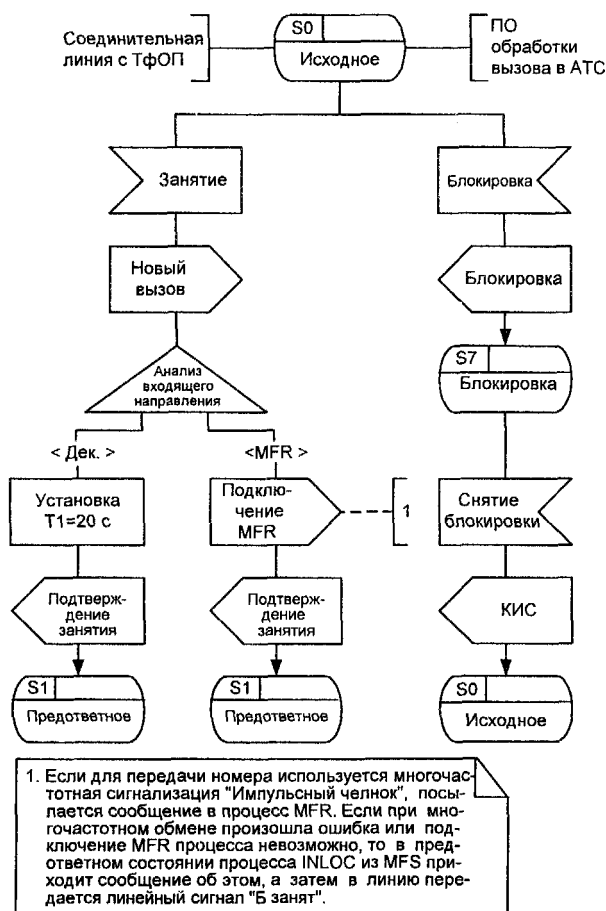


Рис. 4.11. SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 1 из 4)

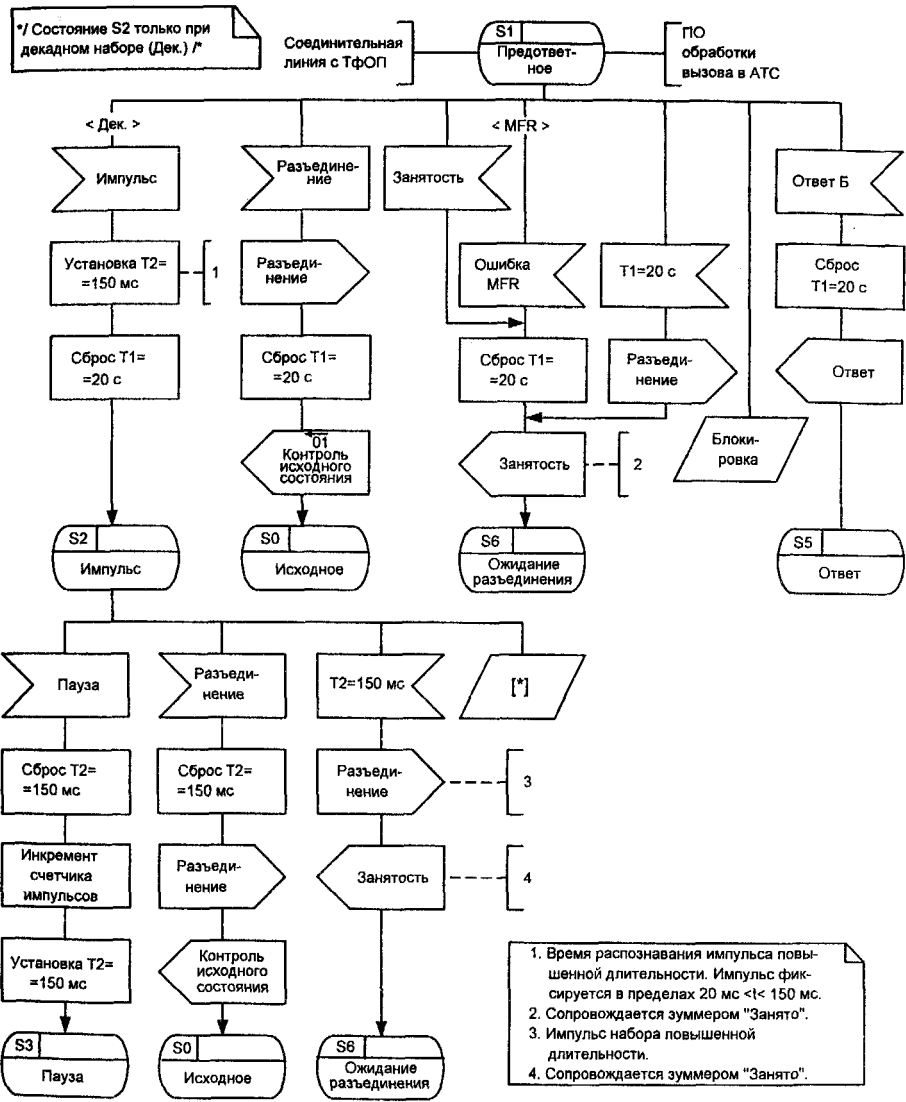


Рис. 4.11. SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 2 из 4)

В предответном состоянии возможно появление плюса на проводе *a*, означающего импульс цифры набора номера, при появлении которого устанавливается тайм-аут T2, равный 150 мс, для анализа наличия импульса повышенной длительности, находящегося за пределами 20-150 мс, а также сбрасывается тайм-аут T2=20 с. Процесс при этом переходит в состояние импульса S2. Другим возможным событием является сигнал «Разъединение» (плюс на проводе с через 20 кОм), в результате которого



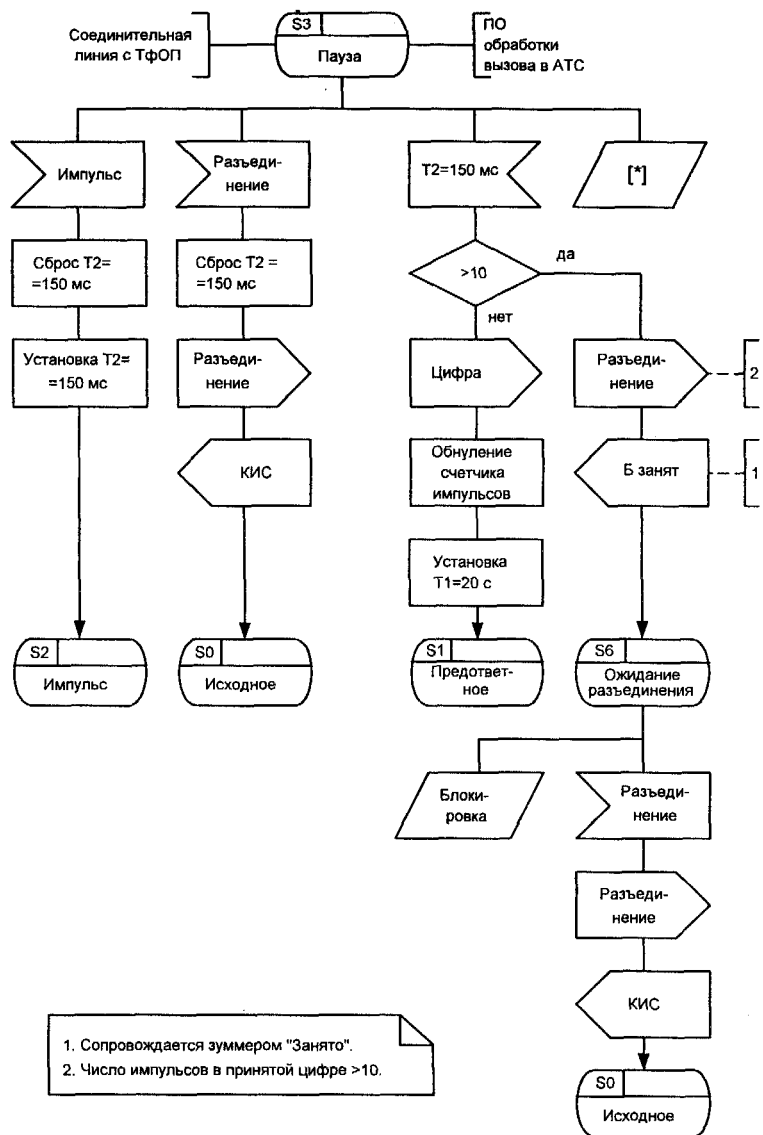


Рис. 4.11. SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 3 из 4)  
 направляется сообщение о разъединении в ПО обработки вызова АТС, сбрасывается тайм-аут ожидания цифр набора номера T1, равный 20 с, в трехпроводную СЛ посылается сигнал КИС «Контроль исходного состояния», а процесс возвращается в исходное состояние S0.

Появление сигнала «Разъединение» возможно и в состояниях S2 импульса паузы S3. При этом обработка сигнала практически идентична обработке в предответном состоянии S1. Отличие заключается только в необходимости сброса тайм-аута T2, равного 150 мс.

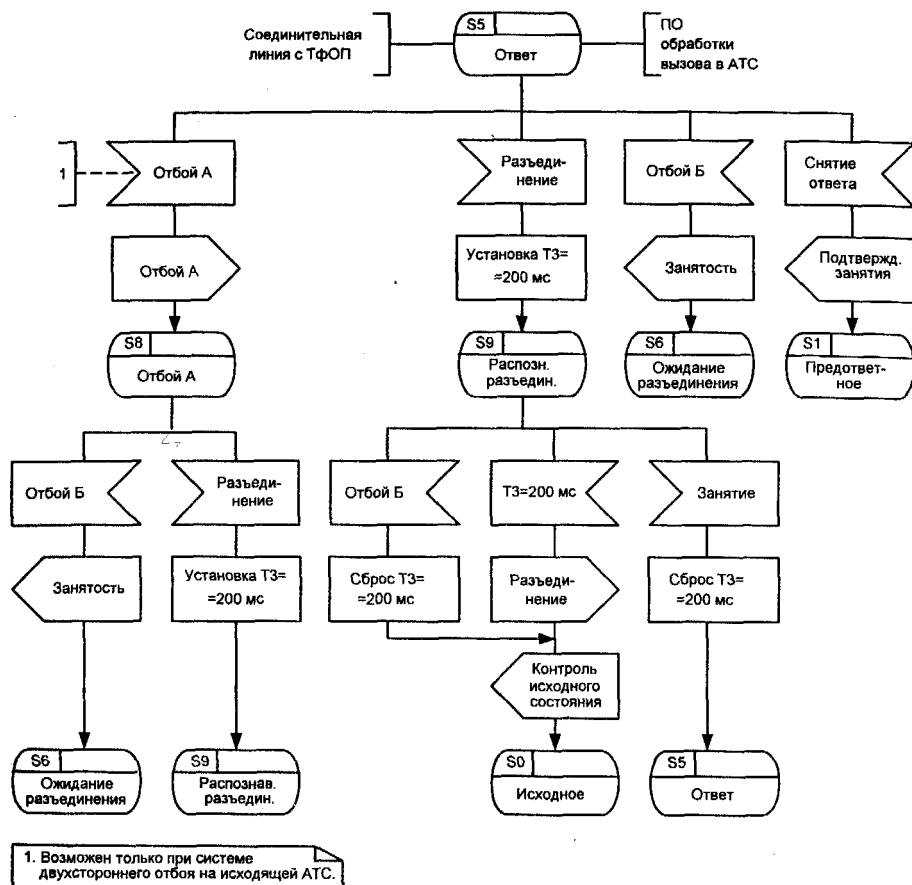


Рис. 4.11. SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 4 из 4)

Основной ожидаемый сигнал в состоянии S2 - линейный сигнал «Пауза», после чего осуществляется сброс тайм-аута  $T2=150$  мс, увеличение на единицу значения счетчика числа импульсов для последующего определения цифры номера и установка нового тайм-аута  $T2=150$  мс для фиксации предельной длительности паузы. Процесс переходит в состояние паузы S3.

В случае отсутствия в состоянии S2 какого-либо из этих линейных сигналов в течение 150 мс, что означает прием импульса повышенной длительности, процесс направляет сообщение в ПО обработки вызова в АТС о разъединении и линейный сигнал «Занятость/Отбой Б» в трехпроводную СЛ, после чего переходит в состояние занятости S6. При этом линейный сигнал «Занятость» обязательно сопровождается зуммером «Занято».

В предответном состоянии S1 также возможно появление команд от ПО обработки вызова в АТС о занятости абонента Б или об ошибке в

случае многочастотного способа регистровой сигнализации. В этих случаях также направляется линейный сигнал «Занятость», и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6.

К этому же приводит и срабатывание тайм-аута  $T1=20$  с в случае декадного способа набора номера, следствием которого также является посылка сигнала «Занятость» и переход в состояние S6. И, наконец, возможно появление сообщения от ПО обработки вызова в АТС об ответе абонента Б, в результате которого сбрасывается тайм-аут  $T1=20$  с, направляется линейный сигнал «Ответ абонента Б» установкой плюса через  $1k\Omega$  на проводе *a*, и процесс переходит в разговорное состояние S5.

В состоянии занятости S6 процесс ожидает только установку высокоомного входа на проводе *c*, т.е. линейный сигнал «Разъединение», в ответ на который устанавливается «Контроль исходного состояния» и выполняется переход в исходное состояние S0.

В разговорном состоянии S5 возможно наступление одного из четырех событий. Это может быть «Разъединение» из трехпроводной СЛ; сообщение от ПО обработки вызова в АТС об отбое абонента Б или о снятии ответа; поступление по трехпроводной СЛ сигнала «Отбой А» (в том случае, если на исходящей АТС используется принцип двухстороннего отбоя). В случае появления сигнала «Разъединение» устанавливается тайм-аут  $T3=200$  мс для его достоверного распознавания и осуществляется переход в состояние распознавания разъединения S9. При появлении сообщения «Отбой Б» от ПО обработки вызова в АТС посылается линейный сигнал «Занятость» и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6.

В состоянии распознавания разъединения S9 возможно снятие сигнала «Разъединение» до его распознавания, то есть возвращение сигнала «Занятие», в связи с чем сбрасывается тайм-аут  $T3$ , и процесс возвращается в разговорное состояние S5. В этом же состоянии возможно и появление сообщения «Отбой Б». При появлении этого сигнала продолжение отсчета времени  $T3=200$  мс вряд ли целесообразно, ибо в этой ситуации отбились оба абонента А и Б. В связи с этим процесс сбрасывает тайм-аут  $T3$ , устанавливает трехпроводную СЛ в исходное состояние, а сам возвращается в исходное состояние S0. Та же последовательность действий осуществляется, если изменения не происходят в течение 200 мс, то есть сигнал «Разъединение» считается достоверно распознанным.

В случае двухстороннего отбоя на исходящей АТС в состоянии S5 возможно появление минуса на проводе *a*, т.е. сигнала «Отбой А», что переводит процесс в состояние отбоя S8. В этом случае процесс ожидает сигнал «Разъединение» из линии либо сообщение «Отбой Б» от ПО обработки вызова. В случае получения сигнала «Разъединение» из линии устанавливается тайм-аут  $T3$  и процесс переходит в уже описанное выше

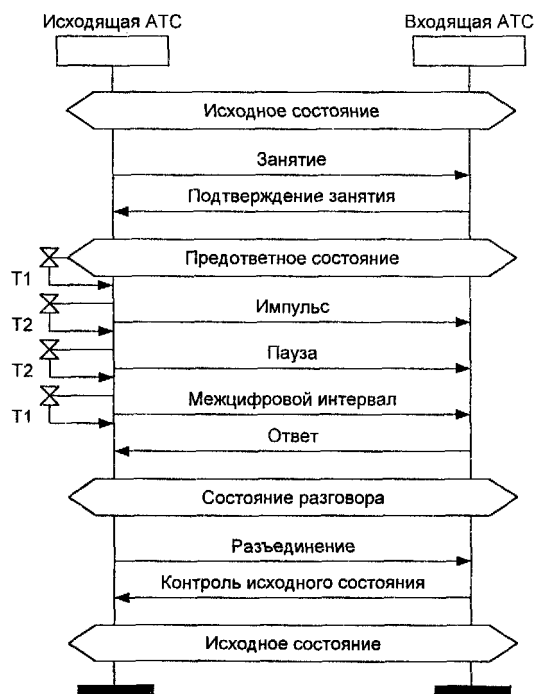
состояние S9. При наличии сообщения «Отбой Б» процесс посылает в линию сигнал «Занятость» и переходит в состояние занятости S6.

Сообщение от ПО обработки вызова о снятии ответа может прийти в случае необходимости запроса информации АОН или в случае завершения обмена информацией АОН.

Тестовые сценарии обмена сигналами в соответствии с SDL-диа-граммами процессов INLOC и OTLOC (рис. 4.7 и 4.11) выполнены на языке MSC (см. главу 2) и приведены на рис. 4.12.

Эти сценарии на рис. 4.12 в значительной степени совпадают с аналогичными сценариями на рис.3.9, выполненными для той же пары процессов INLOC и OTLOC, но для сигнализации по двум ВСК в тракте ИКМ. По этой причине эти сценарии не комментируются столь подробно, как это сделано в предыдущей главе.

Следует лишь отметить, что сигнал «Подтверждение занятия» в ответ на сигнал «Занятие» представляет собой небольшое увеличение сопротивления провода с, детектирование которого в цифровой исходящей АТС затруднительно и не является необходимым с учетом вводимого тайм-аута перед трансляцией первого импульса первой цифры номера.



*T1 - время передачи межсерийного интервала, 700 мс T2 - время передачи импульса и время передачи паузы, 50 мс*

Рис. 4.12. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
а) абонент свободен, отбой вызывающего абонента

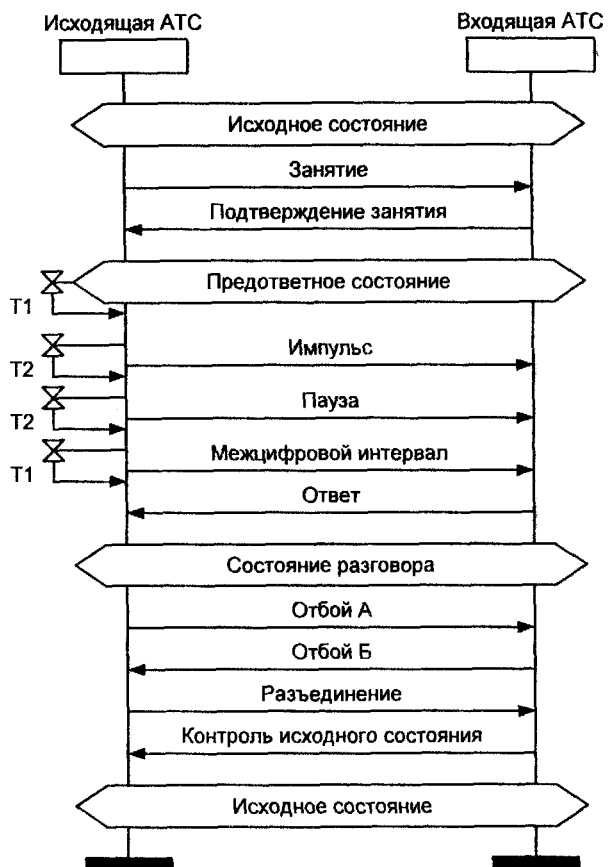


Рис. 4.12. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)

б) абонент Б свободен, отбой вызывающего абонента (двухсторонний отбой)

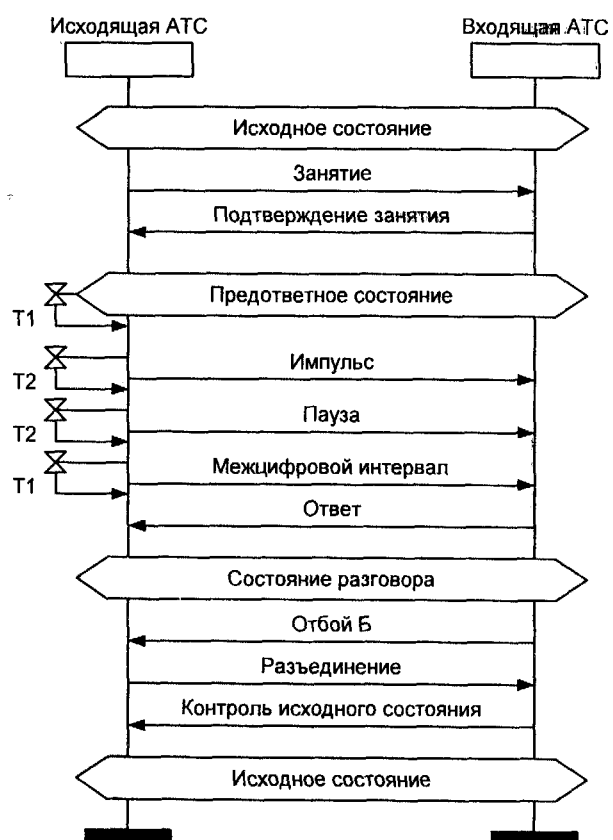


Рис. 4.12. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
в) абонент Б свободен, отбой вызываемого абонента

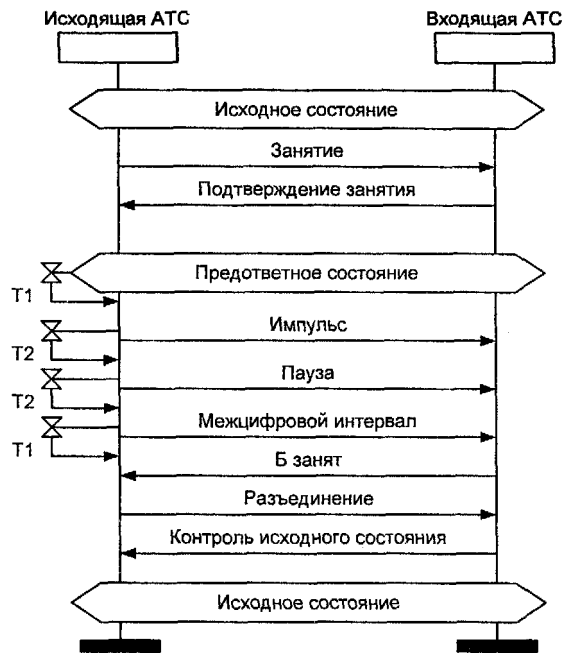


Рис. 4.12. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)

г) абонент Б занят, разъединение

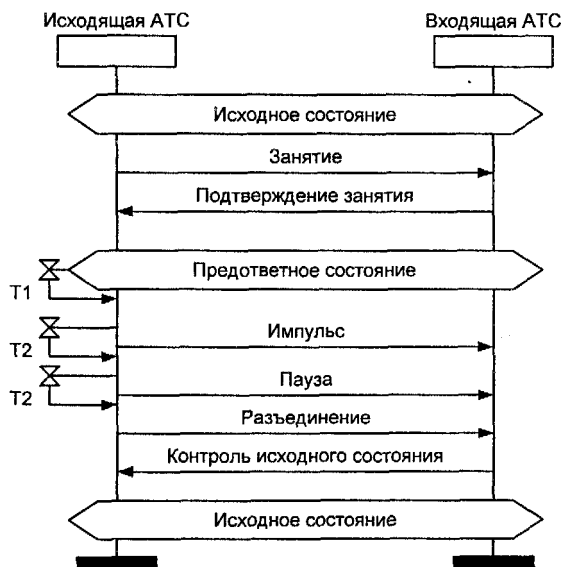


Рис. 4.12. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)

д) отбой абонента А до ответа Б

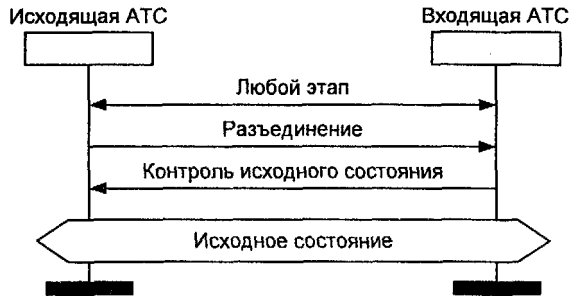


Рис. 4.12. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
е) разъединение на любом этапе

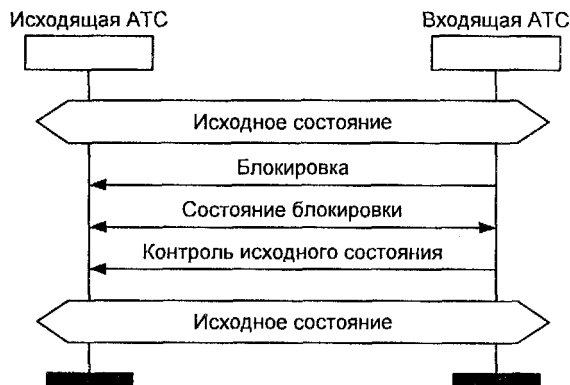


Рис. 4.12. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
ж) блокировка СЛ, создаваемая оператором до занятия

#### 4.3. ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ:

##### ВХОДЯЩИЙ МЕЖДУГОРОДНОЙ ВЫЗОВ

Уже рассмотренная в главе 1 специфика российских телефонных сетей обуславливает различные протоколы сигнализации для входящих местных и междугородных соединительных линий (СЛ и СЛМ, соответственно).

Специфика же сигнализации по трехпроводным физическим линиям делает целесообразным рассмотрение спецификаций протокола сигнализации для входящего междугородного вызова по СЛМ на аппаратном уровне, как это было сделано в предыдущем разделе при описании процессов OTLOC и INLOC. Соответственно и описание процесса обработки сигнализации по входящей трехпроводной междугородной линии INTOL будет начинаться с описаний на физическом уровне основных состояний этого процесса:



- S0 - исходное состояние,
- S1 - предответное состояние,
- S2 - состояние приема импульса при декадном наборе,
- S3 - состояние приема паузы при декадном наборе номера,
- S4 - вызываемый абонент Б свободен,
- S5 - разговорное состояние,
- S6 - ожидание разъединения,
- S7 - блокировка соединительной линии,
- S8 - посылка вызова,
- S9 - распознавание разъединения,
- S10 - занятость абонента Б.

Спецификации этих состояний на физическом уровне приведены на рис. 4.13. Следует еще раз напомнить, что эти спецификации составлены специально для процесса обработки входящего междугородного вызова INTOL TWA U.33 и представляют рекомендуемые значения входных сопротивлений проводов на стороне входящей АТС и широкий разброс встречающихся на практике входных сопротивлений проводов на стороне исходящих АМТС и АТС различных типов. Тем самым эти значения могут иногда отличаться от нормированных значений таблицы 4.3, составленной по [87].

На рис. 4.13 используются следующие сокращения:

$R_{oa}, R_{ob}, R_{oc}$  -  $a, b, c$  - входное сопротивление проводов, исходящий конец;

$R_{ia}, R_{ib}, R_{ic}$  -  $a, b, c$  - входное сопротивление проводов, входящий конец.

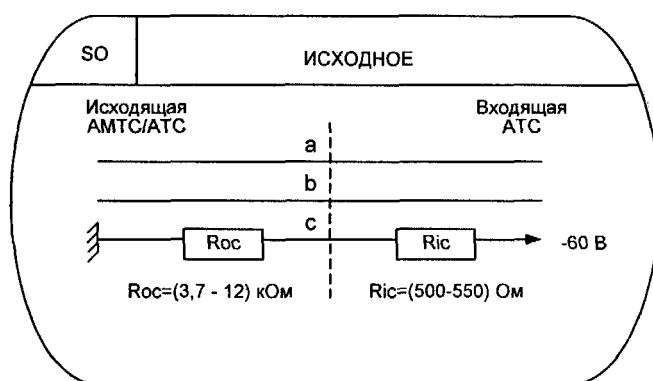


Рис. 4.13. а) исходное состояние SO входящей междугородной трехпроводной соединительной линии (СЛМ)

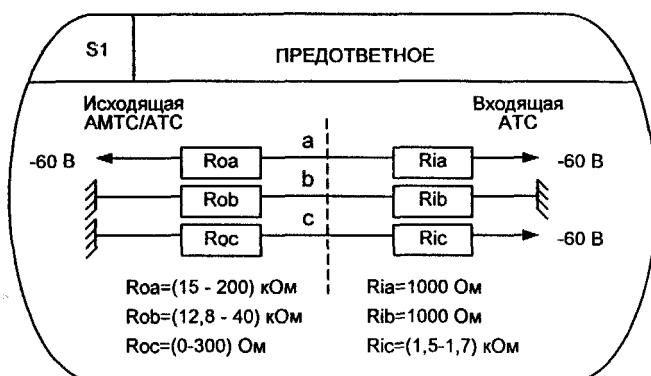


Рис. 4.13. б) предответное состояние S1 входящей трехпроводной СЛМ

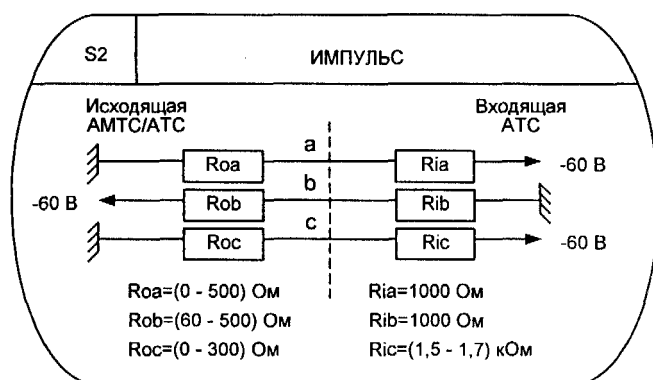
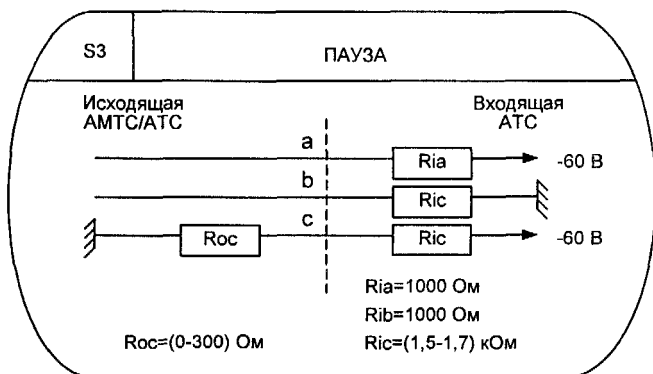


Рис. 4.13. в) состояние приема импульса набора номера S2 входящей трехпроводной СЛМ



Примечание: Данное состояние полностью идентично на физическом уровне состоянию "Межцифровой интервал" при декадном наборе

Рис. 4.13. г) состояние паузы S3 входящей трехпроводной СЛМ

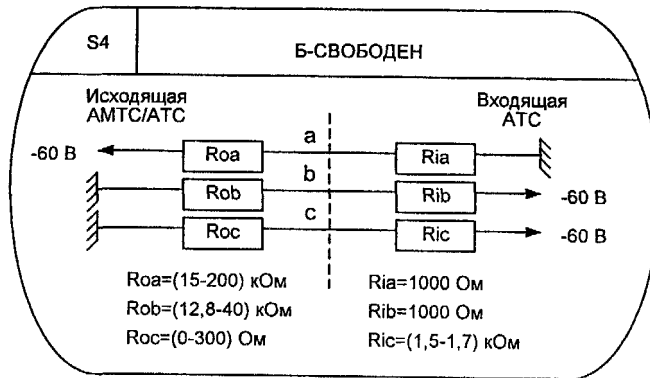


Рис. 4.13. д) состояние 84 «Абонент Б свободен» входящей трехпроводной СЛМ

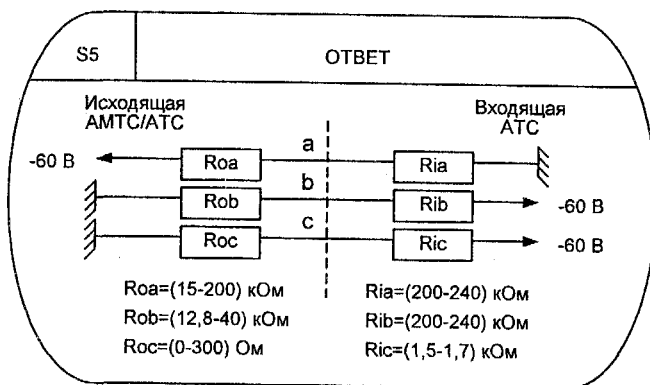


Рис. 4.13. е) разговорное состояние S5 входящей трехпроводной СЛМ

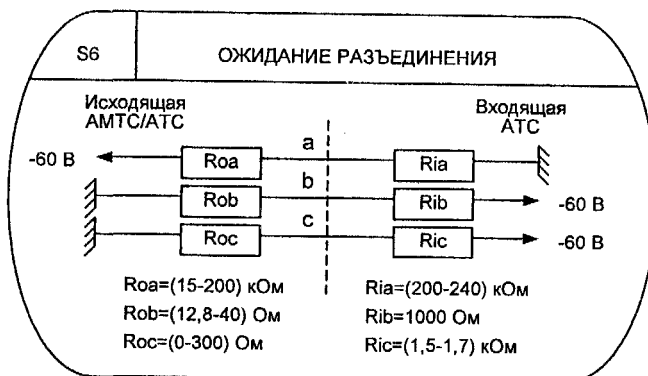


Рис. 4.13. ж) состояние ожидания разъединения S6 по входящей трехпроводной СЛМ

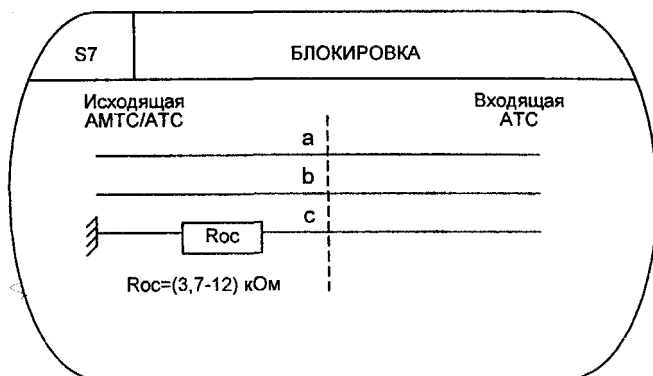


Рис. 4.13. з) состояние блокировки и ожидания сигнала «Контроль исходного состояния» (КИС) S7 входящей трехпроводной СЛМ

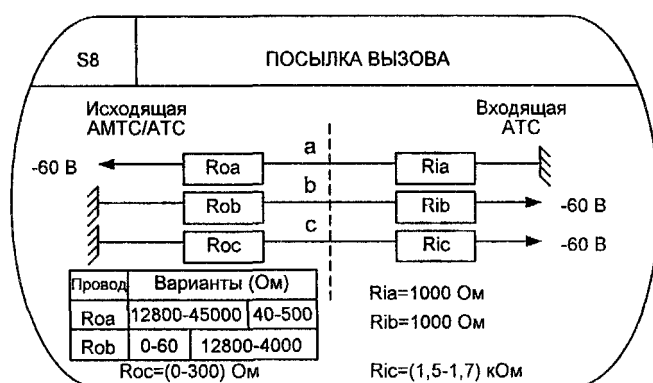


Рис. 4.13. и) состояние отправки вызова S8 входящей трехпроводной СЛМ

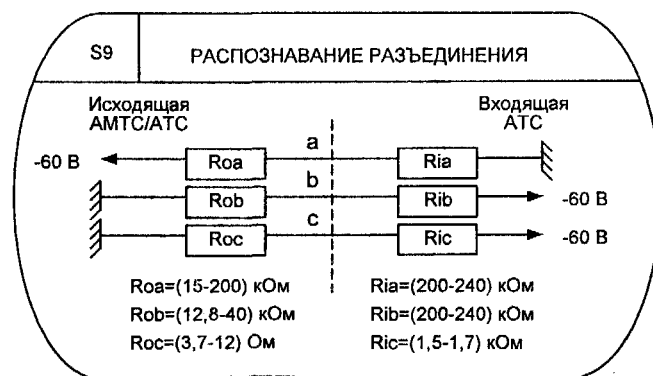


Рис. 4.13. к) состояние S9 распознавания разъединения входящей трехпроводной СЛМ

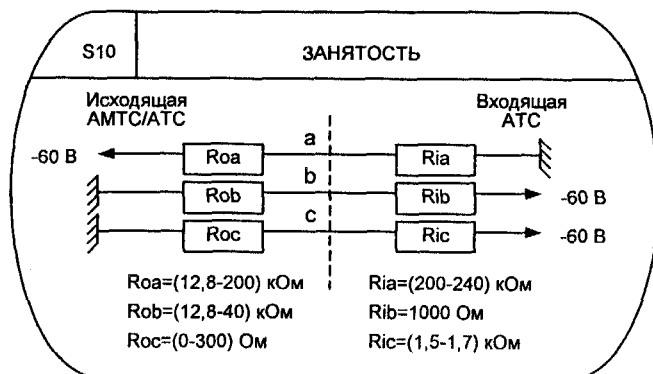


Рис. 4.13. л) состояние S10 занятости вызываемого абонента  
 На рис. 4.14 представлены примеры подключения трехпроводных СЛМ.

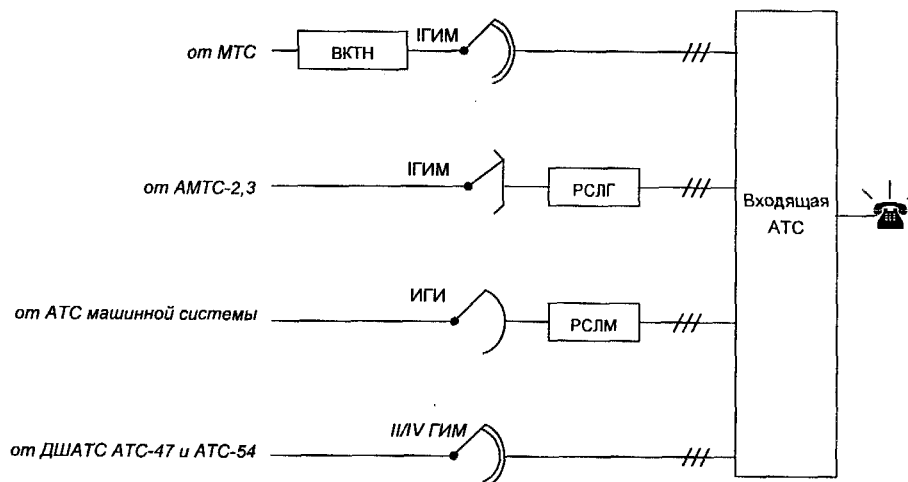


Рис.4.14. Примеры подключения входящих междугородных трехпроводных соединительных линий (СЛМ) от АМТС и АТС различных типов

Комплект РСЛМ<sub>исх</sub> устанавливается на исходящем конце трехпроводной соединительной линии для организации междугородной связи к абонентам подстанций определенного типа и транслирует сигналы взаимодействия междугородного шнура.

Комплект РСЛГ предназначен для связи МТС бесшнурового типа средней емкости по трехпроводным соединительным линиям, устанавливается на исходящем конце соединительной линии и осуществляет прием и передачу сигналов взаимодействия междугородного шнура в полном составе для согласования сигнализации, принятой на АТС, с сигнализацией, принятой на МТС.

Структура блока обработки входящих междугородных вызовов INTOL TWA U.33 представлена на рис. 4.15.

Состав линейных сигналов при входящих междугородных соединениях (канал С13 на рис.4.3, а также каналы С13.1 и С13.2 на рис.4.15) представлен в таблицах 4.13, 4.14 и несколько расширен по сравнению с теми же списками в предыдущих описаниях процессов обработки местных соединений ОТЛОС и INЛОС: «Занятие», «Разъединение», «Посылка вызова», «Снятие посылки вызова» в прямом направлении и сигналы «Ответ», «Занятость», «Отбой Б», «Блокировка», «Контроль исходного состояния (КИС)», «Б свободен» в обратном направлении.

Описания ряда этих сигналов совпадают с аналогичными описаниями сигналов для процесса INЛОС, представленных в таблицах 4.9 и 4.10. Следует отметить некоторую разницу в обработке сигнала «Занятость», связанную с ситуацией при посылке этого сигнала. Если имеет место одна из следующих причин занятости вызываемого абонента:

- вызываемый абонент прослушивает сигнал «Предупреждение» о запрете некоторых видов обслуживания;
- вызываемый абонент занят разговором с абонентом В, который прослушивает сигнал «Предупреждение» о запрете некоторых видов обслуживания;
- вызываемый абонент занят входящим междугородным вызовом или пользуется услугой;
- вызываемый абонент поставлен на ожидание или ожидает вызова от другой станции;
- вызываемый абонент вызывает абонента на ожидании или ожидает вызова от него;
- вызываемый абонент находится на ожидании или ему посылаются повторный вызов;
- вызываемый абонент получает акустические сигналы: «Контроль посылки вызова», «Ответ станции», «Занято» или «Перегрузка»;
- вызываемый абонент набирает номер;
- вызываемому абоненту посылаются вызов;
- вызываемый абонент заблокирован;
- вызываемый абонент находится на удержании либо занят наведением справки во время разговора;
- вызываемый абонент находится в режиме «Не беспокоить» (т.е. к нему запрещена входящая связь), то линейный сигнал «Занятость» сопровождается акустическим сигналом «Занято». В другой ситуации - занятость вызываемого абонента другим местным разговором - линейный сигнал «Занятость» не должен сопровождаться акустическим сигналом «Занято». При появлении линейного сигнала «Занятость» на АМТС в случае полуавтоматической меж-

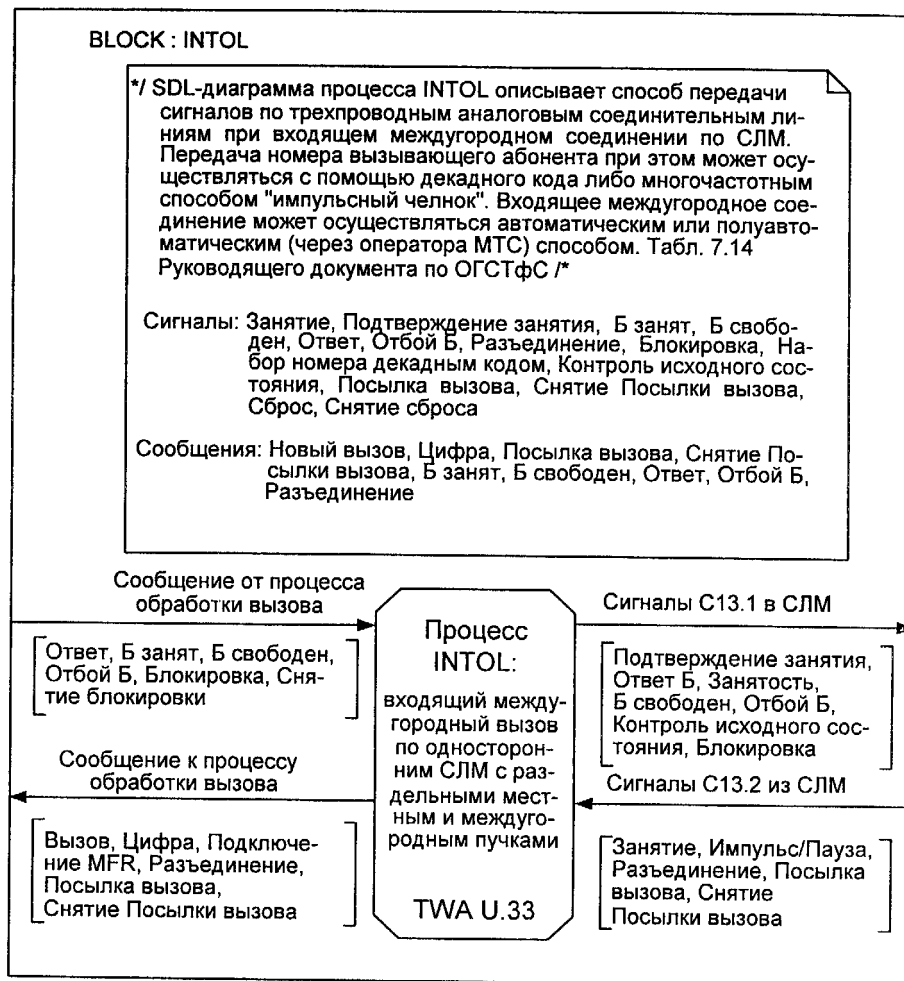


Рис.4.15. Обработка входящего междугородного вызова INTOL

дугородной связи начинает мигать лампочка на рабочем столе телефонистки, а в случае автоматической междугородной связи формируется сигнал «Разъединение» и разрушается разговорный тракт.

Новый сигнал «Б свободен» подтверждает доступность абонента и обеспечивает включение сигнальной лампы на рабочем месте телефонистки при полуавтоматической связи, после чего телефонистка информирует вызывающего абонента и дает команду посылки вызова. При автоматической связи при появлении этого сигнала входящая АМТС начинает передачу сигнала «Посылка вызова» в сторону АТС вызываемого абонента, а исходящая АМТС - акустического сигнала «Контроль посылки вызова» (КПВ) вызываемому абоненту.

При появлении сигнала «Ответ Б» выключается сигнальная лампа на рабочем месте телефонистки, прекращается посылка вызова и КПВ, проключается разговорный тракт и начинается начисление оплаты за междугородный разговор.

Новый сигнал «Посылка вызова» при автоматической связи посылается приборами АМТС с периодичностью 1,2 с - посылка и 2 с - пауза, а при полуавтоматической связи периодичность посылки вызова определяется нажатием ключа на рабочем месте телефонистки.

Таблица 4.13. Сигналы С 13.1, принимаемые INTOL со стороны трехпроводной соединительной линии при междугородном входящем соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	—>	ЗАНЯТИЕ	Плюс на проводе с	Время распознавания 14-20 мс
2		НАБОР НОМЕРА: импульс пауза междигфровой интервал	Плюс на проводе я высокоомные входы на проводах а и А	Импульс (пауза) должен быть принят, если его длительность находится в пределах 16 - 120 мс. Принимается с длительностью более 250 мс
3	—>	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	Высокое входное сопротивление на проводе с	Может быть принят на любом этапе соединения. Время распознавания 120-500 мс
4	—>	ПОСЫЛКА ВЫЗОВА	Плюс на проводе б	Время распознавания 50-100 мс
5	—>	СНЯТИЕ ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА		

Сообщения от программного обеспечения (ПО) обработки вызовов к процессу INTOL приведены в таблице 4.15, а сообщения в обратном направлении - в таблице 4.16.

После обнаружения сигнала «Занятие» на АМТС посылается сигнал «Подтверждение занятия» через 20 мс. После передачи «Подтверждение занятия» осуществляется переход в состояние S 1 и устанавливается таймер для контроля максимального времени интервала между цифрами (20-40 с). Таймер сбрасывается всякий раз при приеме новой цифры. При срабатывании тайм-аута на АМТС посылается линейный сигнал «Занятость» и зуммер «Занято».



Таблица 4.14. Сигналы С 13.2, передаваемые INTOL в сторону трехпроводной соединительной линии при входящем междугородном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	<—	ОТВЕТ	Высокое входное сопротивление на проводах <i>a</i> и <i>b</i>	Сигнал передается при ответе абонента
2	<—	ЗАНЯТОСТЬ	Минус на проводе <i>b</i>	Передается в случае занятости абонентской линии
3	<—	БЛОКИРОВКА	Высокое входное сопротивление на проводе <i>c</i>	Передается для невозможности занятия линии со стороны исходящей АМТС/АТС
4	<—	АБОНЕНТ СВОБОДЕН	Плюс на проводе <i>a</i> минус на проводе <i>b</i>	Передается, если абонентская линия свободна или в случае, если абонент <i>Б</i> вешает трубку во время разговора
5	<—	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	Минус на проводе <i>c</i>	Передается в ответ на разъединение при освобождении СЛМ, когда АТС готова к приему нового "Занятия"

Таблица 4.15. Сообщения от ПО обработки вызова к процессу INTOL

№	Название сообщения	Комментарии
1	ОТВЕТ АБОНЕНТА Б	Ответ абонента
2	АБОНЕНТ Б ЗАНЯТ	Абонент занят или недоступен
3	ОТБОЙ	
4	БЛОКИРОВКА	Блокировка от АТС (техобслуживание)
5	СНЯТИЕ БЛОКИРОВКИ	
6	ОШИБКА MFR	Ошибка частотного обмена
7	АБОНЕНТ Б СВОБОДЕН	

Таблица 4.16. Сообщения к ПО обработки вызова от процесса INTOL

№	Название сообщения	Комментарии
1	НОВЫЙ ВЫЗОВ	
2	ЦИФРА	Первая цифра может поступить через 240 мс после "Занятия"
3	ПОДКЛЮЧЕНИЕ MFR	Подключение многочастотного приемопередатчика для приема номера в многочастотном коде "импульсный челнок"
4	ПОСЫЛКА ВЫЗОВА	
5	СНЯТИЕ ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА	
6	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	

Если вызываемый абонент свободен, на АМТС посылается сигнал «Б свободен» путем установки плюса на проводе *a* и минуса на проводе *b* через низкоомные сопротивления 1 кОм, а состояние абонента Б отмечается как занятое.

В случае занятости абонента Б (разговор между абонентами Б и В) и если вмешательство междугородной телефонистки в разговор запрещено, на АМТС передается сигнал «Занятость» (плюс на проводе *a* через 200 кОм и минус на проводе *b* через низкоомное сопротивление 1 кОм) и зуммер «Занято». АМТС отвечает на это сигналом «Разъединение». Если вмешательство междугородной телефонистки в разговор разрешено, на АМТС посылается сигнал «Занятость», но зуммер «Занято» не посылается.

Основанием для вышесказанного служит то, что на МТС с ручным обслуживанием разрешено вмешательство междугородной телефонистки в разговор при занятости вызываемого абонента. При установлении автоматического соединения от АМТС (во всех случаях занятости абонента Б) передается сигнал «Разъединение» после приема линейного сигнала «Занятость».

В ситуации, когда абонент Б занят разговором с абонентом В, возможны два продолжения:

- а) абонент Б дает отбой после вмешательства междугородной телефонистки; в сторону АМТС передается сигнал «Б свободен». Тракт между телефонными аппаратами абонентов Б и В разрушается, и линия переходит в состояние, когда вызываемый абонент Б свободен;
- б) когда абонент В первым дает отбой после вмешательства в разговор междугородной телефонистки; остается только разговорный

тракт между телефонными аппаратами абонентов А и Б. На АМТС посылается сигнал «Ответ Б», и линия переходит в разговорное состояние.

При отбое абонента Б в процессе разговора (абонент Б повесил трубку) посылается линейный сигнал «Б свободен». В ответ на это со стороны АМТС может быть послан один из двух сигналов: «Посылка вызова» или «Разъединение».

Во всех состояниях по СЛМ может быть получен сигнал «Разъединение». После обработки сигнала «Разъединение» СЛМ освобождается, и посылается сигнал «Контроль исходного состояния».

На рис. 4.16 представлена диаграмма процесса INTOL на языке SDL. В процессе INTOL используются следующие значения тайм-аутов:

T1 = 20 с - ожидание следующей цифры,

T2 = 150 мс - максимальная длительность импульса или паузы при декадном наборе номера,

T3 = 200 мс - время распознавания разъединения.

На SDL-диаграмме процесса INTOL на рис. 4.16 приняты те же направления входящих/исходящих сигналов, что и в случае процессов INLOC и OTLOC на рис. 4.6. и 4.9.

Процесс обработки входящего междугородного вызова INTOL в исходном состоянии SO ожидает появления линейного сигнала «Занятие» (плюс на проводе с). При приеме этого сигнала направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС о появлении нового вызова и осуществляется подготовка к приему цифр номера вызываемого абонента. При использовании в данном входящем направлении сигнализации методом «импульсный челнок» направляется сообщение в ПО обработки вызова о подключении приемопередатчика многочастотной сигнализации, после чего в трехпроводную СЛ желательно послать линейный сигнал «Подтверждение занятия». При использовании декадного способа передачи цифр номера взводится тайм-аут T1, равный 20 с, ограничивающий ожидание первого импульса набора номера. В обоих случаях осуществляется переход в предответное состояние S1.

В исходном состоянии также возможно появление команды от ПО обработки вызова «Блокировка», в результате которой к АМТС направляется линейный сигнал «Блокировка» (высокоомное сопротивление на проводе с) и процесс переходит в состояние блокировки S7, из которого выйти можно только по команде от ПО исходящей АТС «Снятие блокировки», после чего линейный сигнал «Блокировка» сменяется линейным сигналом «Контроль исходного состояния» (минус на проводе с) и процесс INTOL возвращается в исходное состояние.

В предответном состоянии возможно появление линейного сигнала «Импульс», в результате которого устанавливается тайм-аут T2=150 мс

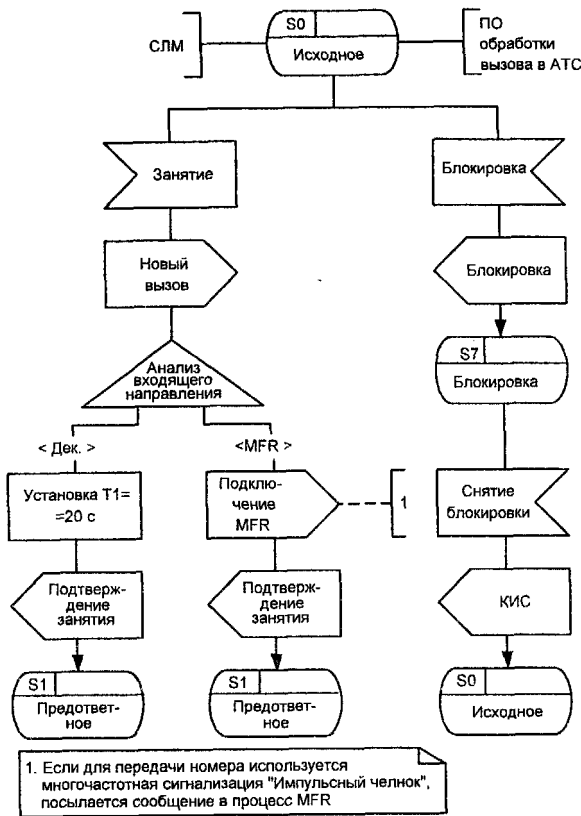


Рис.4.16. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 1 из 5)

для анализа наличия импульса повышенной длительности, находящегося за пределами 150 мс, а также сбрасывается тайм-аут  $T3=20$  с и процесс переходит в состояние импульса S2. При появлении сигнала «Разъединение» (высокоомное сопротивление на проводе *c*) направляется сообщение о разъединении в ПО обработки вызова АТС, сбрасывается тайм-аут ожидания цифр набора номера  $T1=20$  с, в канал направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (КИС) и процесс возвращается в исходное состояние S0.

Последовательная смена состояний импульса S2 и паузы S3 соответствует приему цифр номера вызываемого абонента по аналогии с такой же процедурой, описанной в предыдущем параграфе (процесс INLOC).

После приема необходимого количества цифр номера возможны две ситуации: вызываемый абонент Б свободен или вызываемый абонент Б занят. В первом случае в отличие от процесса INLOC обработки местного вызова вызываемому абоненту не посылается немедленно вызывной сигнал, а в соединительную линию к АМТС направляется линейный сигнал «Б свободен», и сбрасывается тайм-аут  $T1=20$  с.

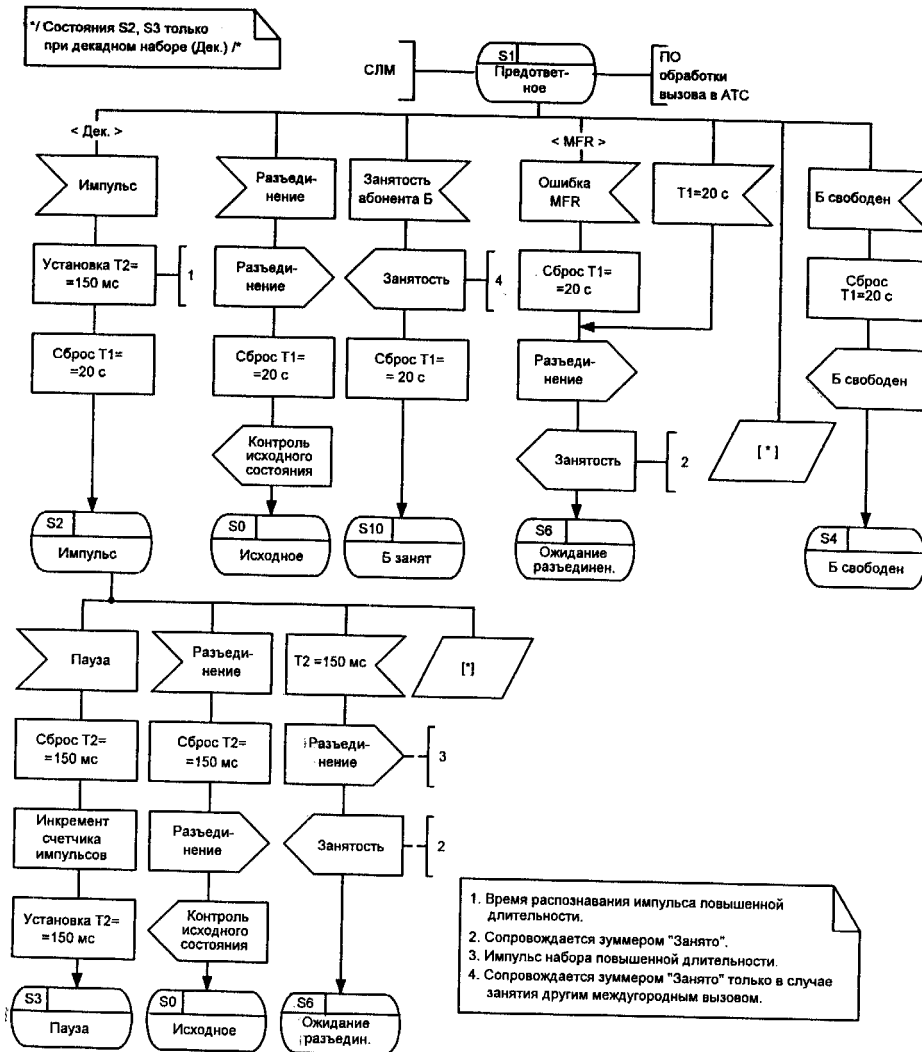


Рис.4.16. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 2 из 5)

Отличается от процесса INLOC обработки местного вызова и реакция на ситуацию занятости вызываемого абонента. Во всех случаях к исходящей АМТС направляется линейный сигнал «Занятость», однако при занятости вызываемого абонента другим местным соединением этот линейный сигнал не сопровождается акустическим сигналом «Занято», а процесс INTOL переходит в состояние S10 занятости абонента Б. При занятости абонента другим междугородным вызовом, при его недоступности, при исчерпании тайм-аута T1=20 с, при ошибке в многочастотном обмене, при сбое в декадном наборе и в других ситуациях, упомянутых

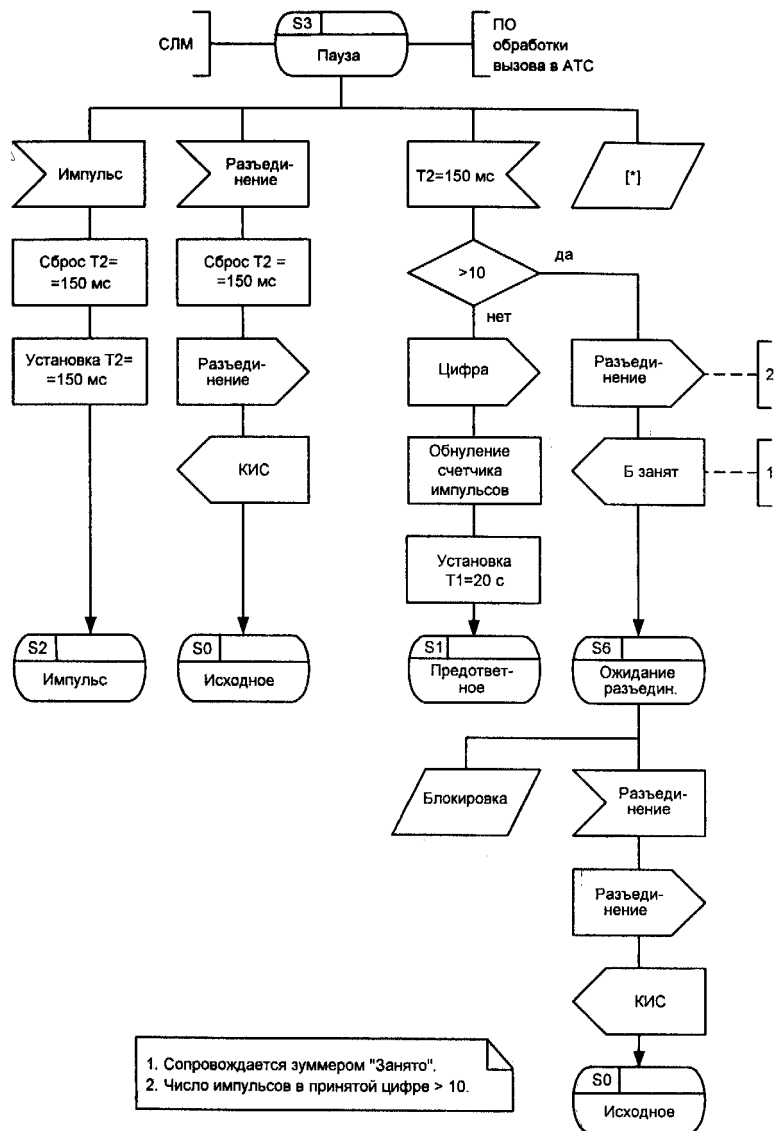


Рис.4.16. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 3 из 5)

выше, этот же линейный сигнал «Занятость» сопровождается акустическим сигналом «Занято», и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6.

В состоянии ожидания разъединения S6 процесс ожидает только появления высокого сопротивления на проводе с, означающего разъединение, в ответ на который устанавливается минус на проводе с, что означает сигнал «Контроль исходного состояния», а процесс переходит в исходное состояние S0.

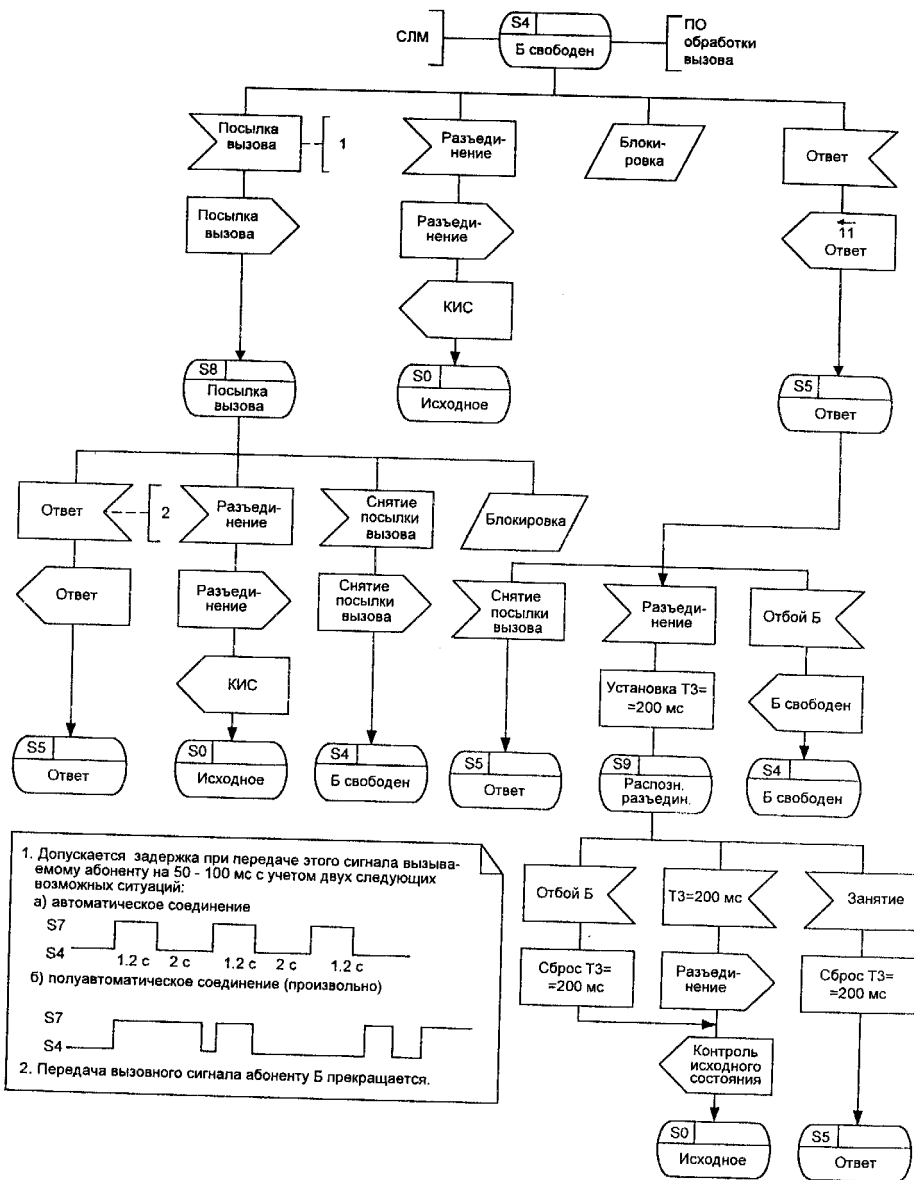


Рис.4.16. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 4 из 5)

При полуавтоматическом способе обслуживания вызовов в АМТС в состоянии S4 после переговоров телефонистки с вызывающим абонентом А к входящей АТС направляется линейный сигнал «Посылка вызова» (минус на проводе В), который переводит процесс в состояние S8 посылки вызова. То же происходит практически немедленно при автоматическом способе обслуживания вызовов в АМТС. Разницу в этих двух

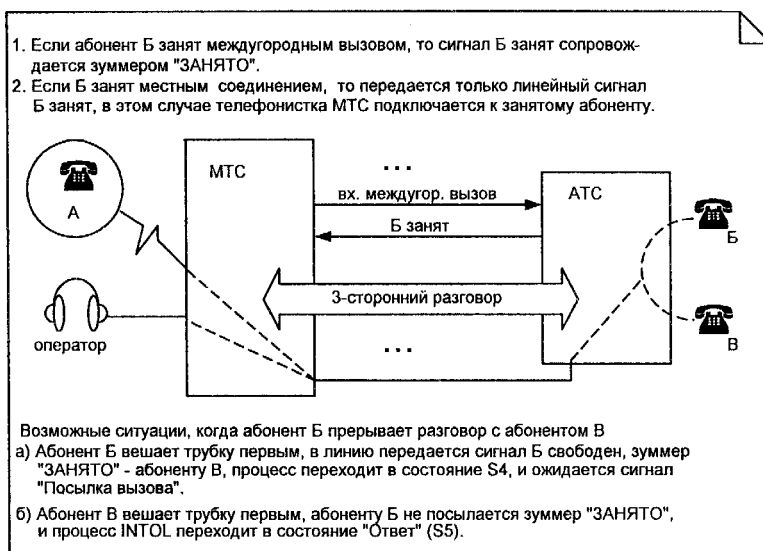
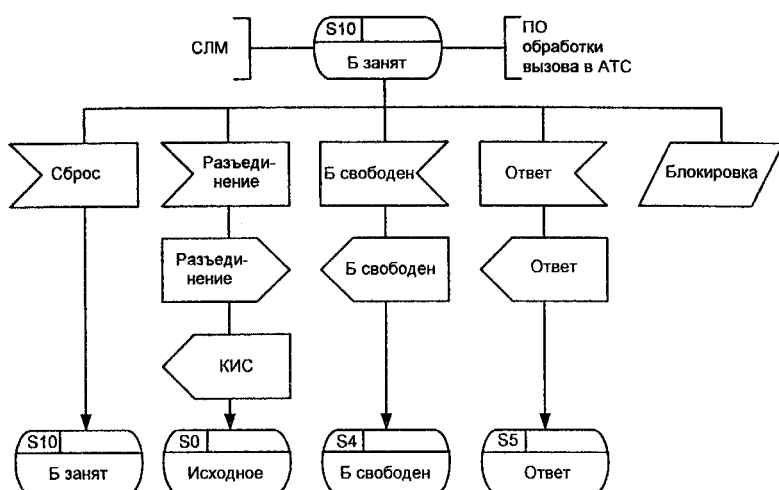


Рис.4.16. SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 5 из 5)

режимах составляют последовательности посылки вызовов, приведенные в комментарии 1 к состоянию S4 на SDL-диаграмме процесса INTOL (рис. 4.16, стр. 4 из 5).

В состояниях S4 и S8 возможно появление сообщения от ПО обработки вызова в АТС об ответе абонента Б, в результате которого прекращается посылка вызова вызываемому абоненту, к АМТС направляется линейный сигнал «Ответ Б» и процесс переходит в разговорное состояние S5.

В разговорном состоянии S5 возможно появление следующих сигналов. Это линейный сигнал «Разъединение», либо сообщение от ПО обра-



ботки вызова в АТС об отбое абонента Б. В случае появления сигнала «Разъединение» устанавливается тайм-аут  $T3=200$  мс для его достоверного распознавания и осуществляется переход в состояние распознавания разъединения S9. При появлении сообщения «Отбой Б» от ПО обработки вызова в АТС посылается линейный сигнал «Б свободен», а процесс переходит в состояние Б свободен S4.

В состоянии распознавания разъединения S9 возможно исчезновение сигнала разъединения до его распознавания, то есть возвращение сигнала «Занятие», в связи с чем сбрасывается тайм-аут T3 и система возвращается в разговорное состояние S5. В этот же период возможно и появление сообщения «Отбой Б». При появлении этого сигнала отсчет времени  $T3=200$  мс прекращается, так как в этой ситуации отбились и вызываемый абонент Б, и междугородный абонент А. Таким образом, сбрасывается тайм-аут T3, направляется линейный сигнал «Контроль исходного состояния», а процесс возвращается в исходное состояние SO. Та же последовательность действий выполняется, если изменения не происходят в течение 200 мс, то есть сигнал «Разъединение» считается достоверно распознанным, и тогда направляется сообщение «Разъединение» в ПО обработки вызова АТС, в соединительную линию посылается сигнал «Контроль исходного состояния», а процесс переходит в исходное состояние SO.

Состояние S10 при автоматической связи в АМТС предусматривает только прием сигнала «Разъединение», в ответ на который посылается «Контроль исходного состояния» и процесс возвращается в исходное состояние SO. При полуавтоматической связи осуществляется подключение телефонистки к занятому вызываемому абоненту, а дальнейшее поведение процесса зависит от того, кто из двух разговаривающих абонентов первым положил трубку. Последнее иллюстрируется примечанием к состоянию S10 на SDL-диаграмме процесса INTOL (рис. 4.16, стр. 5 из 5).

Тестовые сценарии обмена сигналами на языке MSC в соответствии с SDL-диаграммой процесса INTOL приведены на рис. 4.17.

Сценарии рис. 4.17 «а» и «б» соответствуют ситуации, когда вызываемый абонент свободен.

Сценарий на рис. 4.17 «в» дополняет первые два сценария ситуацией повторного вызова после отбоя вызываемого абонента Б и соответствующего продолжения разговора с последующим разъединением со стороны АМТС.

Сценарии на рис. 4.17 «г», «д», «е», «ж» иллюстрируют поведение процесса INTOL при занятости вызываемого абонента Б в зависимости от характера этой занятости и вида междугородной связи (автоматика или полуавтоматика).

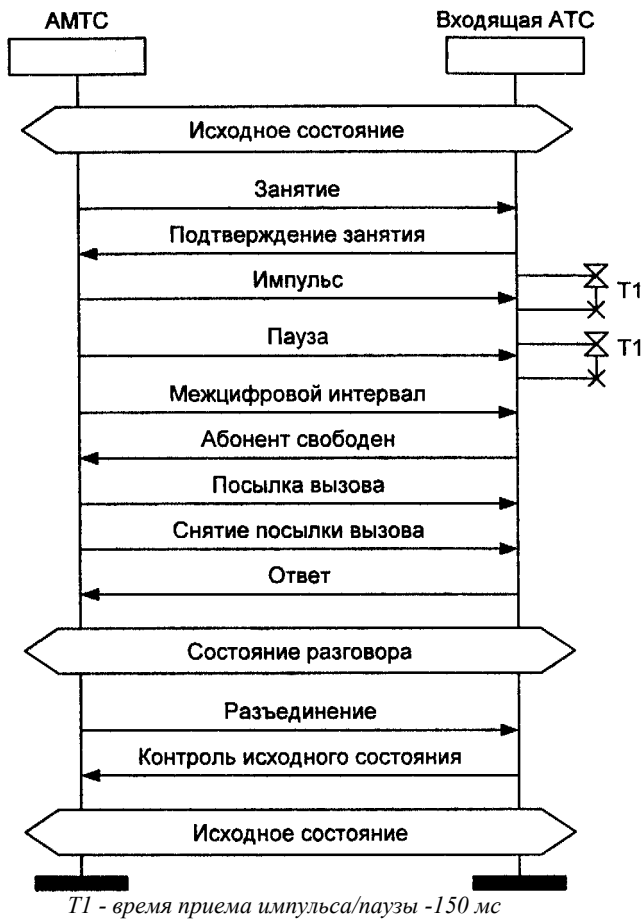


Рис.4.17. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)

а) абонент свободен, разъединение от АМТС

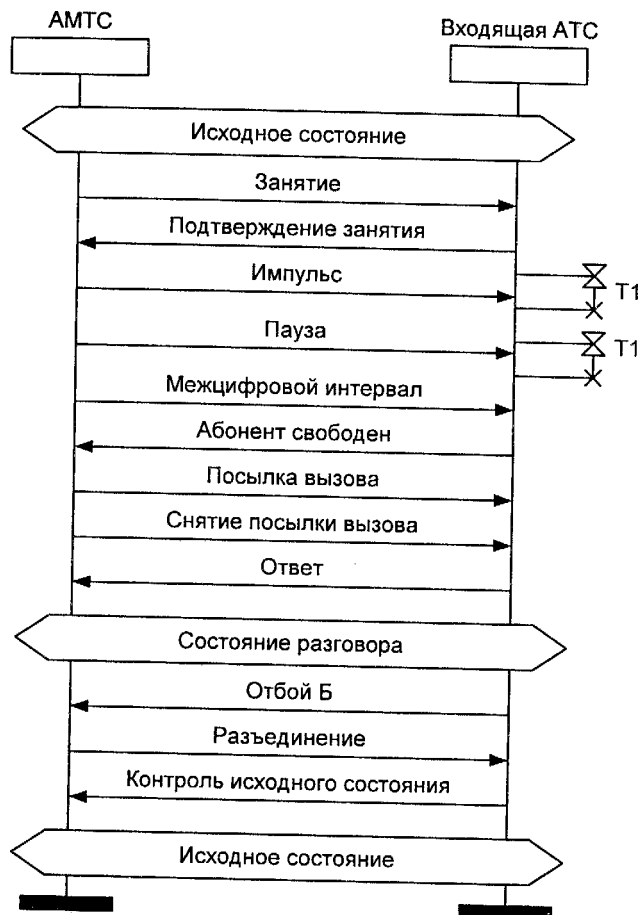


Рис.4.17. Сценарии обмена сигналами (местный вызов)  
 б) абонент Б свободен, отбой вызываемого абонента

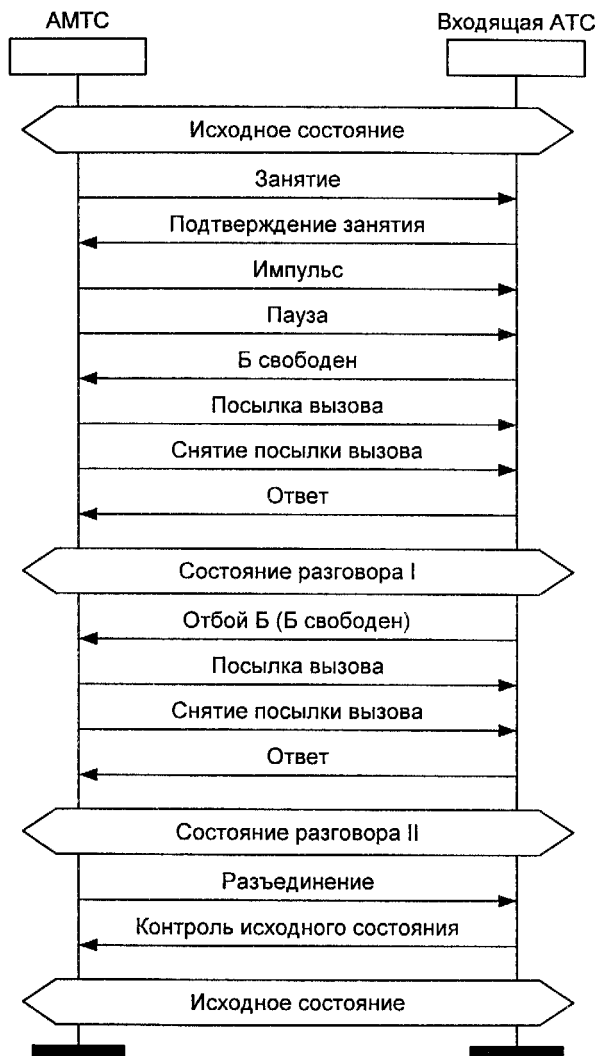


Рис.4.17. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов) в) повторный вызов при полуавтоматической связи

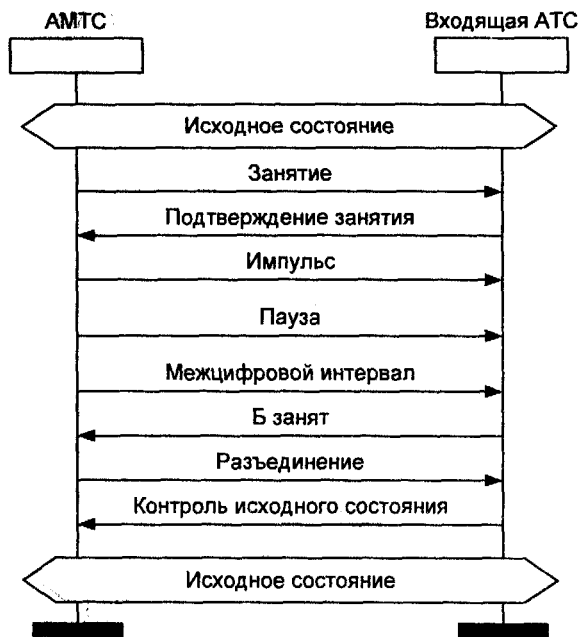
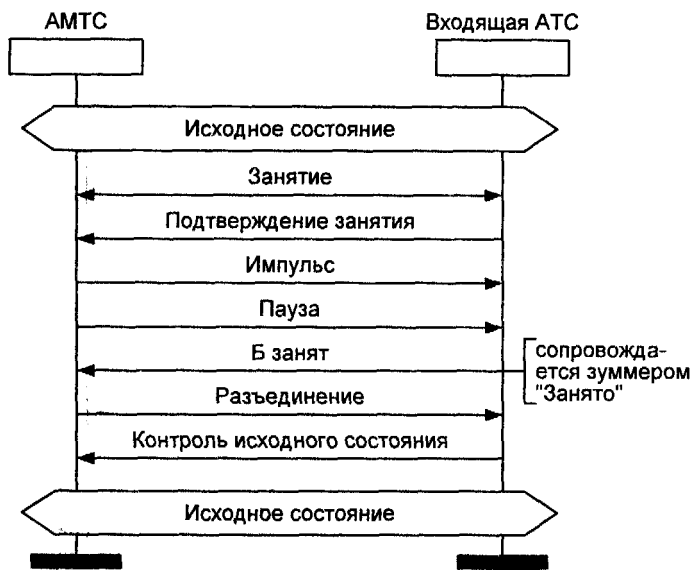


Рис.4.17. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)  
г) абонент Б занят, автоматическая связь



*В случае недоступности абонента Б или занятости его другим междугородным вызовом сигнал "Б занят" сопровождается акустическим сигналом "Занято"*

Рис.4.17. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)  
д) абонент Б занят вызовом высокого приоритета или недоступен, полуавтоматическая связь

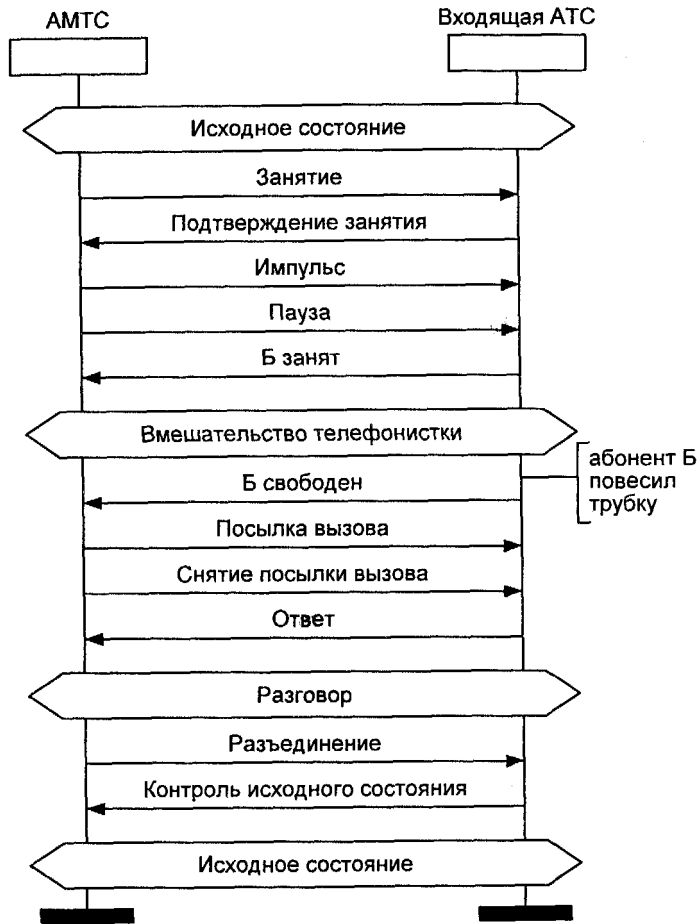


Рис.4.17. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)

е) абонент Б занят разговором с абонентом В, полуавтоматическая связь, после поступления междугородного вызова абонент Б вешает трубку

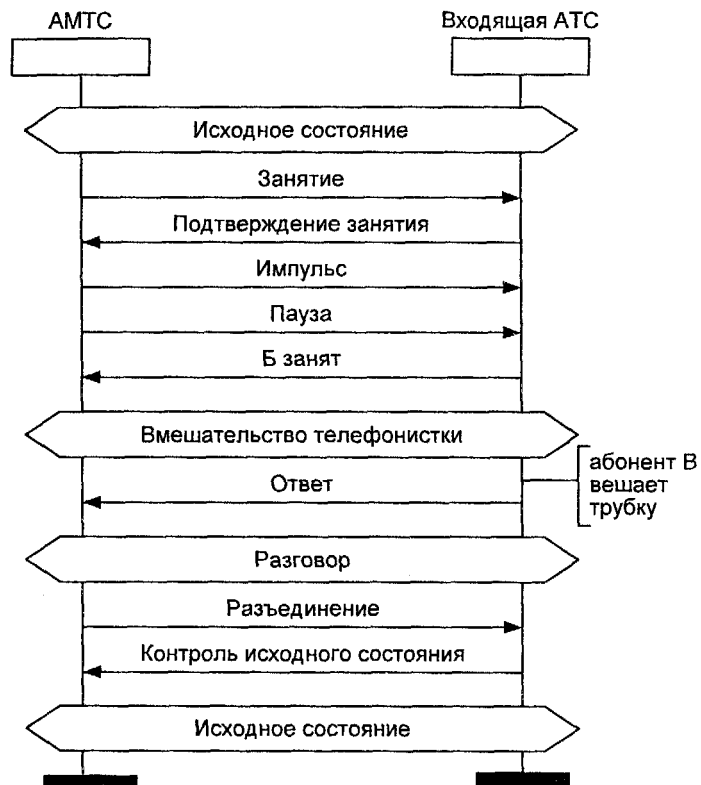


Рис.4.17. Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)  
 ж) абонент Б занят разговором с абонентом В, полуавтоматическая связь, после поступления междугородного вызова абонент В вешает трубку

## Глава 5 ОДНО- И ДВУХЧАСТОТНЫЕ СИСТЕМЫ

*Mon verre n'est pas grand, mais je bois dans mon verre, франц.*

*Мой стакан не велик, но я пью из своего стакана.*

*А. Мюссе. «Чаша и уста»*

### 5.1. СИГНАЛИЗАЦИЯ ТОКАМИ ТОНАЛЬНЫХ ЧАСТОТ

Системы сигнализации токами тональных частот обеспечивают такую же дальность передачи сигналов, как и передачи речи. Устройств для «обхода» усилителей не требуется. Линейные сигналы могут передаваться по любым каналам, по которым возможна передача речи. К недостаткам одночастотных и двухчастотных протоколов сигнализации токами тональных частот следует отнести возможность имитации линейных сигналов токами тех же частот в процессе разговора и относительно слабые информационные возможности таких протоколов, что отражают строки, выбранные в качестве эпиграфа к данной главе.

Принцип передачи сигналов токами тональной частоты [21] показан на рис. 5.1. Источником тока тональной частоты служит генератор (Г). Сигналы тональной частоты поступают в линию от контактов импульсного реле (И) через линейный трансформатор (ТрЛ). На встречной станции сигналы тональной частоты через ТрЛ подаются на вход приемника тонального набора (ПТН), который преобразует их в сигналы постоянного тока. Так как ПТН должен быть подключен к разговорному тракту постоянно, включая и время разговора для обеспечения приема сигналов «Отбой» и/или «Разъединение», то на этот ПТН оказывают воздействие токи разговорных частот, среди которых периодически оказываются токи, частота которых совпадает с частотой, выбранной для передачи линейных сигналов. В этих случаях ПТН может сработать, создавая ситуации приема ложных сигналов.

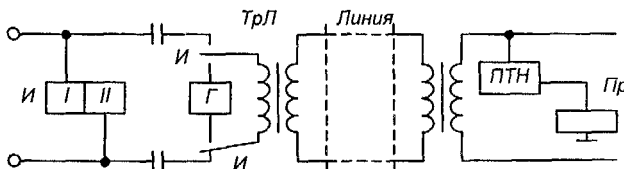


Рис. 5.1. Передача сигналов токами тональной частоты

Минимизация вероятности ложных срабатываний достигается увеличением длительности распознавания линейных сигналов и правильным выбором частоты передачи линейных сигналов.



Так как около 90% энергии речевых сигналов сосредоточено в спектре 300-1500 Гц, то в целях ограничения возможности имитации сигналов разговорными токами без чрезмерного увеличения длительности сигналов желательно использовать частоты не ниже 2000 Гц, где энергия разговорных сигналов является наименьшей.

Этот вывод был подтвержден и уточнен результатами испытаний, проведенных в Лондоне, Париже и Цюрихе в 1946 и 1948 гг., с целью выбора частот для систем сигнализации, стандартизованных ИТУ-Т (бывшим МККТТ). С учетом этого для передачи линейных сигналов в различных системах сигнализации ИТУ-Т рекомендуются:

- для одночастотной системы сигнализации частота 2280 Гц (система № 3) или частота 2600 Гц (система R1);
- для двухчастотной системы сигнализации частоты 600 и 750 Гц (система № 2), частоты 2040 и 2400 Гц (система № 4) или частоты 2400 и 2600 Гц (система № 5).

Кроме этого, в Европе встречаются одночастотные системы сигнализации на частоте 2500 Гц (Испания) и на частоте 3000 Гц (Швейцария, Германия, Дания), а также двухчастотные системы сигнализации 2400 и 2500 Гц (Голландия) и 600 и 750 Гц (Англия).

На рис. 5.2 представлена зависимость спектральной мощности сигналов русской речи от частоты [47]. Однако для выбора сигнальных частот в российских системах сигнализации определяющим было еще и то обстоятельство, что помимо стандартных телефонных каналов 300-3400 Гц, в СССР эксплуатировались также каналы с полосой 300-2400 Гц и так называемые «деленные» каналы с полосой 300-1700 Гц.

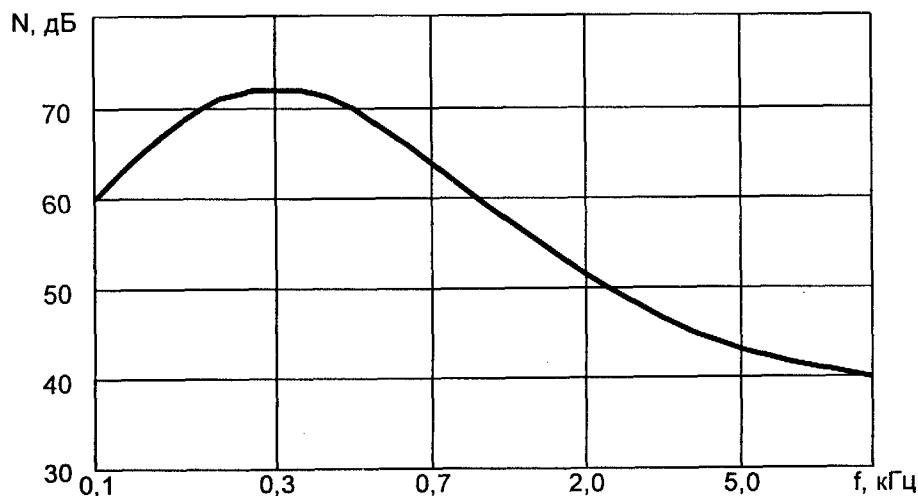


Рис. 5.2. Спектральная характеристика уровня мощности русской речи

В связи с этим исторически сложились три способа сигнализации токами тональных частот на российских телефонных сетях и соответствующее каждому способу коммутационное оборудование для полуавтоматической связи:

- аппаратура полуавтоматической междугородной телефонной связи, одночастотная, упрощенная, разработки 1960 г. (АМСО-60-У), используемая для внутризоновой связи. Сигнальная частота 1600 или 2100 Гц, причем переключение с одной частоты на другую осуществляется перепайкой монтажных перемычек в приемниках и передатчиках. Одночастотные линейные сигналы передаются только с исходящей стороны, обратные сигналы — акустические. Аппаратура АМСО-60-У обеспечивает одностороннее и двустороннее использование каналов;
- аппаратура полуавтоматической междугородной телефонной связи, двухчастотная, применяемая для междугородных соединительных линий. Сигнальные частоты 1200 и 1600 Гц. Сигнальные частоты передаются как в прямом, так и в обратном направлениях. Использование каналов — одностороннее;
- аппаратура полуавтоматической международной телефонной связи, двухчастотная, применяемая для международных соединительных линий. Сигнальные частоты 2040 и 2400 Гц (система № 4 в главе 9) передаются как в прямом, так и в обратном направлениях. Несмотря на относительно невысокие информационные возможности и в полном соответствии с эпиграфом к данной главе, эти способы сигнализации эффективно функционируют на Взаимоувязанной сети связи России. Для автоматической зоновой и междугородной связи используется одночастотная система сигнализации на частоте 2600 Гц, которая, учитывая вышеизложенные условия, является наиболее подходящей и описание которой представлено в трех следующих разделах.

## **5.2. ОДНОЧАСТОТНАЯ СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ 2600 Гц ПО ИСХОДЯЩИМ ЗАКАЗНО-СОЕДИНИТЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ (ЗСЛ)**

При значительных расстояниях от местной АТС до междугородной станции между ними часто используется оборудование передачи с частотным разделением каналов (ЧРК) без выделенного сигнального канала и с передачей сигнализации в разговорном спектре. Например, аппаратура уплотнения междугородной и внутриобластной связи типа К-60, К-120, К-300.

Блок-диаграмма процесса обработки одночастотной сигнализации по ЗСЛ OVF R.11 представлена на рис. 5.3. Перечень линейных сигналов,

передаваемых по ЗСЛ, а также сообщений между процессом OVF R.11 и ПО обработки вызова в АТС представлен в табл. 5.1 — 5.3.

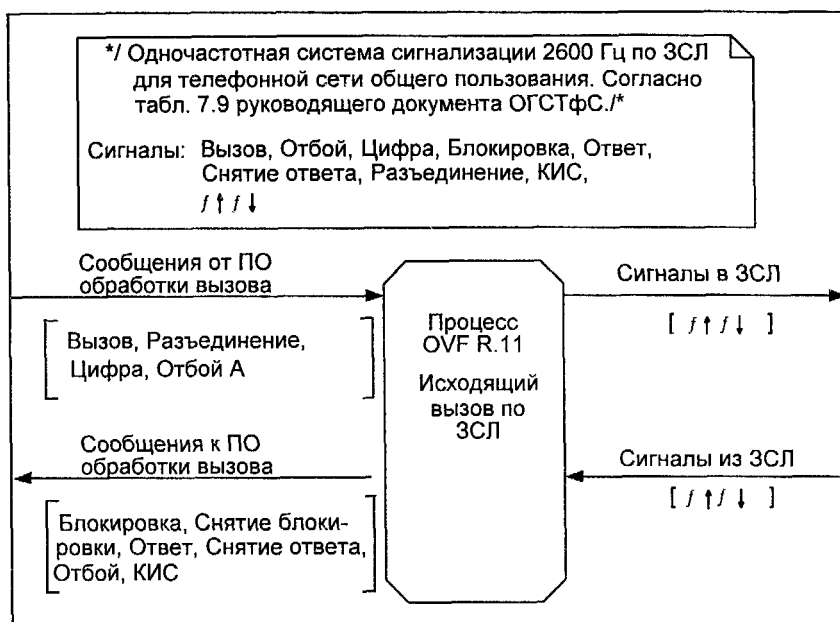


Рис. 5.3. Блок-диаграмма процесса обработки одночастотной сигнализации по ЗСЛ

Последовательность обмена линейными сигналами при установлении соединения по ЗСЛ упрощенно представлена на рис. 5.4, а более строго — в SDL-диаграмме процесса OVF R.11 на рис. 5.5.

Сигнал «Занятие» передается в виде однократной частотной посылки длительностью 200 мс. Вслед за занятием осуществляется набор номера. При декадном наборе импульсы передаются частотными посылками длительностью 40–60 мс.

Сигналы «Ответ» вызываемого абонента после набора номера или «Запрос АОН» передаются одним частотным импульсом 200 мс. «Снятие ответа или запроса АОН» передается двумя частотными импульсами по 200 мс с паузой между ними длительностью 100 мс.

«Отбой» вызываемого абонента передается серией частотных импульсов по 200 мс с паузами 100 мс между ними.

«Разъединение» передается длительной частотной посылкой, время распознавания которой 280–420 мс.

В исходном состоянии возможно появление по ЗСЛ непрерывного частотного сигнала «Блокировка», уровень которого на 4 дБ ниже уровня других сигналов. После достоверного распознавания этого сигнала в течение 100–150 мс ЗСЛ переводится в состояние блокировки.

Таблица 5.1. Перечень линейных сигналов по ЗСЛ

Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один им-пульс 200 ±5 (см. стр. 206, строка 1)	100-150	Один импульс. Посылается в ЗСЛ при новом занятии
НАБОР НОМЕРА	→	Импульс 40-60 Пауза 40-60 (см. стр. 206, строка 2)	Время распознавания для межцифрового интервала 400	Декадные импульсы со скоростью 7-13 импульсов в секунду
РАЗЪЕДИНЕНИЕ	→	Непрерывный (см. стр. 206, строка 4)	280-420	Непрерывный сигнал. Разъединение посылается до обнаружения освобождения, но не менее 550- 800 мс. Если освобождение 20-40 с не приходит, то сигнал разъединения должен быть снят. После этого сигнал "Разъединение" должен посылаться импульсами по 1 с и паузами по 5 мин до обнаружения освобождения
ОТВЕТ (Запрос АОН)	←	Один импульс 200±5 (см. стр. 206, строка 1)	100-150	Один импульс. В ARM-20 длительность этого сигнала 170-260 мс
СНЯТИЕ ОТВЕТА (снятие запроса АОН)	←	Два импульса 200±5 и пауза 100±5 (см. стр. 206, строка 2)	Первый импульс 100-150. Второй импульс 120-130. Пауза 20-30	Два импульса. В координатной станции ARM-20 длительность импульсов 170-230 мс, а длительность пауз 90-130 мс
ОТБОЙ Б	<--	Серии Импульсов 200±5 с паузами 100±5 (см. стр. 206, строка 7)	Первый импульс 100-150. Следующий импульс 120-180, пауза 20-30	Серии импульсов. В координатной станции ARM-20 длительность импульсов 170-230 мс, пауз 90-130 мс
ОСВОБОЖДЕНИЕ	<—	Непрерывный (более чем 650 мс) (см. стр. 206, строка 4)	100-150	Освобождение должно посылаться до снятия сигнала разъединения
БЛОКИРОВКА	<—	Непрерывный (см. стр. 206, строка 4)	100-150	Уровень этого сигнала должен быть на 4 дБ ниже уровня остальных сигналов

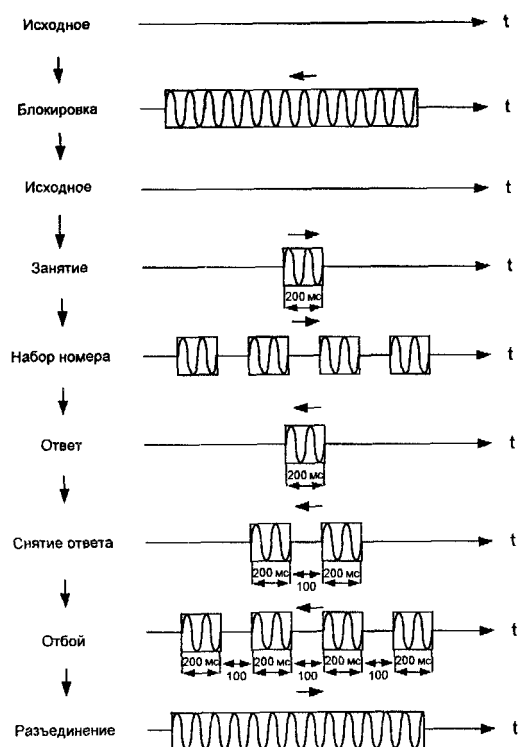


Рис. 5.4. Упрощенная последовательность обработки одночастотной сигнализации по ЗСЛ

Таблица 5.2. Сообщения от ПО обработки вызова к процессу OVF R.I 1

№	Идентификатор	Примечание
1	Новый вызов	Новый исходящий вызов от местной АТС к междугородной станции по ЗСЛ
2	Разъединение, Отбой А	Значение "А положил трубку". Иницирует посылку линейного сигнала по ЗСЛ к АМТС
3	Цифра	Цифра номера вызываемого абонента

Таблица 5.3. Сообщения к ПО обработки вызова от процесса OVF R.11

№	Идентификатор	Примечание
1	Блокировка	Непрерывный сигнал обратного направления по ЗСЛ
2	Ответ Б	Абонент Б ответил или запрос АОН
3	Снятие ответа	Снятие ответа/запроса АОН
4	Отбой Б	Отбой вызываемого абонента
5	КИС	Контроль исходного состояния
6	Снятие блокировки	Снятие освобождения

Таблица 5.4. Перечень состояний процесса обработки одночастотной сигнализации по ЗСЛ

Индекс состояния	Название состояния	Примечание
S1.00	Исходное	Возможен прием сигнала "Блокировка" по соединительной линии или сообщения "Новый вызов" от ПО обработки вызова АТС
S1.01	Предотвечное	Возможен прием 2600 Гц как сигнала "Ответ" (один импульс $200 \pm 5$ мс) или сообщения от ПО обработки вызова АТС об отбое А (абонент А кладет трубку) или цифре
S1.02	Ответ/запрос АОН	Разговор или этап запроса АОН
S1.03	Разъединение	Сигнал разъединения посылается до обнаружения освобождения. Длительность 550-850 мс (рекомендуется 700 мс), но не более чем 20-40 с (рекомендуется 20 с). После 20 с сигнал "Разъединение" должен посылаться длительностью 1 с каждые 5 мин
S1.04	Ожидание перехода в исходное состояние	Сигнал разъединения будет послан после пятиминутного ожидания сигнала "Освобождение"
S1.05	Блокировка	—
S1.10	Трансляция сигнала занятия	От S1.00. Передача занятия. Длительность импульса сигнала прямого направления "Занятие" должна быть $200 \pm 5$ мс
S1.11	Распознавание сигнала "Блокировка"	От S1.00. Обнаружение непрерывного сигнала обратного направления. Время распознавания 100-150 мс
S1.12	Передача сигнала "Разъединение"	От S1.01. Передача сигнала "Разъединение". Минимальная длительность сигнала 550-850 мс
S1.13	Распознавание начала ответа	От S1.01. Распознавание появления импульса сигнала "Ответ"
S1.14	Распознавание ответа	От S1.01. Распознавание импульса ответа $200 \pm 5$ мс
S1.15	Передача разъединения	От S1.02. То же самое значение, что и в S1.12
S1.16	Распознавание частоты	От S1.12. Время 130 мс
S1.17	Распознавание импульса	От S1.02. Время 130 мс
S1.18	Распознавание частоты	От S1.03. Время 130 мс
S1.19	Распознавание частоты	От S1.04. Время 130 мс

Процесс OVF R.11 включает состояния, представленные в табл. 5.4, и следующие значения тайм-аутов:

T0 = 10 мин — непродуктивное занятие ЗСЛ;

T1 = 130 мс — время распознавания импульса;

T2 = 200 мс — время трансляции импульса занятия;

T3 = 700 мс — минимальное время передачи сигнала разъединения (550—850 мс);

T4 = 20 с — максимальное время передачи непрерывного сигнала разъединения;

T5 = 5 мин — снятие разъединения;

T6 = 1 с — передача разъединения.

При получении сообщения от ПО обработки вызова о новом вызове в ЗСЛ посылается частотный импульс длительностью T2=200 мс, означающий «Занятие», и процесс переходит в предответное состояние.

В предответном состоянии S1.01 специальной процедурой трансляции выполняется трансляция цифр номера, набираемого вызывающим абонентом, а процесс остается в предответном состоянии. В этом состоянии возможен отбой вызываемого абонента А, инициирующий посылку сигнала «Разъединение». Трансляция сигнала «Разъединение» осуществляется в переходном состоянии S1.12, минимум 700 мс, из которого, по истечении тайм-аута длительностью T3=700 мс, процесс переходит в состояние разъединения, а затем в течение ближайших 20 с ожидает перехода в исходное состояние.

В состоянии S1.01 возможен также приход частотного сигнала, означающего ответ вызываемого абонента Б, который после фильтрации и соответствующего достоверного распознавания переводит процесс в разговорное состояние S1.02.

В разговорном состоянии возможны как разъединение при отбое вызываемого абонента А, так и отбой вызываемого абонента Б. При этом отбой вызываемого абонента Б передается серией импульсов длительностью  $200 \pm 5$  мс с паузами  $100 \pm 5$  мс. Для анализа ситуации вводятся специальные этапы и соответствующий счетчик приема импульсов (РС). Достоверный прием первого импульса должен обеспечиваться в течение 100-150 мс, а всех последующих импульсов в течение 180 мс. В книге принято решение использовать для фильтрации импульсов единое время T1=130 мс, а фильтрация паузы совпадает со временем распознавания любого частотного сигнала: 20-30 мс. В состоянии S1.02 возможен также прием сигнала «Снятие ответа», который определяется, если счетчик РС=2.

В состоянии разъединения S1.03 ожидается завершение тайм-аута T4=20 с, после чего (если не принят сигнал «Освобождение») процесс переводится в специальный режим посылки сигнала «Разъединение» в виде импульсов по 1 с и пауз по 5 мин до появления сигнала «Освобожде-

ние». Эта процедура осуществляется сменой состояний S1.04 ожидания КИС и S 1.03 разъединения.

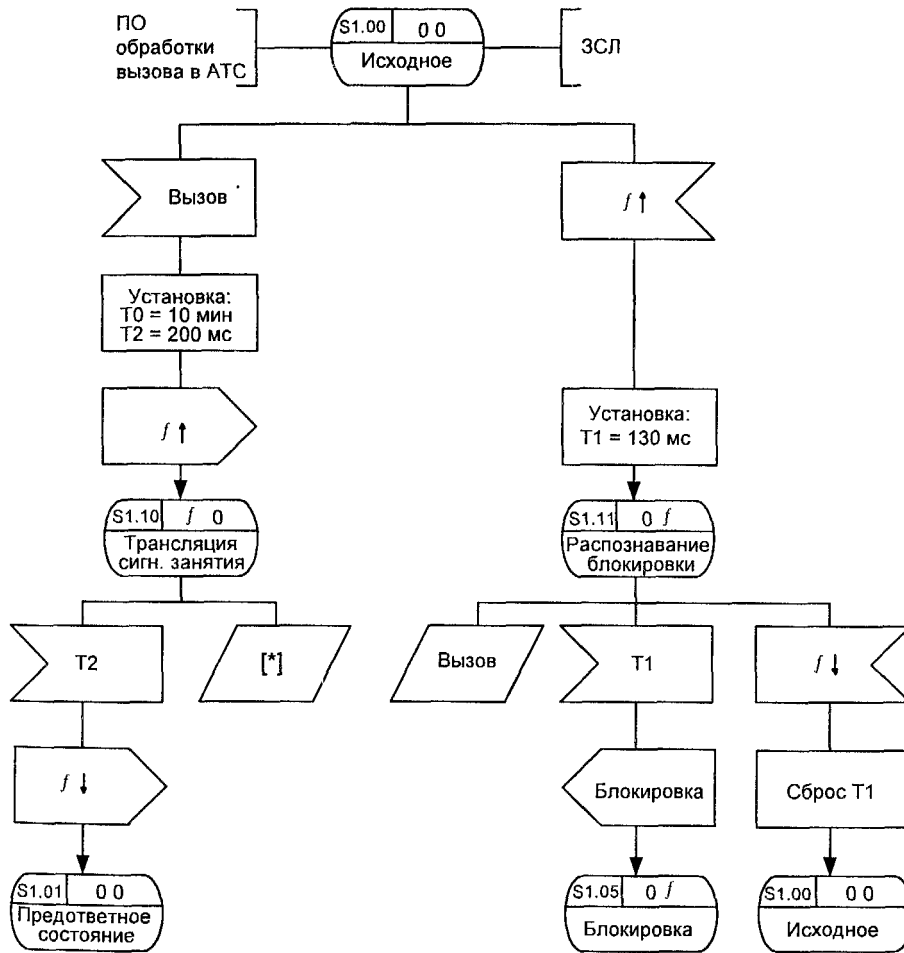


Рис. 5.5. SDL-диаграмма процесса OVF R.11 (1 из 4)



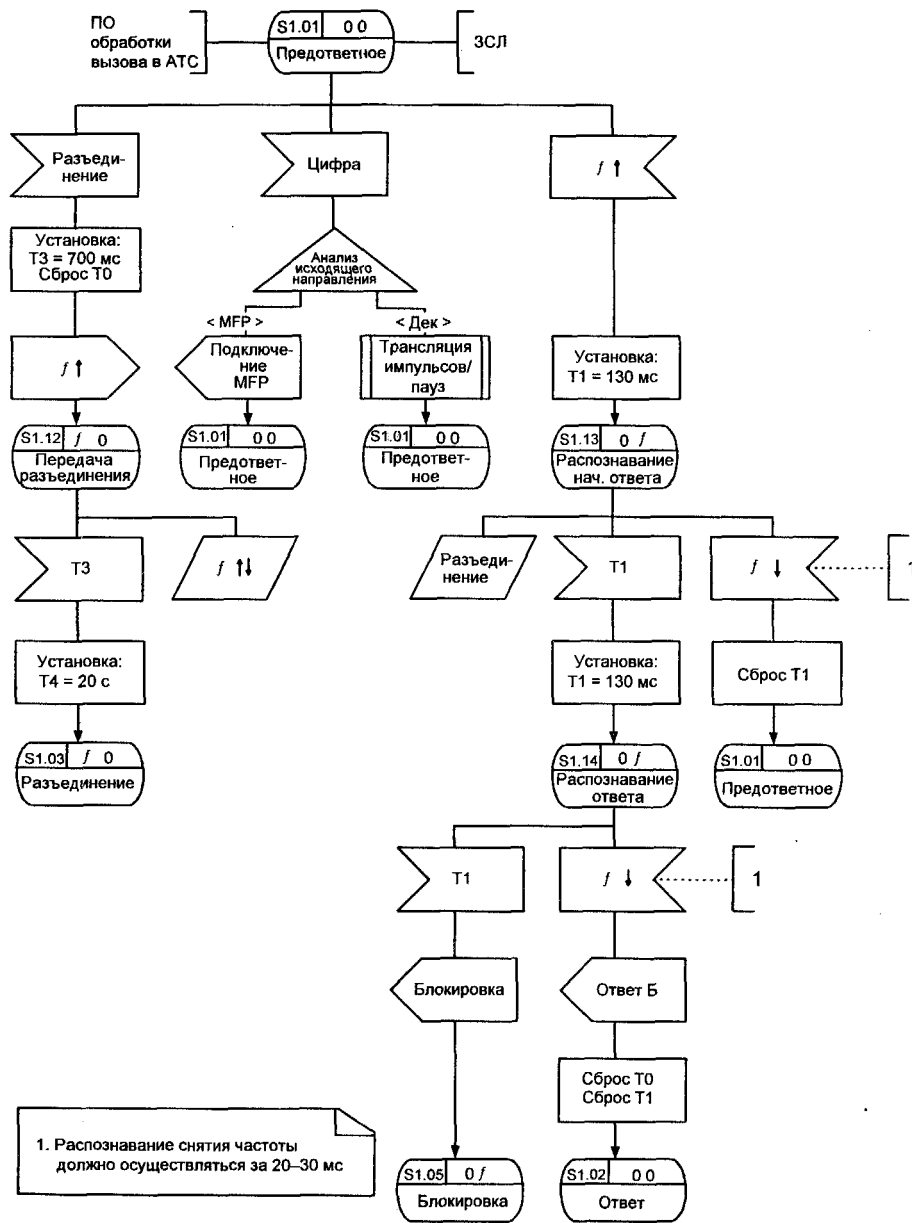


Рис. 5.5. SDL-диаграмма процесса OVF R.11 (2 из 4)

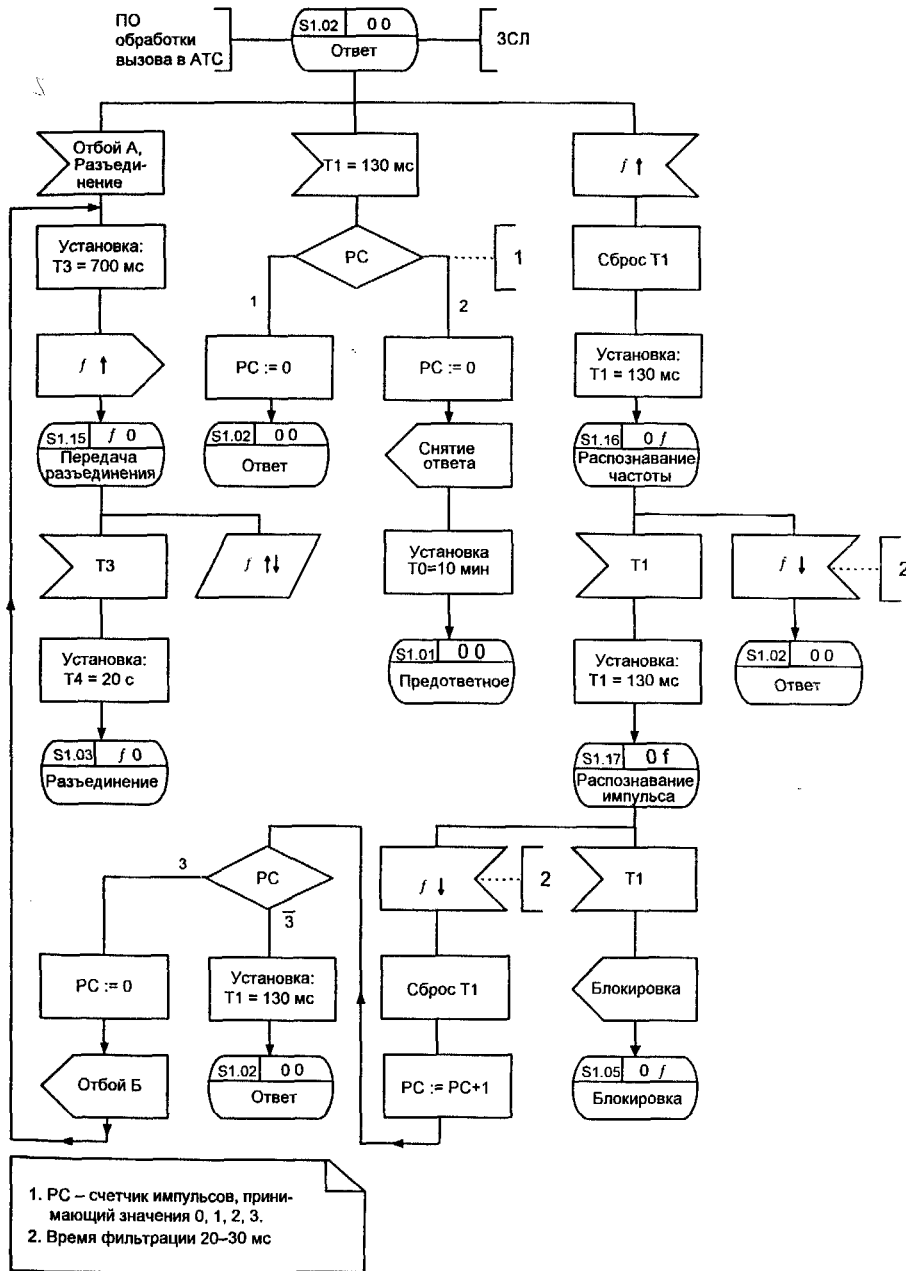


Рис. 5.5. SDL-диаграмма процесса OVF R.11 (3 из 4)

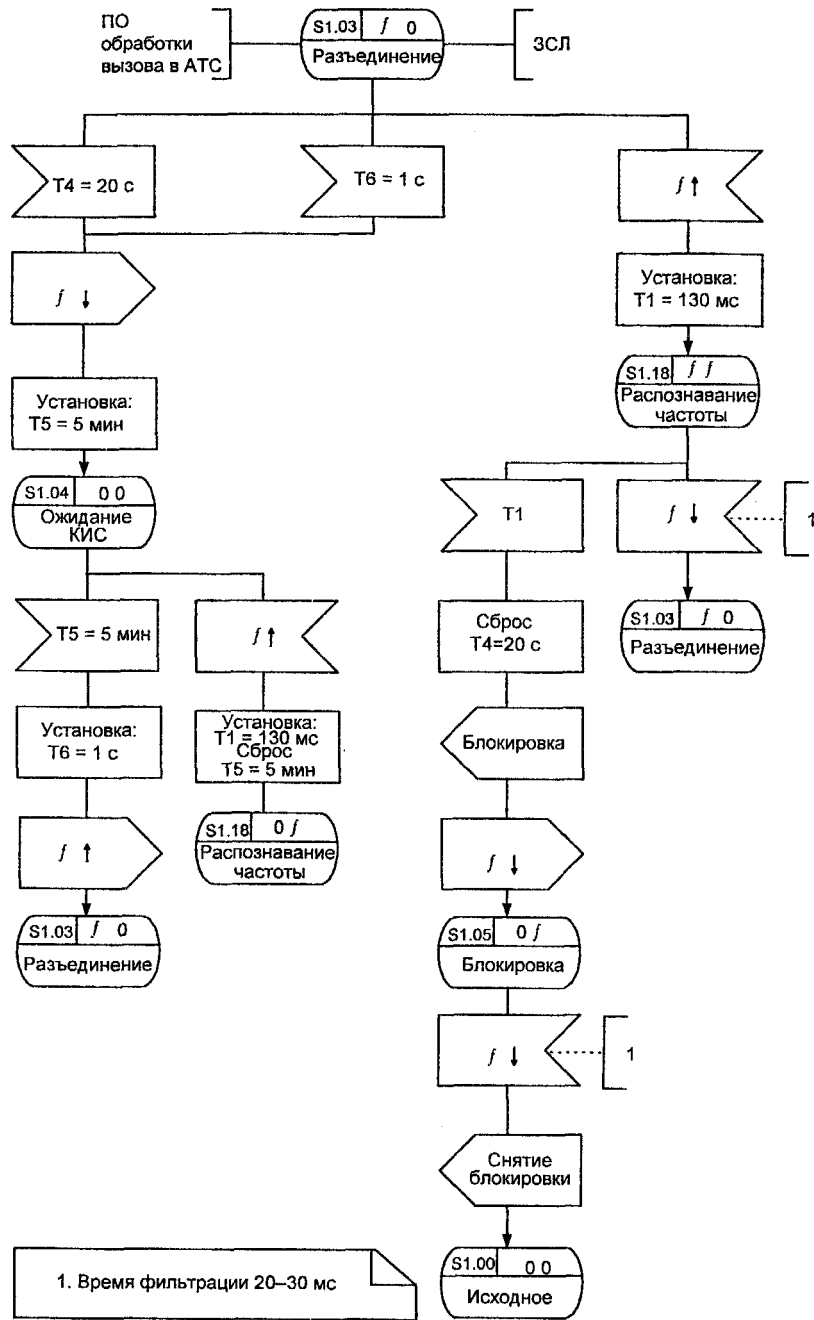


Рис. 5.5. SDL-диаграмма процесса OVF R.I 1 (4 из 4)

### 5.3. ОДНОЧАСТОТНАЯ СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ 2600 Гц ПО ВХОДЯЩИМ МЕЖДУГОРОДНЫМ СОЕДИНИТЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ (СЛМ)

Входящие междугородные соединительные линии (СЛМ) от АМТС также часто оснащаются передающим оборудованием с ЧРК и используют сигнализацию в спектре разговорного канала частотой 2600 Гц.

В данном разделе описывается логика этого протокола сигнализации для входящего междугородного вызова по СЛМ.

На рис. 5.6 представлена блок-диаграмма процесса обработки одночастотной сигнализации 2600 Гц по СЛМ OVF R. 12, а на рис. 5.7 показана упрощенная последовательность обмена сигналами на частоте 2600 Гц при входящем междугородном вызове.

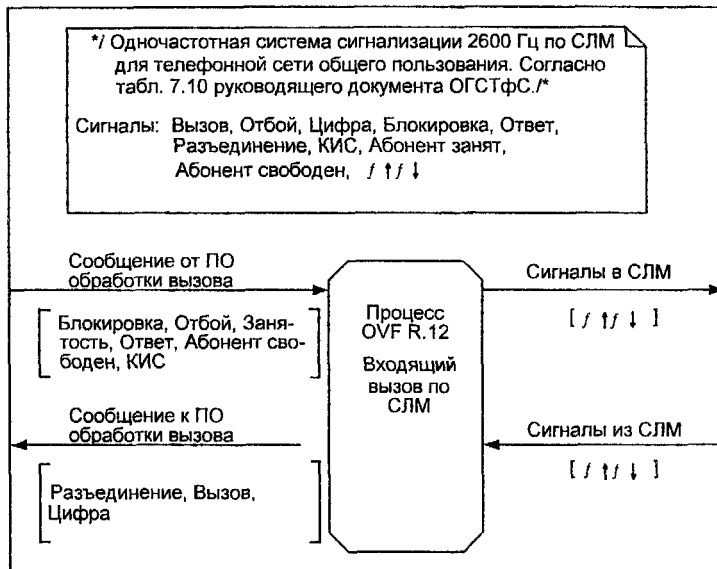


Рис. 5.6. Блок-диаграмма взаимодействия блоков процесса обработки одночастотной сигнализации по СЛМ


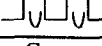
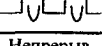
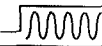
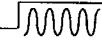
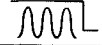
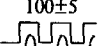
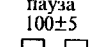

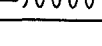
SDL-диаграмма процесса OVF R.12 представлена на рис. 5.8.

Перечень линейных сигналов, передаваемых по СЛМ, а также сообщений между процессом OVF R.12 и ПО обработки вызова АТС представлен в табл. 5.6-5.8.

Список состояний процесса обработки сигнализации 2600 Гц по СЛМ приведен в табл. 5.9.

Свободный канал (в исходном состоянии) характеризуется отсутствием в нем сигнала 2600 Гц. В связи с этим техническое состояние соединительной линии не проверяется при отсутствии входящих вызовов, поэтому свободные соединительные линии должны периодически тестироваться, используя последовательность сигналов «Занятие»/«Освобождение».

Таблица 5.6. Перечень линейных сигналов по СЛМ

Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один импульс $200 \pm 5$ 	100–150	Одиночный импульс. Посылается исходящей станцией в СЛМ при переходе от исходного состояния к состоянию занятия. В АМТС-3 длительность этого сигнала составляет $80 \pm 6$ мс
НАБОР НОМЕРА	→	Импульсы 40–60 Паузы 40–60 	Время распознавания для межцифрового интервала 400	Декадные импульсы с $V=7/13$ в секунду. В АМТС-3 декадные импульсы набора номера 40–90 мс, пауза 36–60 мс
ПОВТОРНЫЙ ВЫЗОВ (Сброс)	→	Серия имп. $200 \pm 5$ и пауз $100 \pm 5$ 	Импульс 120–180 Пауза 20–30	Этот сигнал может быть послан, когда абонент Б положит трубку после разговора в случае полуавтоматического вызова
РАЗЪЕДИНЕНИЕ (Отбой вызывающего абонента)	→	Непрерывный Минимальная длительность 550–850 	280–420	Непрерывный сигнал посылается до обнаружения освобождения, но не менее 550–850 мс. Если освобождение не приходит 20–40 с, то сигнал "Разъединения" должен быть снят. После этот сигнал должен посылаться импульсами по 1 с и паузами по 5 мин до обнаружения освобождения.
Б СВОБОДЕН	←	Непрерывный Минимум 195 	100–150	Непрерывно до ответа абонента Б, но не меньше 195 мс
ОТВЕТ	←	Снятие сигн. Б свободен 	-	Задний фронт импульса "Б свободен"
ОТБОЙ Б	←	Серия имп. $200 \pm 5$ с паузами $100 \pm 5$ 	Первый имп 100–150, а следующие импульсы 120–180 пауза 20–30	
Б ЗАНЯТ	←	Два импульса- $200 \pm 5$ пауза $100 \pm 5$ 	Первый импульс 100–150, второй 120–180, пауза 20–30	
ОСВОБОЖДЕНИЕ	←	Непрерывный (<650) 	100–150	Сигнал освобождения должен посылаться до снятия сигнала разъединения
БЛОКИРОВКА	←	Непрерывный 	100–150	Уровень этого сигнала должен быть на 4 дБ ниже уровня остальных сигналов

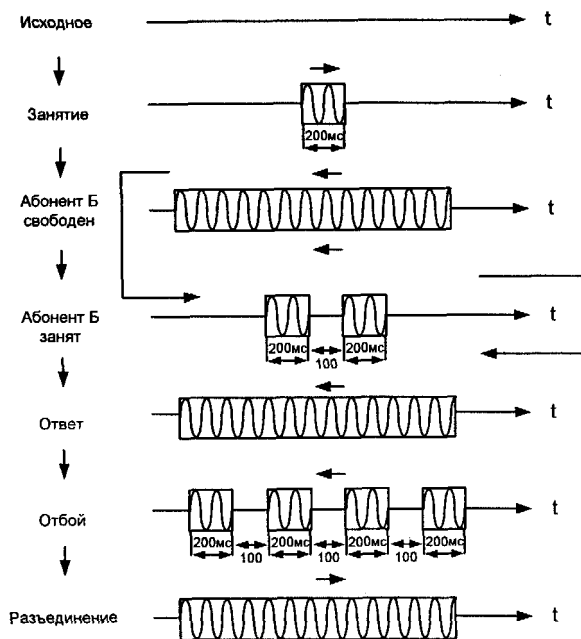


Рис. 5.7. Упрощенная последовательность обмена одночастотной сигнализации по СЛМ

Таблица 5.7. Сообщения от ПО обработки вызова к процессу OVF.R.12

№	Идентификатор	Примечание
1	Блокировка	Посылка в СЛМ непрерывного сигнала
2	Снятие блокировки	Прекратить передачу сигнала блокировки
3	Б занят	Абонент Б занят
4	Ответ Б	Абонент Б снимает трубку
5	Б свободен	Абонент Б свободен
6	Отбой Б	Абонент Б кладет трубку в разговорном состоянии

Таблица 5.8. Сообщения от процесса OVF.R.12 к ПО обработки вызова

№	Идентификатор	Примечание
1	Новый вызов	Новый входящий вызов по СЛМ
2	Набор номера	Цифры номера абонента Б
3	Повторный вызов	Повторный вызов абонента Б, когда он положил трубку после разговора
4	Разъединение	Абонент А кладет трубку
5	Снятие повторного вызова	Прекращение сигнала посылки вызова во время повторного вызова
6	Исходное состояние	

Таблица 5.9. Список SDL-состояний процесса обработки вызовов по СЛМ

Индекс состояния	Название состояния	Примечание
S2.00	Исходное	Возможен прием 2600 Гц в качестве сигнала занятия из соединительной линии или сообщения о блокировке от ПО обработки вызова
S2.01	Предотвеченное	Возможен прием 2600 Гц в качестве сигнала разъединения или сигналов набора номера, или сообщения от ПО обработки вызова о состоянии вызываемого абонента
S2.03	Отбой вызываемого абонента	Абонент Б кладет трубку
S2.04	Б свободен	Абонент Б свободен
S2.05	Ответ	Разговор
S2.06	Б занят	Абонент Б занят
S2.07	Повторный вызов	Повторный вызов
S2.08	Ожидание перехода в исходное состояние	
S2.09	Блокировка	Блокируется СЛМ по команде от ПО АТС
S2.10	Распознавание занятия	От S1.00. Распознавание занятия. Длительность импульса должна быть $200 \pm 5$ мс
S2.11	Распознавание разъединения	От S2.01. Распознавание разъединения 280-420 мс ( $T_2=250$ мс). Минимальная длительность сигнала 550-850 мс
S2.12	Б занят 1	1-ый импульс "Б занят", 200 мс
S2.13	Б занят 2	Пауза 100 мс
S2.14	Б занят 3	2-ой импульс сигнала "Б занят", 200 мс
S2.15	Посылка "Б свободен"	Непрерывный сигнал не менее 200 мс до ответа абонента
S2.16	Распознавание разъединения	Распознавание частоты $< 200$ мс в состоянии Б свободен (S2.04)
S2.17	Распознавание разъединения	Распознавание частоты в ответном состоянии
S2.18	Распознавание разъединения	Распознавание частоты $< 250$ мс в состоянии занятости Б
S2.19	Распознавание разъединения	Распознавание частоты $< 250$ мс в состоянии отбоя вызываемого абонента

Если входящая местная АТС по каким-либо техническим причинам не может обрабатывать новые входящие вызовы, она переводит СЛМ в состояние блокировки, для чего в канал посылается непрерывный частотный сигнал. Уровень сигнала в этом случае меньше уровня всех других сигналов на 4 дБ, чтобы не перегружать соединительную линию.

Согласно рис. 5.7, в исходном состоянии АТС местной сети должна быть готова к приему сигнала «Занятие», который переводит соединительную линию в предответное состояние.

В предответном состоянии станция должна принять либо декадные импульсы набора номера посредством посылок 2600 Гц, либо многочастотные сигналы методом «импульсный челнок». После того как номер вызываемого абонента принят, станция проверяет состояние абонента и переводит СЛМ либо в состояние «Б свободен», либо в состояние занятости абонента Б.

Если вызываемый абонент свободен, передается непрерывный сигнал 2600 Гц. В этот же момент в абонентскую линию вызываемого абонента транслируется индукторный сигнал посылки вызова. Длительность посылки составляет 1 с, а паузы — 2с.

Если вызываемый абонент ответил, прекращается посылка частотного сигнала и СЛМ переходит в разговорное состояние.

Если вызываемый абонент занят, входящая АТС сообщает о состоянии вызываемого абонента путем передачи двух посылок 2600 Гц, имеющих длительность 200 мс, с паузой между ними 100 мс. Если абонент занят другим междугородным соединением, то в дополнение к этим двум посылкам в соединительную линию должен быть также послан акустический сигнал «Занято».

При местном занятии вызываемый абонент, уже участвующий в другом, ранее начатом разговоре, должен быть оповещен о входящем междугородном вызове оператором междугородной станции после его подключения к разговору. После прекращения первого разговора вызываемый абонент снова считается свободным с удержанием приборов разговорного тракта. При отбое вызываемого абонента АМТС информируется об этом серией частотных посылок длительностью 200 мс с паузами 100 мс.

Если абонент снова потребует оператора междугородной станции, последний посылает сигнал повторного вызова, который также является серией частотных посылок длительностью 200 мс с паузами 100 мс. Этот сигнал переводит соединительную линию в состояние повторного вызова. Если абонент снова снимает трубку, прекращается передача линейного сигнала «Отбой Б» и линия возвращается в разговорное состояние.

В состоянии повторного вызова в абонентскую линию посылается вызывной сигнал. Формально реальная посылка вызова должна соответствовать периодичности линейного сигнала посылки вызова, т. е. пока в



соединительной линии передается линейный сигнал «Посылка вызова», посылается индукторный вызов в телефонный аппарат вызываемого абонента, а когда сигнал «Посылка вызова» снимается, индукторный вызов прекращается. Возможно также осуществлять автоматическое управление посылками вызова непосредственно в местной АТС. После того, как вызываемый абонент отвечает, посылки вызова должны прекратиться независимо от наличия линейного сигнала повторного вызова.

В любом состоянии может быть распознан непрерывный сигнал «Разъединение» (отбой вызывающего абонента), переводящий соединительную линию в состояние ожидания сигнала «Освобождение».

SDL-диаграмма процесса обработки одночастотной сигнализации OVF R.12 представлена на рис. 5.8.

Процесс имеет следующие тайм-ауты:

T1 = 120 мс— время распознавания сигнала «Занятие», T2 = 350 мс— время распознавания сигнала «Разъединение», T4 = 200 мс— время посылки импульсов сигналов «Б занят» и «Б свободен», T5 = 100 мс— время паузы сигнала «Б занят».

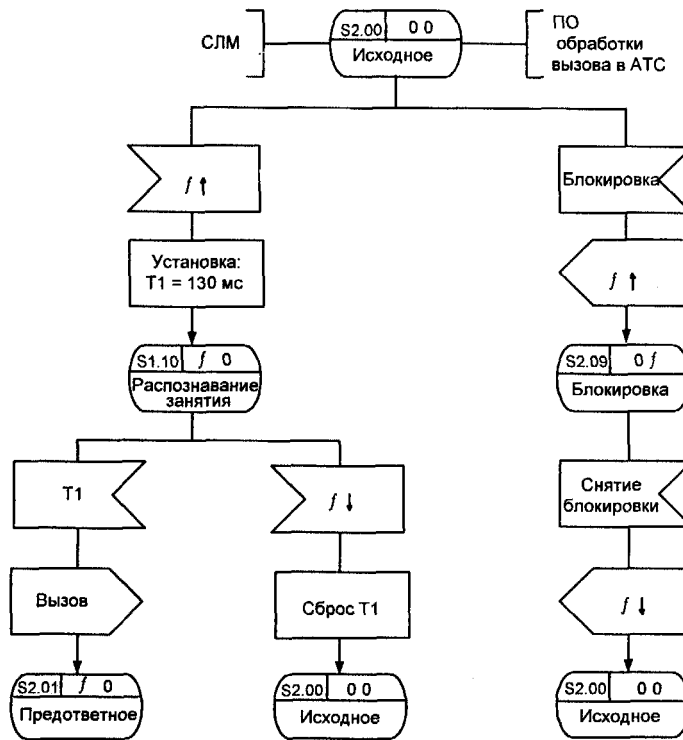


Рис. 5.8. SDL-диаграмма процесса OVF R.12 (1 из 5)

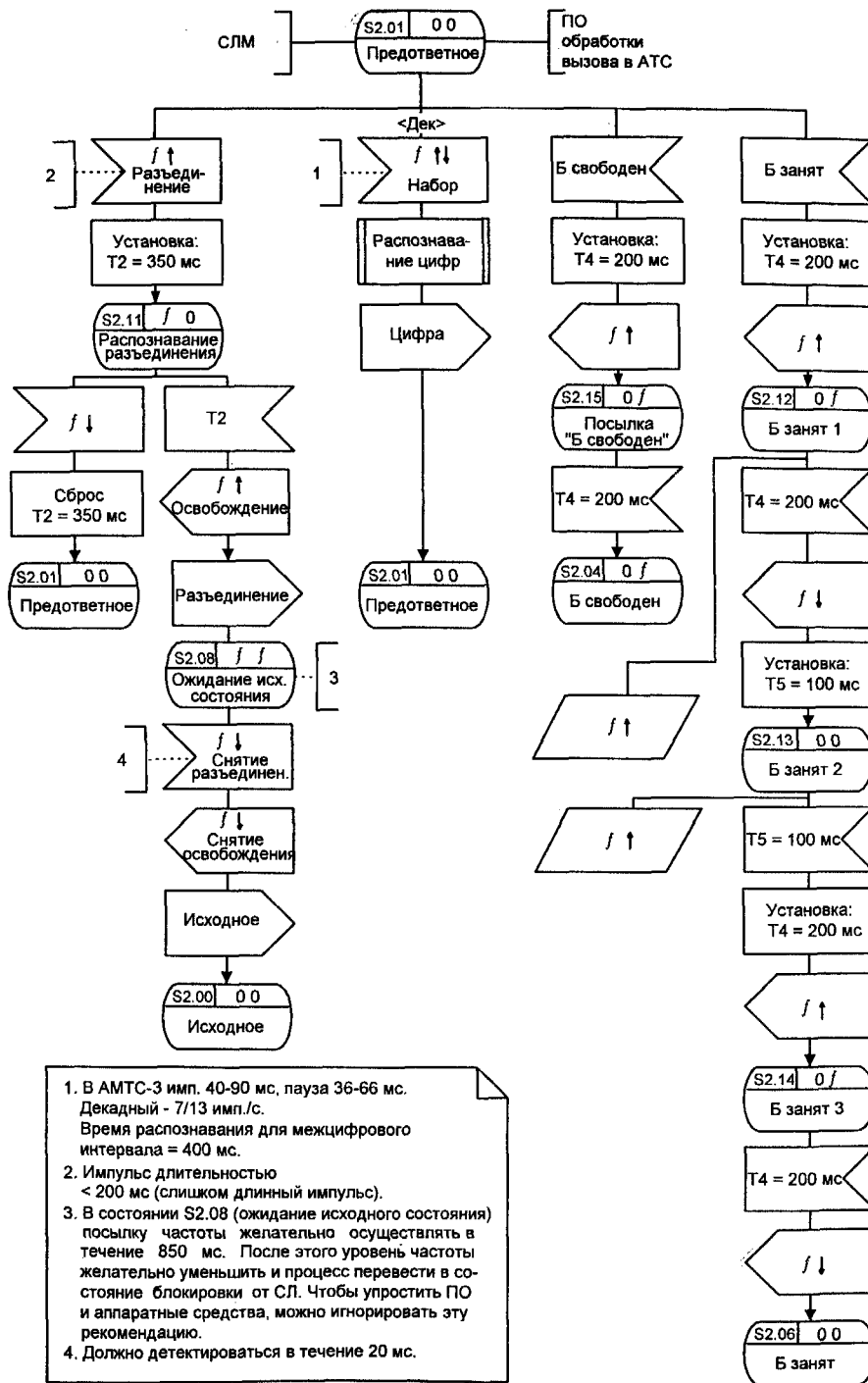


Рис. 5.8. SDL-диаграмма процесса OVF R.12 (2 из 5)

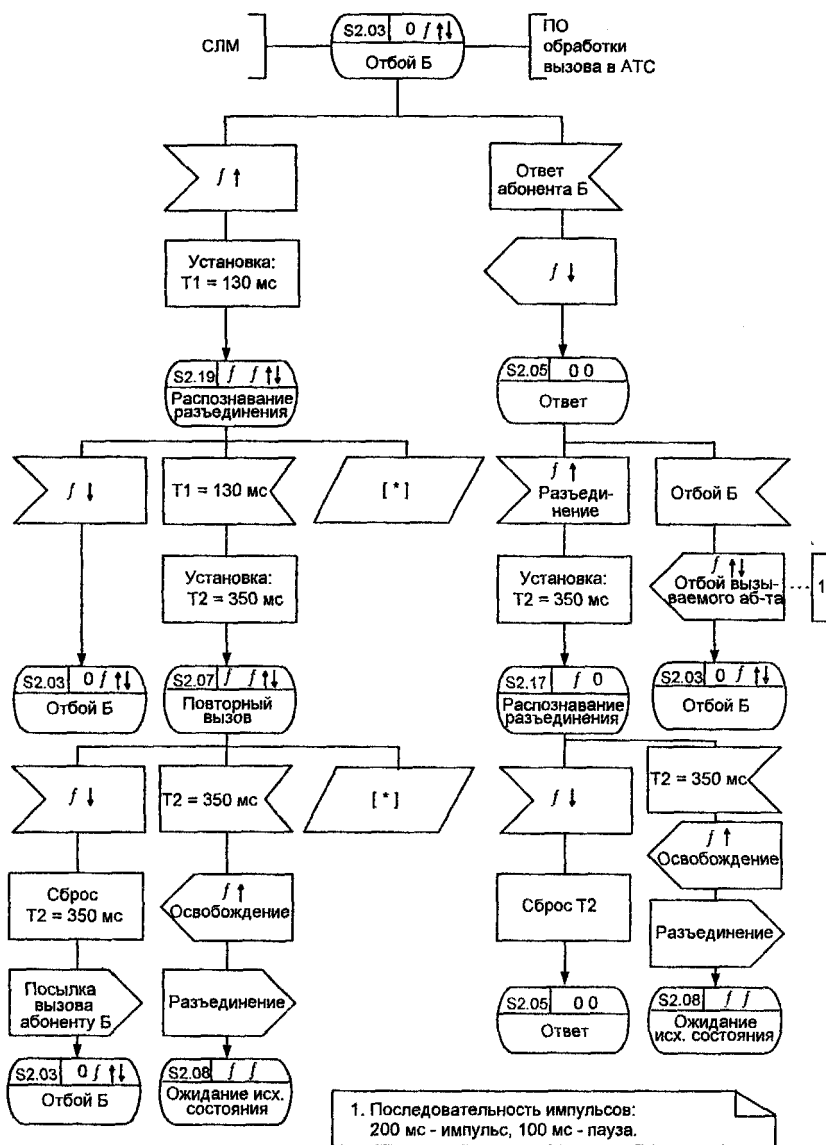


Рис. 5.8. SDL-диаграмма процесса OVF R.I 2 (3 из 5)

В исходном состоянии возможно получение команды блокировки канала от ПО обработки вызова местной АТС. После этого в канал направляется непрерывная частота 2600 Гц и процесс переходит в состояние блокировки S2.09. Переход в это состояние происходит, как правило, в случае технической неисправности комплектов АТС или самой входящей соединительной линии СЛМ, что происходит достаточно редко.

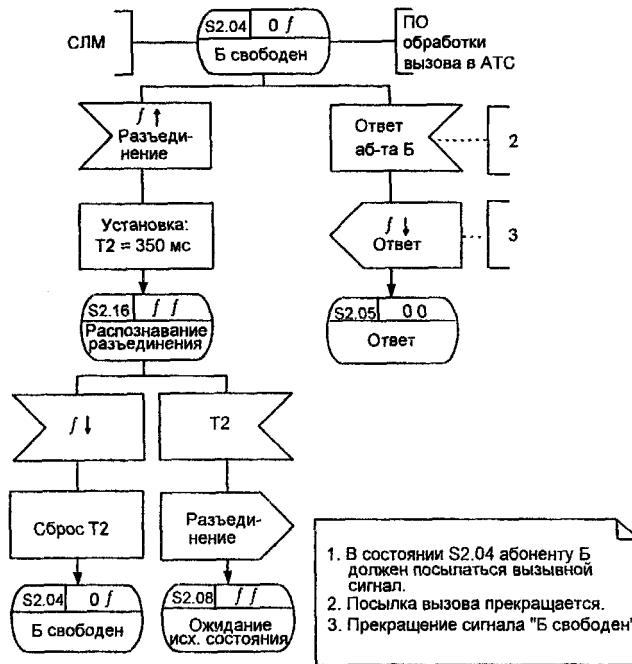


Рис. 5.8. SDL-диаграмма процесса OVF R.I 2 (4 из 5)

Более частой ситуацией является появление в том же исходном состоянии S2.00 частотной посылки, которая может означать сигнал «Занятие». При появлении частотной посылки вводится тайм-аут T1=130 мс, и процесс переходит в состояние S2.10 детектирования сигнала «Занятие». В этом состоянии возможны два варианта. Первый вариант — это снятие частоты 2600 Гц в течение периода T=130 мс, после чего сбрасывается тайм-аут T1 и процесс возвращается в исходное состояние. Это означает, что в канале была помеха в виде кратковременного частотного сигнала. Второй вариант— это завершение тайм-аута 130 мс, что означает реальное появление сигнала «Занятие».

В последнем случае в программное обеспечение обработки вызова посылается сообщение о появлении нового вызова и процесс переходит в пред ответное состояние S2.01.

В предответном состоянии осуществляется прием номера вызываемого абонента либо многочастотным кодом «2 из б» методом «импульсный челнок», для чего необходимо подключить приемник многочастотной сигнализации (MFS), либо декадным кодом, который представляет собой последовательность импульсов и пауз одночастотных посылок, разделяемых межцифровыми интервалами. В каждом межцифровом интервале определяется, какая цифра была принята, и значение этой цифры передается в ПО обработки вызова.

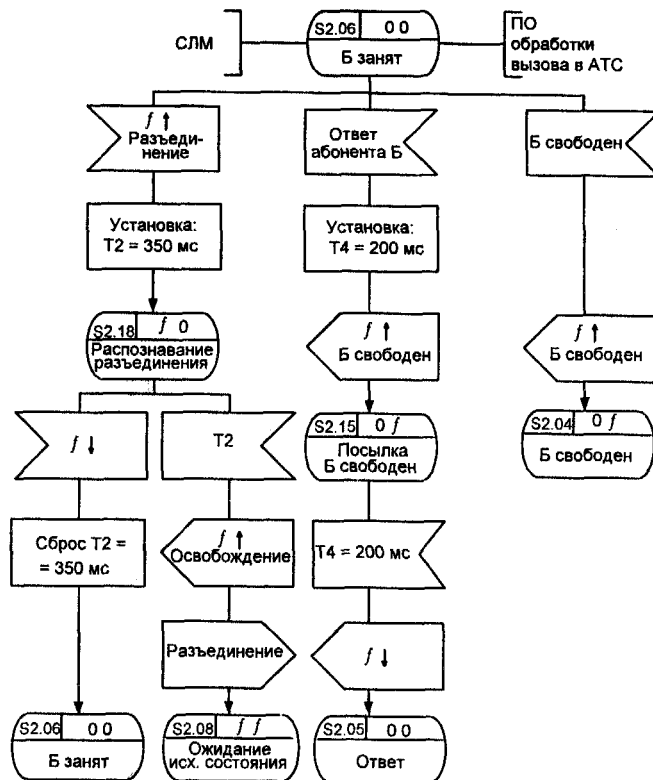


Рис. 5.8. SDL-диаграмма процесса OVF R.12 (5 из 5)

Длительность импульсов и пауз составляет 40-60 мс, а межцифровой интервал должен превышать 400 мс. В случае работы с АМТС-3 декадные импульсы набора могут составлять 40-90 мс, а паузы 36-60 мс.

После получения необходимого для ПО обработки вызовов местной АТС количества цифр номера определяется состояние вызываемого абонента Б и посылается сообщение в процесс OVF R.12 о состоянии вызываемого абонента.

В том случае, если абонент Б свободен, вводится тайм-аут 200 мс и начинается посылка частотного сигнала в канал, а процесс переходит в состояние S2.15 посылки сигнала «Б свободен». После завершения тайм-аута T4=200 мс процесс переходит в состояние S2.04 «Б свободен».

В случае занятости абонента Б устанавливается тот же тайм-аут T4, в канал начинается посылка частоты 2600 Гц и процесс переходит в состояние S2.12 «Б занят I». По завершении тайм-аута T4=200 мс частота снимается, устанавливается следующий тайм-аут T5=100 мс, а процесс переходит в состояние S2.13 — вторая фаза посылки сигнала — «Б занят 2». После завершения T5=100 мс опять устанавливается тайм-аут T4=200 мс и вновь посылается частота. Процесс переходит в состояние

S2.14 третьей фазы посылки сигнала «Б занят 3». После того, как тайм-аут T4 заканчивается, частотная посылка снимается и процесс переходит в состояние S2.06 занятости абонента Б.

И наконец, в предответном состоянии возможно появление частотной посылки длительностью, превышающей длительность импульса, что означает «Разъединение» (отбой абонента А). Время детектирования этого сигнала T2 выбрано равным 350 мс, соответственно при появлении частотного сигнала, большего 200 мс, устанавливается тайм-аут T2=350 мс и процесс переходит в состояние S2.11 распознавания разъединения.

В этом случае возможно:

- снятие частоты: это означает, что сигнал «Разъединение» не принят и процесс возвращается в предответное состояние с соответствующим сбросом тайм-аута 350 мс,

- завершение тайм-аута: это означает, что пришел реальный сигнал «Разъединение».

В последнем случае посылается встречный частотный сигнал «Освобождение», означающий контроль исходного состояния, и процесс переходит в состояние S2.08 ожидания снятия сигнала «Разъединение» и перехода в исходное состояние.

В состоянии S2.04 «Б свободен» продолжается частотная посылка в СЛМ. Эта посылка была начата в предответном состоянии после получения сообщения о том, что вызываемый абонент свободен, и в соответствии с требованиями уже передавалась в состоянии S2.15 не менее 195 мс.

В состоянии S2.04 этот частотный сигнал будет продолжать транслироваться до момента ответа вызываемого абонента. Как только пришло сообщение об ответе вызываемого абонента, снимается частота, что означает передачу сигнала «Ответ», и процесс переходит в разговорное состояние S2.05.

В этом же состоянии «Б свободен» возможно появление частотной посылки со стороны АМТС, время фильтрации которой составляет не менее 350 мс. Для фильтрации сигнала «Разъединение» вводится дополнительное состояние S2.16 распознавания разъединения, в котором возможно либо завершение тайм-аута T2=350 мс и переход в состояние S2.08 ожидания исходного состояния, либо снятие частоты до завершения тайм-аута T2=350 мс, после чего осуществляется возврат в состояние S2.04 «Б свободен».

После ответа вызываемого абонента процесс переходит в разговорное состояние S2.05, в котором возможно появление сигнала «Разъединение», который также является частотной посылкой, детектируемой в течение не менее 350 мс. В случае более короткой частотной посылки процесс возвращается в разговорное состояние, а при наличии частоты не

менее 350 мс определяется, что это реальный сигнал «Разъединение», в канал посылается частотная посылка - сигнал «Освобождение», а процесс переходит в состояние S2.08 ожидания исходного состояния.

Возможно также появление сообщения от ПО местной АТС об отбое абонента Б. В этом случае в канал посылается последовательность импульсов длительностью 200 мс с паузой 100 мс и процесс переходит в состояние S2.03 отбоя абонента Б. В этом состоянии возможно появление из канала сигнала «Разъединение», детектируемого в течение 350 мс. либо более коротких частотных посылок, представляющих собой сигнал «Повторный вызов».

В последнем случае процесс переходит в состояние S2.07 повторного вызова. В этом состоянии ожидается поступление частотных посылок с длительностью 200 мс каждая и паузами 100 мс.

При появлении частотной посылки длительностью, превышающей 200 мс, производится дополнительное ее детектирование в течение  $T_2=350$  мс. Данная частотная посылка определяется как сигнал «Разъединение», и процесс переходит в состояние S2.08.

При появлении сообщения от ПО обработки вызовов АТС «Ответ Б», ради которого и осуществляется повторный вызов, процесс возвращается в разговорное состояние S2.05. В этой ситуации в состоянии S2.05 возможно продолжение приема частоты еще в течение какого-то короткого времени, а снятие частотной посылки от АМТС может произойти уже непосредственно в разговорном состоянии S2.05.

Состояние S2.06 занятости абонента Б предполагает также в случае полуавтоматической связи подключение оператора междугородной телефонной станции к занятому абоненту с последующей реализацией процедуры, описанной в 3 и 4 главах для протоколов сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам и по трехпроводным соединительным линиям. После данного вмешательства возможны два случая:

- когда абонент В (третий абонент) первым вешает трубку: в этом случае появляется сообщение «Ответ Б», устанавливается тайм-аут 200 мс для передачи импульсного сигнала «Б свободен» и процесс переходит в состояние S2.15 для посылки сигнала «Б свободен», по завершении тайм-аута  $T_4$  частота снимается и процесс переходит в состояние ответа S2.05;
- когда вызываемый абонент Б первым кладет трубку: сигнал «Б свободен» направляется в СЛМ в виде непрерывного частотного сигнала длительностью не менее 195 мс. Данный сигнал передается до того момента, когда абонент Б опять снимет трубку, и процесс перейдет в разговорное состояние S2.05.

В состоянии S2.06 занятости абонента Б также возможно появление сигнала «Разъединение» от АМТС, время фильтрации которого составляет, как обычно, 350 мс. В случае успешной фильтрации процесс переходит в состояние S2.08 ожидания исходного состояния.

#### **5.4. ОДНОЧАСТОТНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ НА МЕЖДУГОРОДНЫХ И ВЕДОМСТВЕННЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЯХ**

Рассматриваемый в данной главе метод одночастотной сигнализации 2600 Гц используется также на междугородных и ведомственных телефонных сетях. В обоих случаях протоколы сигнализации несколько проще, чем описанные в разделах 5.2 и 5.3 системы сигнализации по ЗСЛ и СЛМ. Это обусловлено отсутствием в этих протоколах процедуры автоматического определения номера вызывающего абонента (АОН) и другими причинами.

В связи с этим рассмотрение вышеупомянутого протокола сигнализации для междугородных каналов ограничивается представленной в табл. 5.10 информацией. Для читателя, уже проработавшего материал предыдущих разделов данной книги, самостоятельное написание SDL-диаграммы для процесса обработки этого протокола сигнализации по аналогии с разделами 5.2 и 5.3 не составит большого труда.

По соединительным линиям ведомственных телефонных сетей также передаются сигналы управления, линейные и акустические сигналы. Сигналы управления посылаются декадным способом током тональной частоты или многочастотным кодом. Линейные сигналы кодируются по длительности.

Сигнальная частота для стандартных каналов тональной частоты ведомственных сетей также выбирается в полосе от 2000 до 3000 Гц. На сети связи железнодорожного транспорта, в частности, между устанавливаемыми на канальных окончаниях комплектами дальнего набора (КДН), используются следующие частоты: для стандартных каналов с полосой 300-3400 Гц — частота 2100 Гц, а для деленных каналов с полосой 300-1700 Гц — частота 1600 Гц. Однако в большинстве случаев для стандартных каналов желателен переход на частоту 2600 Гц, поскольку частота 2100 Гц используется в аппаратуре передачи данных и для управления работой эхозаградителей.

Линейные сигналы на частоте 2600 Гц включают в себя сигнал «Занятие» (60-100 мс), сигнал «Ответ абонента Б» (60-100 мс), сигналы «Отбой», «Разъединение» (700-900 мс). Среди акустических сигналов передаются «Ответ станции», «Контроль посылки вызова» и «Занято».



Таблица 5.10. Сигнальные коды одночастотной сигнализации 2600 Гц по междугородной сети

Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один импульс 200±5 (см. стр. 206, строка 1)	100-150	Однократный импульс. Посылается в канал при новом занятии. В координатных станциях ARM-20 (АМТС-5) длительность импульса 170-260 мс
РАЗЪЕДИНЕНИЕ	→	Непрерывный Минимальная длительность 550-850 (см. стр. 206, строка 4)	280-420	Непрерывный сигнал. Разъединение посылается до обнаружения освобождения, но не менее 550-850 мс. Если освобождение за 20°0 с не приходит, то сигнал "Разъединение" должен быть снят. После этого этот сигнал должен посылаться импульсами по 1 с и паузами по 5 мин до обнаружения освобождения
ПОВТОРНЫЙ ВЫЗОВ (СБРОС)	-->	Серия импульсов 200±5 и пауз 100±5	Импульс 120-180 Пауза 20-30	Этот сигнал может быть послан, когда абонент Б положит трубку после разговора (состояние после ответа) в случае полуавтоматического вызова
Б-СВОБОДЕН	<—	Непрерывный. Минимум 195	100-150	Непрерывно до ответа абонента Б, но не меньше 195 мс
ОТВЕТ	<--	Снятие сигнала "Б свободен"	-	Задний фронт импульса "Б свободен"
ОТБОЙ Б	<--	Серия импульсов 200±5 с паузами 100±5 (см. стр. 206, строка 7)	Импульс 100-150. Пауза 20-30	
ПОВТОРНЫЙ ОТВЕТ	<—	Снятие импульсов		Прекращение сигнала отбоя
Б ЗАНЯТ	<—	Два импульса 200±5 с паузой 100±5	100-150	
ОСВОБОЖДЕНИЕ	<—	Непрерывный (см. стр. 206, строка 4)		Распознается после передачи сигнала разъединения в течение 550-850 мс
БЛОКИРОВКА	<—	Непрерывный (см. стр. 206, строка 4)		Уровень этого сигнала должен быть на 3 дБ ниже уровня остальных сигналов

В табл. 5.11 приведены сигнальные коды одночастотной сигнализации 2600 Гц на ведомственных сетях, а в табл. 5.12 показаны сигналы (линейные и акустические) и последовательность их передачи по каналам ведомственной сети при успешном вызове (декадный способ передачи набора номера). Если вызываемый абонент занят другим соединением, то на четвертом этапе соединения со стороны входящего направления будет передаваться акустический сигнал «Занято». На следующем этапе в исходящем направлении будет передан сигнал «Разъединение». Посылка сигнала длительностью более 800 мс хотя бы с одного конца канала обеспечивает освобождение канала и комплектов дальнего набора.

Таблица 5.11. Сигнальные коды одночастотной сигнализации 2600 Гц по ведомственным сетям


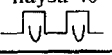

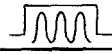

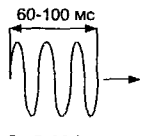

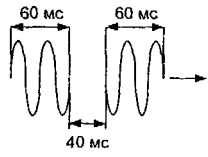
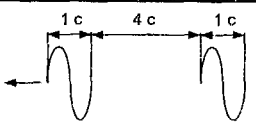
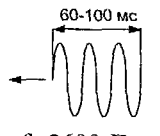
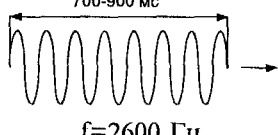
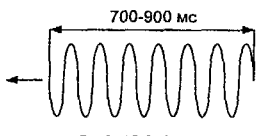
Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один имп. $80 \pm 20$ 	40	Однократный импульс
НАБОР НОМЕРА	→	Имп. 60, пауза 40 	25	
РАЗЪЕДИ- НЕНИЕ	→	$800 \pm 100$ 	>600	Распознавание свыше 600 мс
ОТВЕТ	←	Один имп. $80 \pm 20$ 	40	
ОТБОЙ	←	$800 \pm 100$ 	>600	Распознавание свыше 600 мс

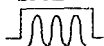
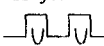
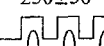
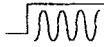
Таблица 5.12. Последовательность линейных и акустических сигналов одночастотной системы сигнализации 2600 Гц по каналам ведомственной сети при успешном установлении соединения

Сигнал	Направление передачи и форма сигналов		
	Исходящее	Входящее	
1. Занятие канала	 $f=2600 \text{ Гц}$		
2. Ответ станции		 $f=425\pm 25 \text{ Гц}$	
3. Набор номера	 $f=2600 \text{ Гц}$		
4. Контроль посылки вызова		 $f=425\pm 25 \text{ Гц}$	
5. Ответ абонента		 $f=2600 \text{ Гц}$	
6. Отбой	со стороны вызывающего абонента	 $f=2600 \text{ Гц}$	
	со стороны вызываемого абонента		 $f=2600 \text{ Гц}$

### 5.5. ОДНОЧАСТОТНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ 2100 ИЛИ 1600 Гц ДЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ВНУТРИЗОНОВОЙ СВЯЗИ

Протокол одночастотной сигнализации на частоте 2100 или 1600 Гц для полуавтоматической внутризонавой телефонной связи принципиально отличается от уже рассмотренных в данной главе протоколов, где обмен линейными сигналами идет как в прямом, так и в обратном направлениях. Эта сигнализация включает линейные сигналы, передаваемые только в прямом направлении (от исходящего конца), которые представлены в табл.5.13.

Таблица 5.13. Сигнальные коды одночастотной системы сигнализации для полуавтоматической внутризонавой связи

Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один импульс 250±50 	100–150	Однократный импульс
НАБОР НОМЕРА	→	Импульс 60 Пауза 40 	20–30	
ПОВТОРНЫЙ ВЫЗОВ (СБРОС)	→	Серия импульсов 250±50 	100–150	Передается на протяжении времени нажатия междугородной телефонисткой райцентра ключа посылки вызова
РАЗЪЕДИНЕНИЕ	→	700±140 	350–510	

Протокол используется в разработанной еще в 1960 г. одночастотной аппаратуре междугородной связи АМСО-60-У и предусматривает 4 линейных сигнала, передаваемых от районной междугородной станции к областному узлу токами тональной частоты 2100 или 1600 Гц (переход от одной частоты на другую осуществляется перепайкой перемычек, изменяющих настройку генераторов и приемников).

Для обратного направления в данном протоколе используются только акустические сигналы, приведенные в табл. 5.14, что исключает возможность автоматического управления коммутацией на исходящем конце, так как акустические сигналы не пригодны для этого. Линейный сигнал «Отбой» здесь передается только при отбое вызывающего абонента, а набор номера осуществляется только декадным способом.

Сценарии обмена сигналами для протокола одночастотной сигнализации для полуавтоматической внутризонавой связи приведены на рис. 5.9,

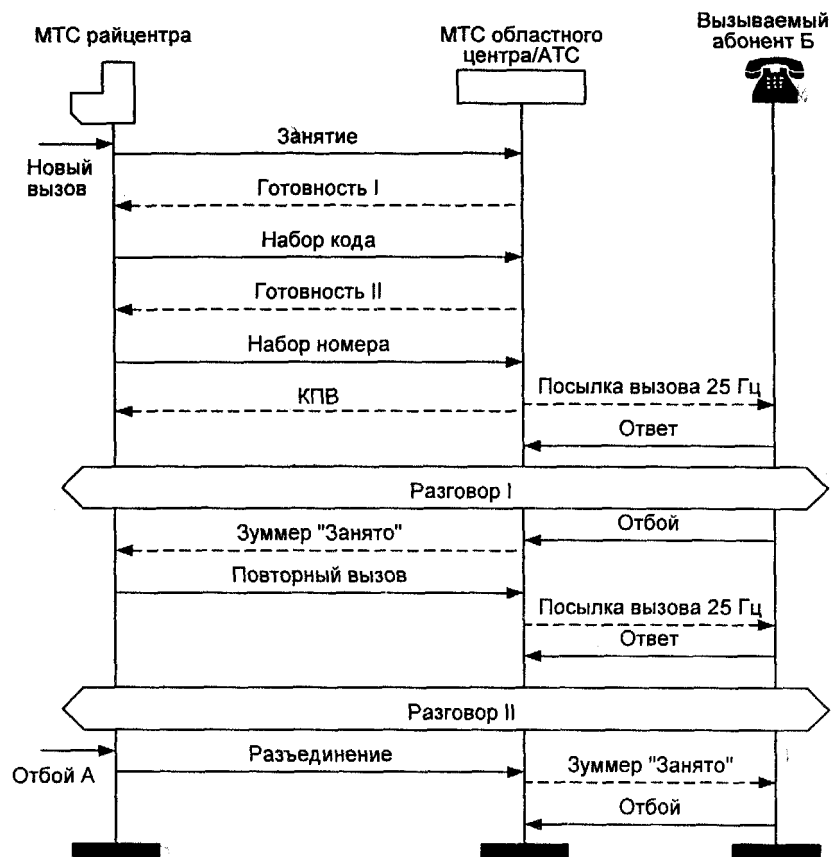


Рис. 5.9. Сценарии обмена сигналами при одночастотной внутризональной связи:

- а) абонент свободен, отбой вызываемого абонента, повторный вызов, отбой вызывающего абонента

а внешний вид одного из наиболее распространенных коммутаторов типа МРУ—на рис. 5.10.

При установлении соединения с абонентом городской АТС областного центра телефонистка МТС райцентра вставляет штепсель в гнездо междугородного коммутатора, соответствующее свободному каналу. Из исходящего комплекта тонального набора (ИКТНУ) передается во входящий комплект тонального набора (ВКТНУ) сигнал «Занятие»; После его успешного детектирования в течение 100-150 мс и соответствующей подготовки ВКТНУ посылает акустический сигнал готовности к приему импульсов набора междугородного кода. После набора телефонисткой МТС междугородного кода, после выбора направления к городской АТС и занятия ее приборов подается второй акустический сигнал готовности

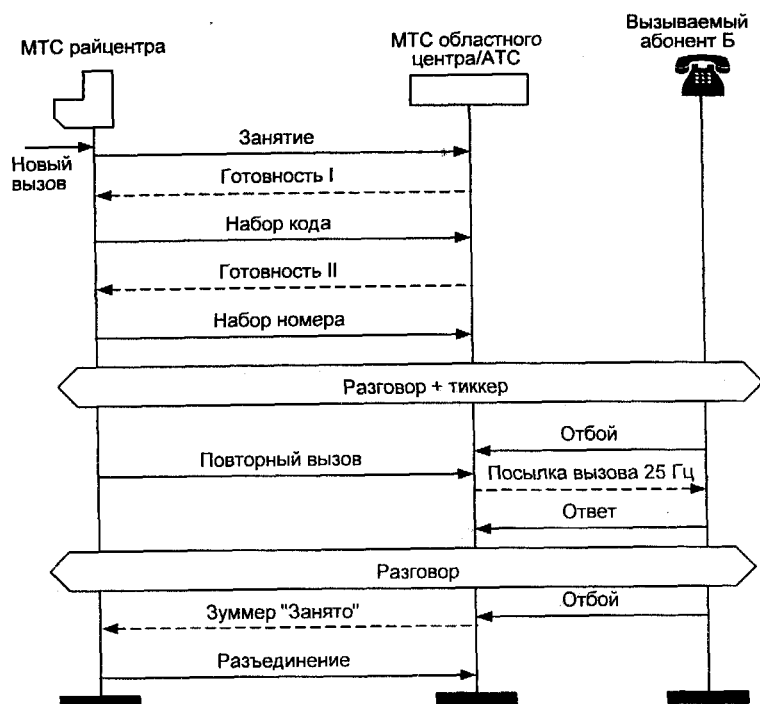


Рис. 5.9. Сценарии обмена сигналами при одночастотной внутризональной связи:  
б) абонент Б занят местным вызовом

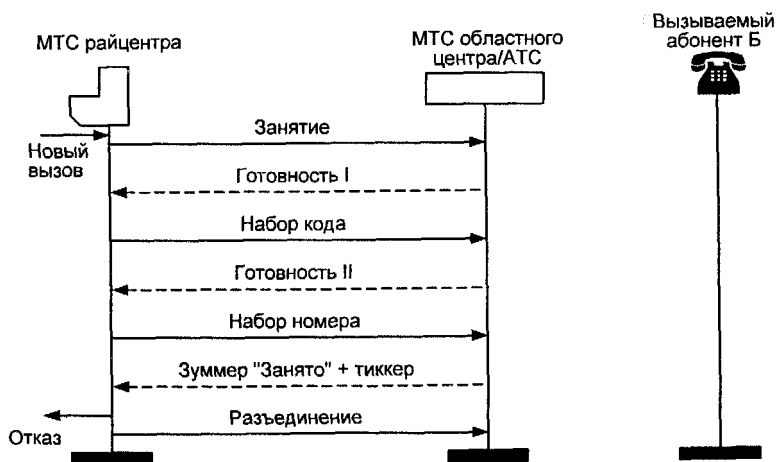
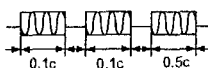
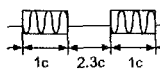
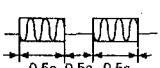
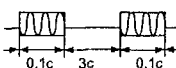


Рис. 5.9. Сценарии обмена сигналами при одночастотной внутризональной связи:  
в) абонент Б занят другим междугородным разговором или недоступен

Таблица 5.14. Акустические сигналы для полуавтоматической внутризоновой связи

Сигнал	Частота, Гц	Форма	Примечания
ГОТОВНОСТЬ	$425 \pm 25$	Непрерывный	Готовность к приему междугородного кода и номера абонента Б
ЗАПРОС ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА	$425 \pm 25$	Два коротких и один длинный импульс 	Передается при установлении на входящей станции соединения с каналом ручного обслуживания, требует от телефонистки исходящей МТС посылки вызова
КОНТРОЛЬ ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА (КПВ)	$425 \pm 25$		Передается до ответа абонента Б
ЗАНЯТО	$425 \pm 25$		Абонент Б занят другим междугородным соединением при отсутствии свободных каналов (совместно с тиккером) при отбое абонента Б
ТИККЕР			Передается периодически каждые 3-4 с на фоне разговора при местной занятости

к приему номера. Телефонистка МТС райцентра, услышав этот зуммерный сигнал, набирает городской номер абонента Б.

Если линия вызываемого абонента Б свободна, ему от городской АТС посылается вызывной сигнал, о чем сообщается по разговорным проводам в ВКТНУ, откуда, в свою очередь, телефонистке райцентра посылается зуммерный сигнал контроля посылки вызова (КПВ). При ответе вызываемого абонента ВКТНУ прекращает трансляцию КПВ.

Когда вызываемый абонент вешает трубку, из ВКТНУ в сторону МТС райцентра посылается акустический сигнал «Занято». При необходимости нажатием ключа посылки вызова телефонистка райцентра может повторно послать вызов абоненту Б, как это показано в сценарии на рис. 5.9 а.

Завершение соединения осуществляется только телефонисткой райцентра, когда она вынимает штепсель из гнезда междугородного коммутатора. При этом из ИКТНУ в ВКТНУ и далее в городскую АТС транслируется линейный сигнал «Разъединение» и все приборы приводятся в исходное состояние.

Если вызываемый абонент Б занят другим местным разговором, то по входящей междугородной линии СЛМ телефонистка райцентра подключается к разговору (как это описано, например, в разделах 3.3,4.3 или

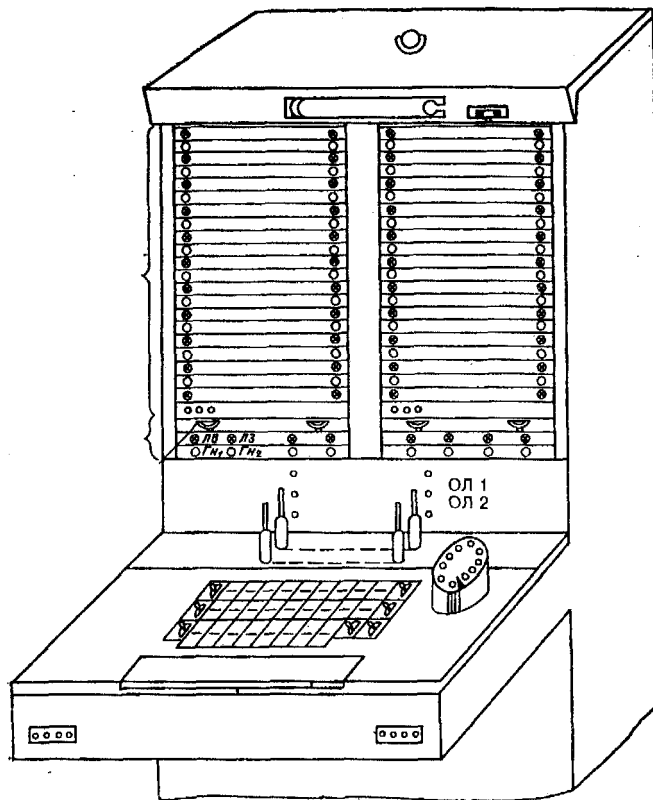


Рис. 5.10. Внешний вид междугородного коммутатора МРУ 5.3 и о чем будет сказано в главе 8). После уведомления занятого абонента Б о входящем новом вызове и с его согласия устанавливается соединение с абонентом райцентра, как это показано на рис. 5.9 б.

Если вызываемый абонент Б недоступен или занят другим междугородным разговором (сценарий на рис. 5.9 в), то тиккерный сигнал из ВКТНУ поступает телефонистке на фоне зуммерного сигнала занятости от АТС абонента Б. В этом случае телефонистка райцентра вынимает штепсель из гнезда коммутатора, осуществляя тем самым разъединение.

### 5.6. ДВУХЧАСТОТНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ 1200 и 1600 Гц

Протокол двухчастотной сигнализации для междугородной телефонной сети использует три вида тональных сигналов, составленных из сигнальных токов с частотами 1200 и 1600 Гц, передаваемых по каналу в прямом и обратном направлениях.

Отличие этого протокола от протоколов, описанных в предыдущих разделах данной главы, в которых значение сигнала определяется его длительностью, в том, что в двухчастотной системе сигнализации 1200/1600 Гц



все сигналы, кроме декадного набора номера, имеют нерегламентированную длительность. Эти сигналы дополняются акустическими информационными зуммерными сигналами и фразами автоинформаторов «Ждите», «Набирайте номер» и т. п.

Основные сигналы двухчастотной системы сигнализации для окончного соединения приведены в табл. 5.15, а SDL-диаграмма процесса TVF R.21 обработки исходящего вызова при двухчастотном протоколе сигнализации приведена на рис. 5.11. На SDL-диаграмме частотный сигнал 1200 Гц обозначен  $f_1$ , 1600 Гц —  $f_2$ .

В исходном состоянии при получении команды от ПО обработки вызова АТС об организации нового вызова в канал направляется частотная посылка 1600 Гц, соответствующая сигналу «Занятие». При этом вводится тайм-аут  $T1=20$  с ожидания сигнала «Готовность к приему кода», и процесс переходит в состояние ожидания готовности к приему кода S10. В этом состоянии в канал передается частота 1600 Гц, а из канала ожидается двухчастотная посылка 1200/1600 Гц, означающая готовность оборудования встречной станции к приему кода.

Время детектирования двухчастотной посылки выбирается в интервале 85-130 мс. При ее достоверном распознавании отправляется сообщение в ПО обработки вызова АТС о готовности оборудования встречной станции к приему кода, снимается сигнал «Занятие» (прекращается посылка частоты 1600 Гц) и процесс переходит во вспомогательное состояние ожидания снятия готовности к приему кода S11, т. е. ожидания прекращения двухчастотной посылки 1200/1600 Гц. Когда это событие происходит, сбрасывается ранее установленный тайм-аут  $T1=20$  с, а процесс переходит в состояние трансляции кода S01.

Если же сигнал «Готовность к приему кода» не поступает в течение 20 с, т. е. срабатывает тайм-аут  $T1$ , то в канал направляется сигнал «Разъединение», а процесс переходит в состояние ожидания освобождения S07. То же происходит, если по каким-то причинам в течение времени 20 с не снимается сигнал «Готовность к приему кода».

В состоянии трансляции кода S01 выполняется процедура трансляции единицы (оконечное соединение) или кода ABC (в случае транзитного соединения). Трансляция осуществляется импульсами  $50\pm 3$  мс на частоте 1200 Гц. Междигфровые интервалы между цифрами А, В и С должны быть не менее 600 мс.

В состоянии трансляции кода возможно получение команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС, по которой осуществляется стандартная процедура разъединения, т. е. двухчастотная посылка в канал и ожидание сигнала освобождения в состоянии S07.

В этом же состоянии SO 1 после окончания трансляции кода возможен приход из канала двухчастотной посылки, соответствующей линейному

Таблица 5.15. Сигналы двухчастотной системы сигнализации 1200/1600 Гц

Сигнал	Направление	Частота (Гц)	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	1600	До прихода готовности к приему кода	55-75	Сигнал передается в случае: а) если оператор вставил штепсель в гнездо коммутатора, б) после набора АВС кода и выбора свободного канала
ГОТОВНОСТЬ К НАБОРУ КОДА	←	1200/1600	До прекращения занятия	85-130	Кратковременный сигнал длительностью 200-500 мс. Называется ГНК - "Готовность к набору кода". По окончании двухчастотного сигнала передается непрерывный зуммер до начала набора кода
ГОТОВНОСТЬ к НАБОРУ НОМЕРА	←	1200/1600	≥500	50-100	Кратковременный сигнал длительностью до 500 мс. Называется ГНИ - "Готовность к набору номера". По окончании двухчастотного сигнала передается механический голос "Набирайте номер" до начала набора номера
НАБОР НОМЕРА (код АВС или 1, номер абонента)	→	1200	Импульс 50±3 Пауза 50±3 Интервал 600	20 250	ЛВС код набирается после получения ГНК. Помер абонента Б передается после получения сигнала ГНИ. Допускается длительность последнего импульса в серии 90-120 мс
РАЗЪЕДИНЕНИЕ (Отбой А)	→	1200/1600	До получения освобождения	500-700	Посылается после того, как телефонистка вынула штепсель из гнезда коммутатора, до обнаружения освобождения, но не менее 800 мс
ПОВТОРНЫЙ вызов	→	1600	На время нажатия ключа	360-520	Посылается, пока телефонистка нажимает вызывной ключ
АБОНЕНТ СВОБОДЕН	←	1200/1600	До ответа	50-100	Посылается до обнаружения ответа абонента или телефонистки, по не менее 200 мс. Сопровождается КПВ
АБОНЕНТ ЗАНЯТ	←	1200	500	50-100	Кратковременный сигнал. Обычно длительностью 200-500 мс. При этом лампочка коммутатора мигает с периодом 0.5 с, а оператор слышит разговор в случае занятости местным вызовом или зуммер "Занято" в случае занятости междугородным вызовом
ОТВЕТ	←	-	-	65-100	Снятие сигнала "Абонент свободен"
ОТБОЙ АБОНЕНТА Б	←	1200/1600	-	270-470	
ПОВТОРНЫЙ ОТВЕТ	←	-	-	65-100	Снятие сигнала "Отбой"
ОСВОБОЖДЕНИЕ	←	1600	До прекращения разединения	100-170	Освобождение должно посылаться до снятия сигнала разединения
БЛОКИРОВКА	←	1200	Непрерывный	60-100	

сигналу «Готовность к приему номера». Время детектирования этого сигнала 50-100 мс. Данный сигнал сообщает о том, что код принят и оборудование готово к приему цифр номера вызываемого абонента.

Передача цифр номера вызываемого абонента осуществляется в состоянии трансляции цифр номера S02.

При трансляции кода в случае полуавтоматической связи возможно появление одной из частот 1200 или 1600 Гц, которая свидетельствует о некоторых проблемах, связанных с занятостью приборов в нужном направлении.

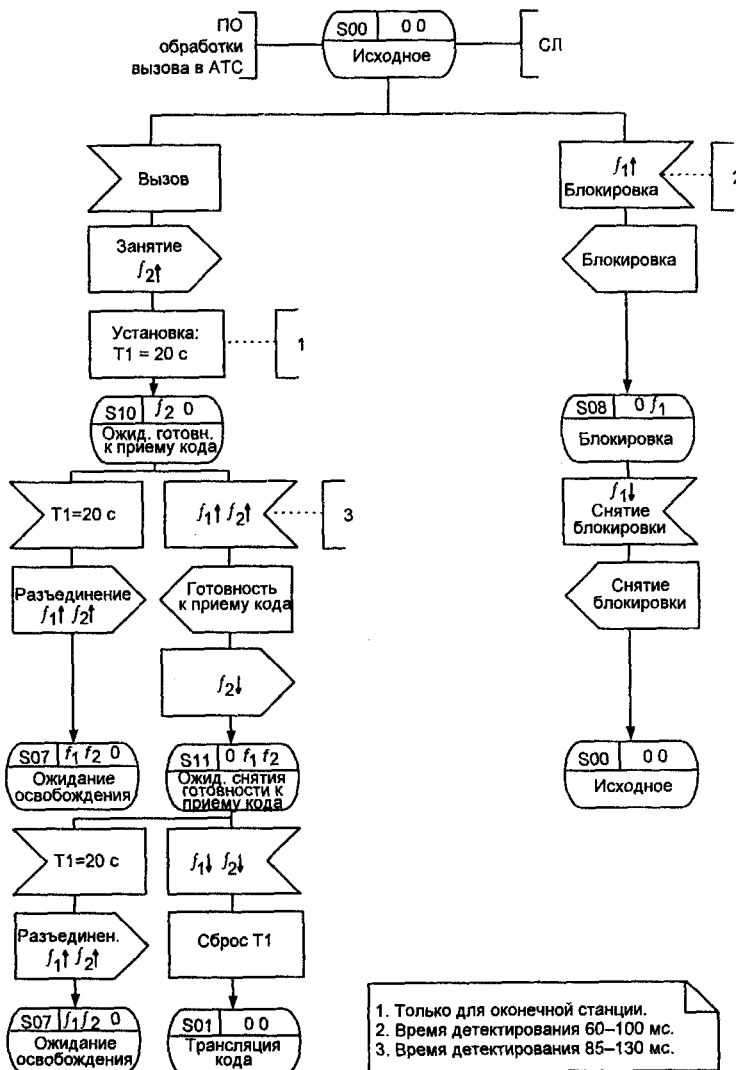


Рис. 5.11. SDL-диаграмма процесса TVF R.21 обработки двух-частотной сигнализации для исходящего вызова (1 из 3)

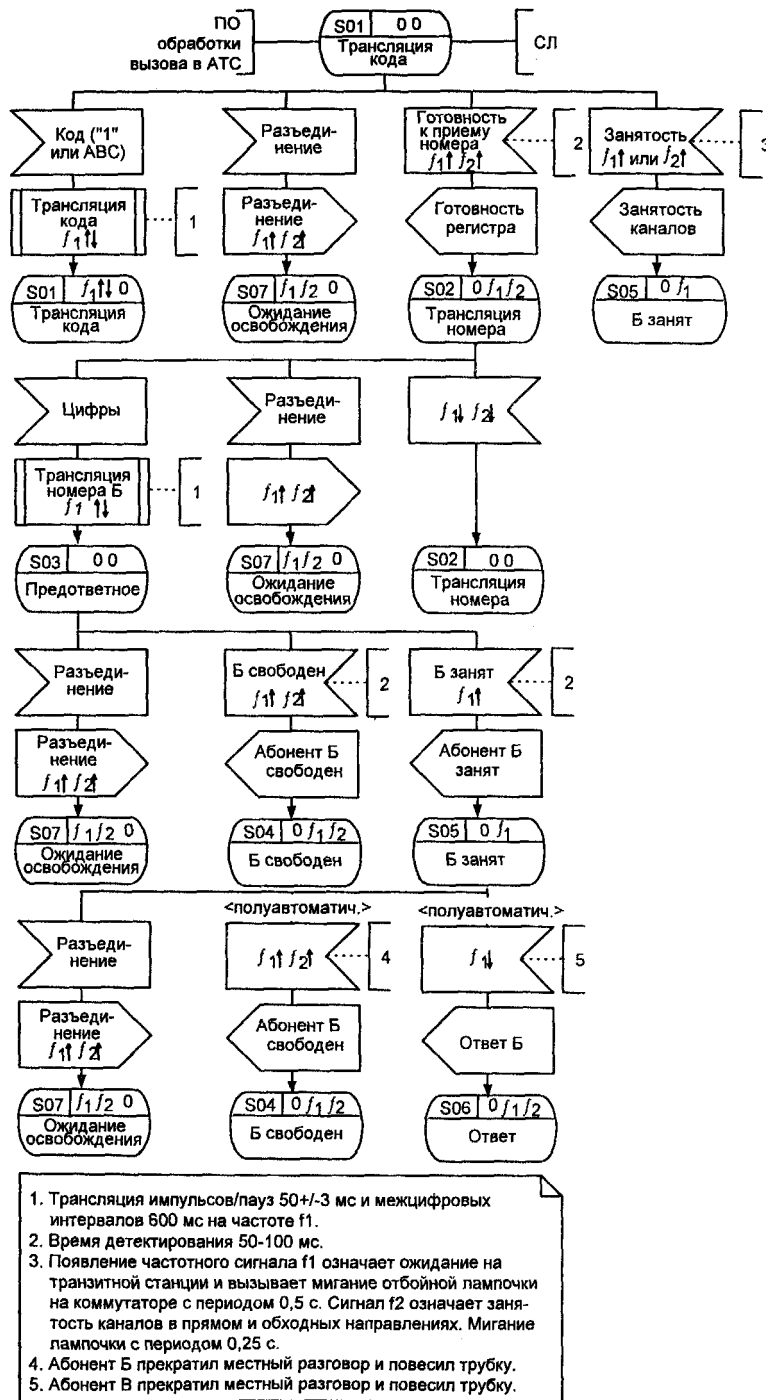


Рис. 5.11. SDL-диаграмма процесса TVF R.21 обработки двухчастотной сигнализации для исходящего вызова (2 из 3)

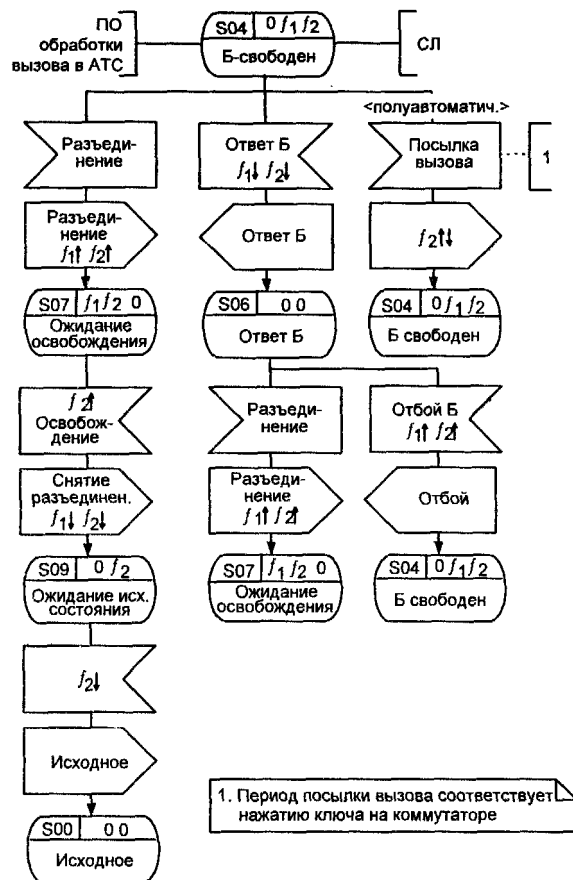


Рис.5.11. SDL-диаграмма процесса TVF R.21 обработки двухчастотной сигнализации для исходящего вызова (3 из 3)

В случае, если на транзитной АТС вызов устанавливается на ожидание, направляется частота 1200 Гц, вызывающая мигание отбойной лампочки (ОЛ) на коммутаторе телефонного оператора (см. рис. 5.10) с частотой, соответствующей включению 0,5 с и выключению 0,5 с.

Появление частотного сигнала 1600 Гц означает отсутствие свободных каналов в заданном направлении на транзитной АТС и также вызывает мигание лампочки в два раза быстрее (0,25 с — включение и 0,25 с — выключение). В обоих случаях процесс переходит в состояние S05, соответствующее занятости вызываемого абонента.

В этом же состоянии S02 снимается сигнал «Готовность к набору номера», что не изменяет состояние процесса.

В состоянии S02 трансляции номера от ПО исходящей АТС направляется сообщение о цифрах номера и осуществляется процедура трансляции с теми же временными параметрами, что и при трансляции кода.

Возможно в этом же состоянии появление команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС, что вызывает переход в состояние S07 ожидания освобождения. Более удачным в данном состоянии является успешное завершение трансляции цифр номера вызываемого абонента Б и переход в предответное состояние S03.

В предответном состоянии S03 возможно поступление двухчастотного сигнала 1200/1600 Гц, детектируемого в течение 50-100 мс и соответствующего свободному состоянию вызываемого абонента. Телефонистке из исходящей станции транслируется акустический сигнал «Контроль посылки вызова», а процесс переходит в состояние S04 «Б свободен». Возможно, что в состоянии S03 будет принят сигнал только одной частоты 1200 Гц, соответствующий занятости или недоступности абонента Б. Если абонент недоступен, из входящей АТС передается также зуммер «Занято». Этот сигнал переводит процесс в состояние занятости Б S05.

В первом случае — абонент Б свободен — двухчастотная посылка длится не менее 500 мс, вплоть до ответа абонента Б. При появлении сигнала «Ответ Б» процесс переходит в разговорное состояние S06.

Второй вариант выхода из предответного состояния — это получение сигнала о занятости абонента, после чего возможна либо команда «Разъединение» от ПО АТС, что, кстати, всегда происходит в случае автоматической исходящей связи, либо, в случае полуавтоматической исходящей связи, осуществляется подключение оператора к абоненту Б, занятому другим местным соединением с абонентом В, после чего также возможны два случая:

- либо абонент Б первым кладет трубку и в этом случае в состоянии «Б занят» приходит двухчастотная посылка 1200/1600 Гц, соответствующая сигналу «Б свободен»;
- либо третий абонент В первым прекратил местный разговор и повесил трубку. Тогда происходит снятие одночастотной посылки 1200 Гц, соответствующей занятости абонента, и процесс переходит в состояние разговора S06. В разговорном состоянии S06 возможно либо получение сообщения «Разъединение» от ПО АТС, вызывающее двухчастотную посылку в канал и переход в состояние S07 ожидания освобождения, либо прием двухчастотной посылки из канала, соответствующей линейному сигналу «Отбой Б», который возвращает процесс в состояние S04. После этого возможен повторный вызов со стороны оператора и продолжение разговора в состоянии S06.

В состоянии S07 ожидается появление частотной посылки 1600 Гц, соответствующей сигналу «Освобождение», после чего снимается двухчастотная посылка 1200/1600 Гц сигнала «Разъединение», а процесс пе-

переходит в состояние S09 ожидания исходного состояния. Исходное состояние SOO наступает после снятия частотной посылки 1600 Гц, соответствующей снятию сигнала «Освобождение».

В состоянии SOO возможно также появление непрерывной частоты 1200 Гц, соответствующей блокировке канала, которая детектируется в течение 60-100 мс и переводит процесс в состояние блокировки S08. Отсюда процесс выводит снятие частоты 1200 Гц, после чего процесс возвращается в исходное состояние SOO.

SDL-диаграмму процесса обработки двухчастотной сигнализации для входящего вызова можно построить достаточно легко по аналогии с диаграммой, приведенной на рис.5.11. С учетом того, что практически ничего неочевидного диаграмма не содержит, никакие подводные камни уже искушенного читателя здесь не ждут и, наконец, исходя из соображений экономии места эта SDL-диаграмма в данном разделе не приводится.

Вместо этого на рис.5.12 приводятся наиболее типичные сценарии установления соединения по протоколу двухчастотной сигнализации при полуавтоматической связи. Для большей наглядности на данных сценариях приведены состояния отбойной лампы на междугородном коммутаторе телефонного оператора исходящей станции (см. рис. 5.10). При этом заштрихованный кружок означает включенную отбойную лампочку (ОЛ), а наполовину заштрихованный кружок соответствует мигающей лампочке. Частотные сигналы обозначаются: /,=1200 Гц, ^=1600 Гц.

Начиная соединение (рис. 5.12 а), телефонистка исходящей станции вставляет штепсель в гнездо канала требуемого направления и переводит ключ на коммутаторе в положение опроса. При этом занимают исходящий комплект ИКТН и междугородный канал.

В канал посылается сигнал «Занятие» частотой 1600 Гц.

От входящей АТС посылается в течение 500 мс двухчастотный сигнал 1200/1600 Гц, означающий готовность к приему кода. При приеме этого сигнала на исходящей станции загорается отбойная лампочка. После окончания двухчастотного сигнала «Готовность к приему кода» отбойная лампа гаснет и в сторону исходящей МТС передается акустический сигнал «Ответ станции», при этом телефонистка начинает набор кода зоны, а в случае окончательного соединения - набор единицы. При этом надо учитывать, что код зоны и абонентский номер не могут быть набраны непосредственно друг за другом, так как в течение межцифрового интервала между последней цифрой кода и первой цифрой номера линейное оборудование на входящей АТС может не успеть завершить процесс установления соединения в заданном направлении.

Таким образом, после акустического сигнала «Ответ станции» и визуального сигнала «Лампочка погасла» телефонистка набирает цифры междугородного кода. Импульсный набор передается по каналу часто-

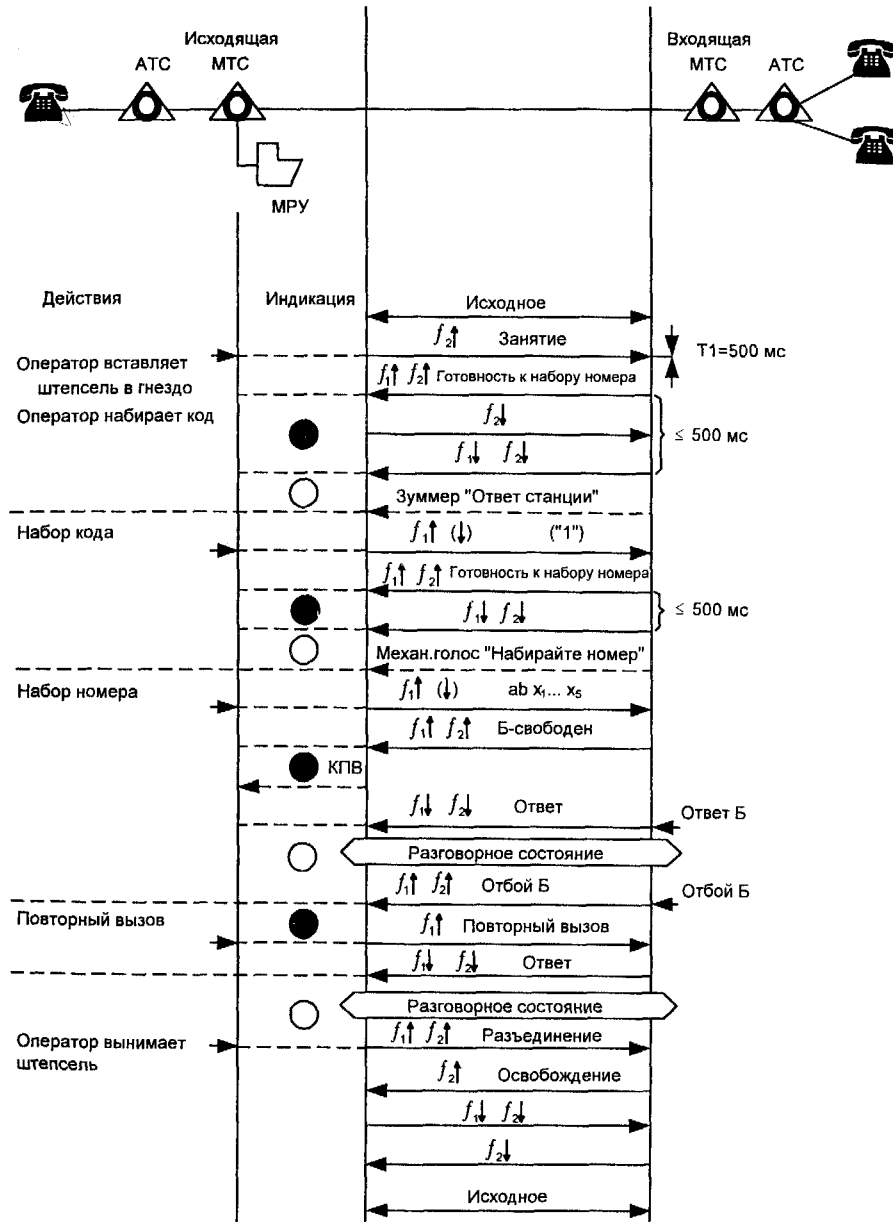


Рис. 5.12. Сценарий исходящего вызова для двухчастотного протокола 1200/1600 Гц;  
а) Б свободен, повторный вызов



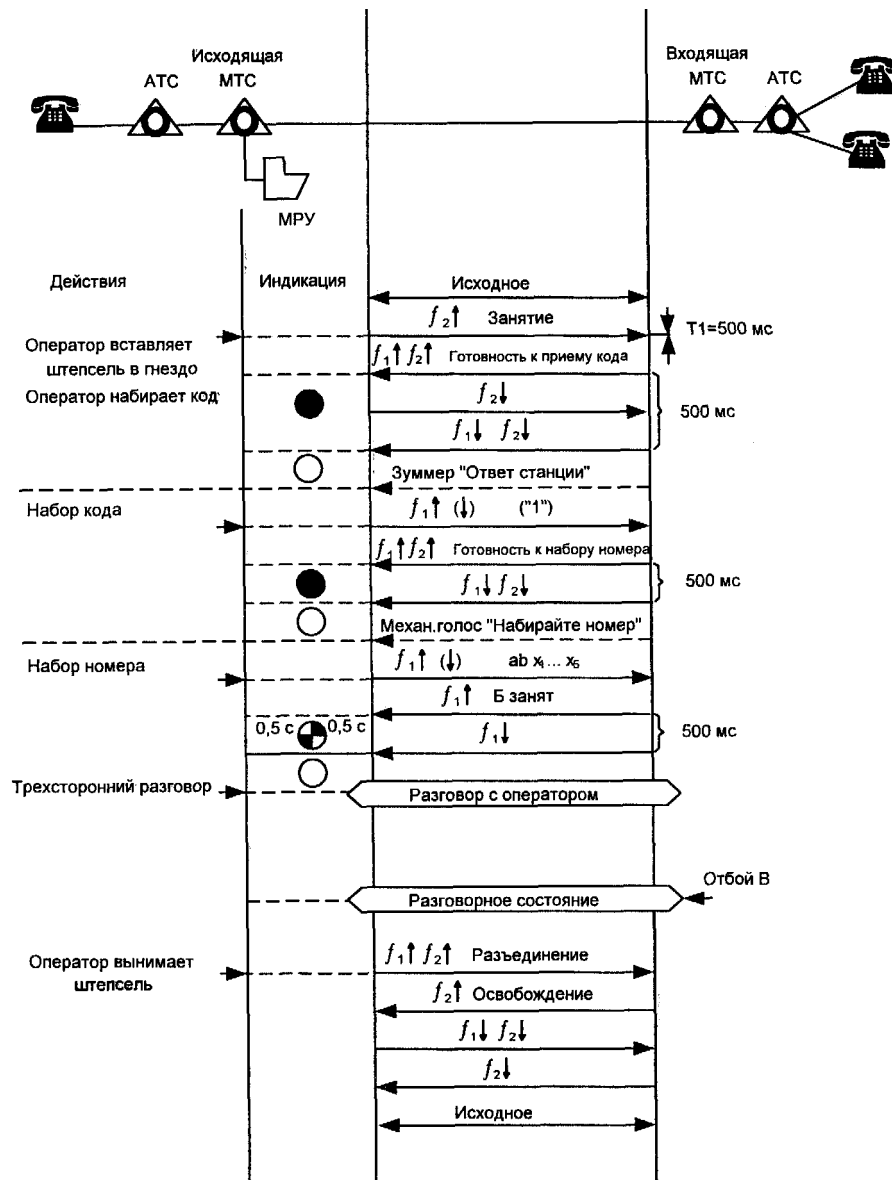


Рис. 5.12. Сценарий исходящего вызова для двухчастотного протокола 1200/1600 Гц;

б) абонент Б занят местным соединением

той 1200 Гц с длительностью импульсов и пауз  $50 \pm 3$  мс. После набора кода приходит линейный сигнал «Готовность к приему номера», соответствующий приглашению к набору номера вызываемого абонента Б. Этот двухчастотный сигнал снова зажигает ОЛ. Кроме того, по окончании сиг-

нала подается акустический сигнал «механический голос», который периодически повторяет фразу «Набирайте номер».

Набор номера также осуществляется частотными посылками 1200 Гц с длительностью импульсов и пауз  $50 \pm 3$  мс и межцифровыми интервалами не менее 600 мс.

После завершения набора номера согласно выбранному сценарию приходит сигнал «Абонент Б свободен». Этот сигнал непрерывен и длится до ответа абонента Б. Одновременно с этим сигналом непосредственно вызываемому абоненту поступает посылка вызова частотой 25 Гц, а телефонистке из приборов исходящей МТС подается зуммерный сигнал «Контроль посылки вызова» (КПВ) и загорается ОЛ.

При ответе абонента прекращается подача сигнала «Абонент Б свободен», гаснет ОЛ, а также прекращается посылка вызывного сигнала. При этом создается разговорный тракт.

Как было видно из SDL-диаграммы, отбой в данной системе сигнализации односторонний. В сценарии (рис. 5.12 а) первым отбивается вызываемый абонент Б. На исходящую МТС поступает двухчастотная посылка, соответствующая сигналу «Отбой Б», и на коммутаторе загорается ОЛ.

При этом разговорный тракт нарушается и телефонистка может послать сигнал «Повторный вызов» абоненту Б, опять получить ответ абонента и вернуть канал в разговорное состояние.

Получив от вызывающего абонента А подтверждение, что разговор действительно окончен, телефонистка вынимает штепсель из гнезда канала, вызывая тем самым передачу в канал линейного сигнала «Разъединение» в виде двухчастотной посылки.

Сигнал «Освобождение» в виде частоты 1600 Гц прекращает посылку непрерывного сигнала «Разъединение», и затем (после снятия частотной посылки 1600 Гц, т. е. снятия сигнала «Освобождение») все возвращается в исходное состояние.

Сценарий на рис. 5.12 б отличается тем, что вызываемый абонент Б занят местным вызовом. В этом случае после набора номера появляется линейный сигнал «Б занят» в виде кратковременного частотного импульса 1200 Гц длительностью 500 мс. На отбойную лампочку поступает пульсирующий ток со скоростью 1 имп./с (ОЛ включается на 0,5 с и гаснет на 0,5 с).

При этом, в случае местной занятости, создается разговорный тракт, телефонистка подключается параллельно к разговаривающим абонентам Б и В и предупреждает их о поступлении к абоненту Б входящего междугородного вызова. Получив согласие вызванного абонента, телефонистка может провести принудительный сброс путем подачи в канал управляющего сигнала на частоте 1600 Гц. Возможно также, когда абонент В (тре-

тий абонент) кладет трубку, двухсторонний разговор осуществляется непосредственно без сигнала сброса. Возможна и такая ситуация, когда вызываемый абонент Б кладет трубку и ему направляется сигнал повторного вызова.

Отличие случая, когда вызываемый абонент Б занят междугородным соединением, заключается в том, что одновременно с линейным сигналом «Б занят» передается зуммер «Занято» и оператор не организует трехстороннюю конференцию, а посылает сигнал «Разъединение», вынимая штепсель из гнезда канала.

### 5.7. ДВУХЧАСТОТНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ 600 и 750 Гц

Протокол двухчастотной сигнализации 600/750 Гц используется для передачи сигналов управления и взаимодействия на ведомственных сетях связи. В связи с необходимостью работы по соединительным линиям как одностороннего, так и двустороннего действия станционные комплекты являются универсальными и содержат полосовые фильтры и генераторы 600 и 750 Гц с подключением по четырехпроводной схеме с разделенными направлениями приема и передачи, в том числе и для подключения к аппаратуре уплотнения с частотным (К-60, например) или временным (ИКМ-30, например) разделением каналов.

В отличие от описанного в разделе 5.6 данной главы протокола двухчастотной сигнализации 1200/1600 Гц с нерегламентированной длительностью сигналов, в данном протоколе значение сигнала опять определяется его длительностью, как это имело место в протоколах одночастотных систем сигнализации. Причем сигналом является только двухчастотная посылка с обязательным наличием обеих частот 600 и 750 Гц. Эти сигналы двухчастотной системы сигнализации приведены в табл. 5.16.

SDL-диаграмма процесса обработки сигнализации для двухчастотного протокола 600/750 Гц приведена на рис.5.13. Процесс ориентирован на наиболее общий случай двусторонней соединительной линии.

При возникновении исходящего вызова направляется сообщение от программного обеспечения обработки вызова АТС, которое принимается в исходном состоянии SOO процесса обработки сигнализации двухчастотного протокола 600/750 Гц. При получении этого сообщения формируется линейный сигнал «Занятие» в виде частотного импульса длительностью 100 мс, а процесс переходит в предответное состояние при исходящем вызове S01 (предответное И).

В этом же состоянии SOO возможно появление линейного сигнала «Занятие» от встречной АТС. Этот сигнал детектируется в течение 40 мс. В случае успешного определения входящего занятия устанавливается тайм-аут  $T_0=20$  с ожидания первой цифры номера вызываемого абонента, а процесс переходит в предответное состояние S02 при входящем вызове (предответное В).

Сигналы двухчастотной системы сигнализации 600/750 Гц

Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	—>	70-100	40	
НАБОР НОМЕРА	—>	Импульс 40-60 Пауза 40-60 Интервал 600	80-250	
РАЗЪЕДИНЕНИЕ	—>	>250	130	После получения сигнала линия освобождается и через 500 мс готова к новому занятию
АБОНЕНТ ЗАНЯТ	<—	>250	130	
ОТВЕТ	<—	70-100	40	
ОТБОЙ Б	<--	>250	130	После получения сигнала линия освобождается и через 500 мс готова к новому занятию

В предответном состоянии S01 осуществляется трансляция цифр номера вызываемого абонента с помощью последовательности частотных импульсов и пауз длительностью 40-60 мс и межцифровых интервалов не менее 600 мс. В этом же состоянии от встречной АТС могут поступить частотный импульс 70-100 мс, соответствующий линейному сигналу «Ответ» и переводящий процесс в разговорное состояние S03 при исходящем вызове (Ответ И), либо частотный сигнал более 250 мс, означающий занятость или недоступность вызываемого абонента Б и возвращающий процесс в исходное состояние S00.

В предответном состоянии S02 выполняется прием цифр номера вызываемого абонента в виде последовательности частотных импульсов и пауз, распознаваемых в течение 20 мс, и межцифровых интервалов, распознаваемых в течение 250 мс. В этом же состоянии возможны прием сигнала «Разъединение» от встречной АТС или сообщение о занятости или ответе вызываемого абонента от ПО обработки вызова. В обоих случаях посылаются соответствующие сигналы в направлении встречной АТС, а сообщение об ответе вызываемого абонента к тому же переводит процесс в разговорное состояние при входящем вызове S04.

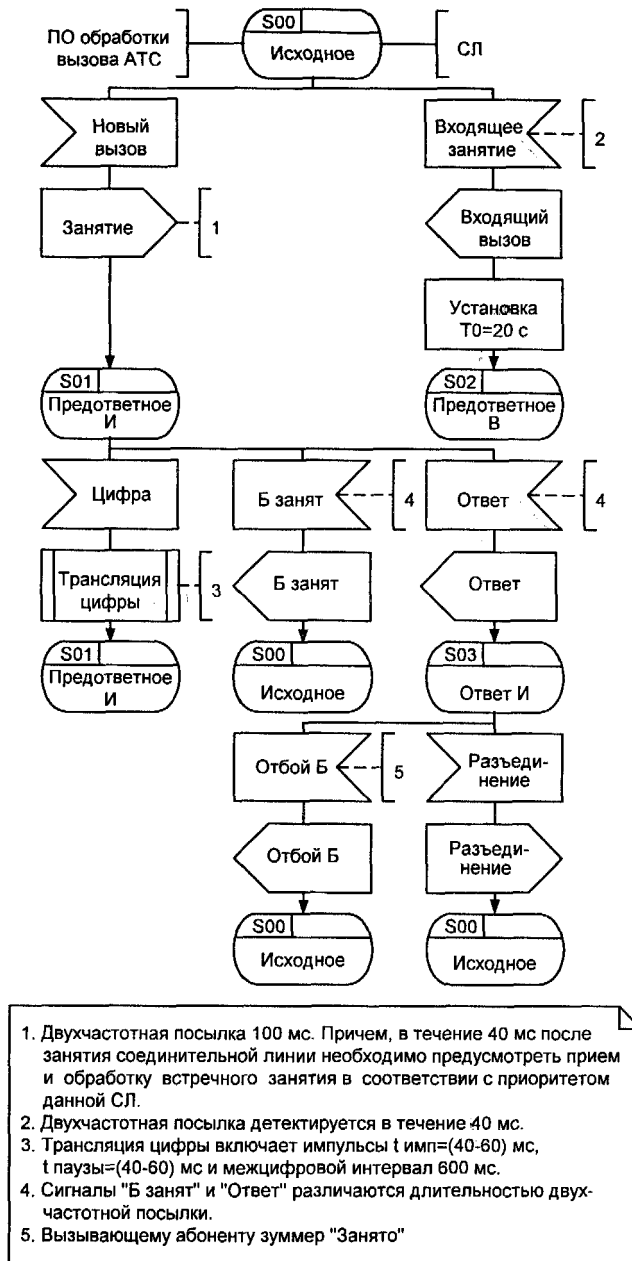


Рис. 5.13. SDL-диаграмма процесса обработки сигнализации двухчастотного протокола 600/750 Гц (1 из 2)

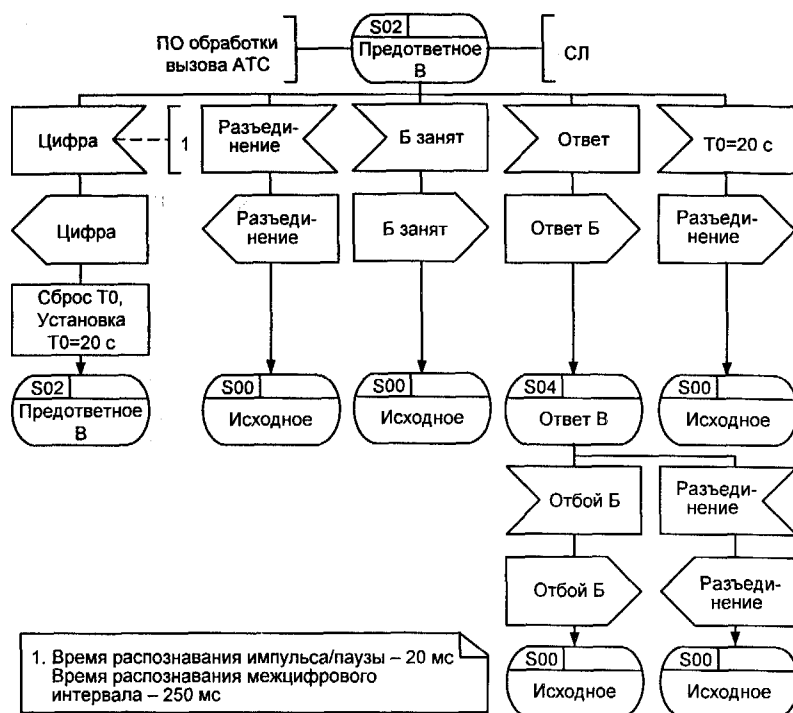


Рис. 5.13. SDL-диаграмма процесса обработки сигнализации двухчастотного протокола 600/750 Гц (2 из 2)

В обоих разговорных состояниях S03 и S04 разговор прекращается при получении сигналов «Отбой Б» или «Разъединение». Для разговорного состояния S03 первый является линейным сигналом по СЛ, а второй — сообщением от ПО обработки вызова АТС, а для разговорного состояния S04 — наоборот. Во всех случаях любой из этих сигналов возвращает процесс в исходное состояние.

## Глава 6

# МНОГОЧАСТОТНЫЕ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

*Sic volo, sic jubeo, sit pro ratione vuntas!, лат.  
(Так я хочу, так велю, вместо довода пусть будет моя воля!)  
Ювенал. «Сатиры»*

### 6.1. СИГНАЛИЗАЦИЯ «ИМПУЛЬСНЫЙ ЧЕЛНОК»

До середины 60-х годов основным типом станций на телефонных сетях Советского Союза были декадно-шаговые АТС. Особенностью их является то, что управление процессом установления соединения осуществляет вызывающий абонент посредством набора номера, т.е. «прямое управление».

В то же время шведские координатные системы фирмы Л.М. Эрикссон и немецкие релейные АТС типа ESK фирмы Сименс уже использовали многочастотную регистровую сигнализацию R2, являющуюся одним из наиболее блестящих технических решений того времени. Этот протокол предусматривает челночную передачу прямых сигналов на частотах 1380, 1500, 1620, 1740, 1860 и 1980 Гц и обратных сигналов на частотах 540,660, 780,900,1020 и 1140 Гц. Название этого способа возникло из-за аналогии с прямыми и обратными движениями ткацкого челнока. Более подробно протокол R2 будет рассмотрен в главе 9.

При создании первой советской координатной АТС было решено использовать для передачи адресной информации тот же челночный принцип многочастотной сигнализации. Но реализация протокола R2 в полном объеме показалась дорогой, и, чтобы не делать 12 различных частотных фильтров, советские конструкторы отклонили идею использования различных частот в прямом и обратном направлениях и, следовательно, отклонили процедуру «рукопожатия», обеспечивающую высокую надежность протокола R2.

Вместо этого были выбраны одинаковые для прямого и обратного направлений частоты, используемые в других рекомендованных ИТУ-Т протоколах сигнализации №5 и R1, также рассматриваемых в главе 9 данной книги. При этом логика обмена сигналами не соответствовала протоколу R1 и более тяготела к протоколу R2. Мотивация этого системного решения сформулирована задолго до возникновения самой телефонии и приведена в качестве эпиграфа к данной главе.

В появившемся таким образом гибридном протоколе сигнализации запрос и ответ должны быть разделены во времени, так как они используют одинаковые частоты. Протокол получил название «многочастотный

импульсный челнок», хотя не менее распространено более остроумное фольклорное наименование этого протокола «R полтора» или «R1.5».

Идея протокола R1.5 (протокола многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок») следующая. Каждый сигнал является комбинацией частот кода «2 из 6» с постоянным весом. Количество сигналов в каждом направлении определяется числом сочетаний из 6 различных частот по 2, что вычисляется по следующей формуле при  $m=6$ ,  $n=2$ :

$$C_m^n = \frac{m!}{n!(m-n)!} = 15$$

Таким образом, всего имеется 15 комбинаций. В состав каждого сигнала входят две из шести следующих частот:

$$f_0 = 700 \text{ Гц}; \quad f_1 = 900 \text{ Гц}; \quad f_2 = 1100 \text{ Гц}; \\ f_4 = 1300 \text{ Гц}; \quad f_7 = 1500 \text{ Гц}; \quad f_{11} = 1700 \text{ Гц}.$$

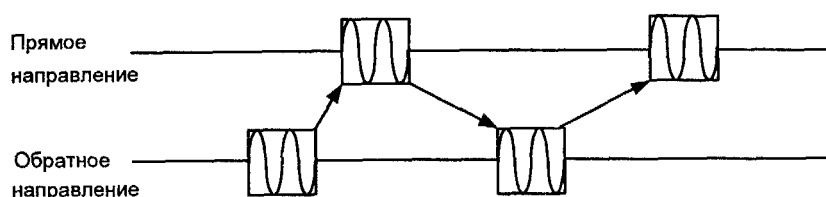


Рис. 6.1. Регистровая сигнализация методом «импульсный челнок»

Длительность сигнала составляет  $45 \pm 5$  мс.

Протокол относится к самопроверяющимся и предусматривает возможность повышения надежности передаваемой информации. Почти любому сигналу в обратном направлении отвечают сигналы в прямом направлении, как показано на рис.6.1. Если имеется какое-либо сомнение в отношении принятого сигнала, запрашивается повторение ранее переданного сигнала, принятого с искажениями. Количество таких запросов ограничивается либо количеством возможных попыток, либо посредством таймера. Пример сценария обмена сигналами в случае обнаружения искаженных сигналов показан на рис. 6.2.

Тем не менее вскоре стало понятно, что довольно затруднительно создать устройства, обеспечивающие в существующих на реальных сетях условиях такое же надежное функционирование протокола R1.5, как это имеет место для протокола R2. Это и до сих пор весьма трудно разрешаемая задача, потому что условия на сетях радикально не изменились, и, хотя обмен информацией имеет место при отсутствии разговорных токов, тем не менее шумы, ложные сигналы и помехи, производимые коммутационными элементами электромеханических АТС, могут значительно влиять на процесс надежного обмена сигналами.



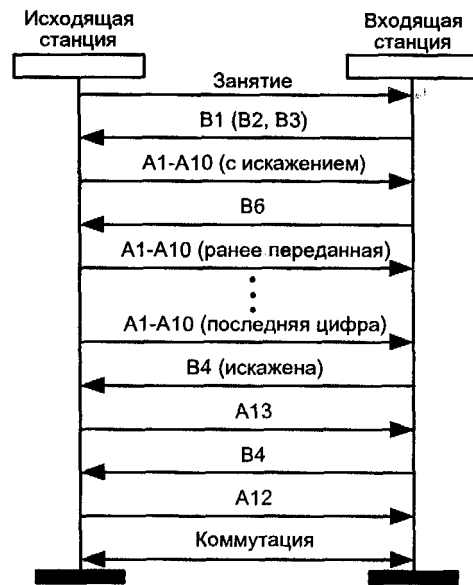


Рис. 6.2. Искажение сигнала во время установления соединения к свободному абоненту

Более того, существующая аналоговая сеть требует распознавания сигналов в широком диапазоне уровней. Следует учитывать различные затухания на разных частотах: две частотные составляющие могут иметь различные уровни, определенные передачей сигналов по физическим цепям. Диапазон приема различных частотных составляющих показан на рис.6.3. Комбинация частот может сопровождаться искажением сигнала с частотными составляющими, принадлежащими к многочастотно-

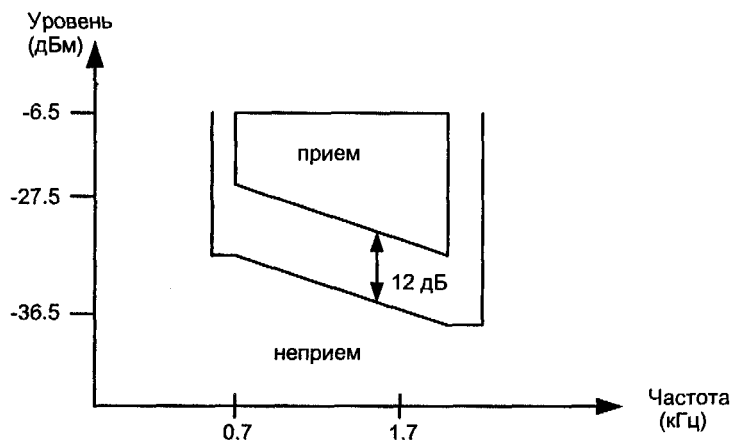


Рис. 6.3. Диапазон приема частотных составляющих

му коду, с уровнями ниже 15 дБ. Реле некоторых станций могут имитировать импульсы двухчастотных сигналов продолжительностью до 16 мс. Все это не должно мешать нормальной работе приемника. Кроме того, приемное оборудование должно нормально работать в случае, если составляющие сигнал частоты отклоняются от номинальных значений менее, чем на 15 Гц. Такие посылки должны приниматься как действительные (т.е. должен срабатывать многочастотный приемник).

Сигнальные коды протокола «импульсный челнок» приведены в таблице 6.1. Первые десять комбинаций в прямом направлении используются для передачи информации о номере абонента, а комбинации 11-15 - для передачи других сигналов, необходимых при установлении соединения. Номера частот в таблице выбраны таким образом, чтобы сумма номеров частот соответствовала передаваемой цифре. Это справедливо для всех цифр, кроме 0.

SDL-диаграмма процесса MFS U.01 обработки многочастотной сигнализации «импульсный челнок» приведена на рис.6.4. На диаграмме буквой А обозначены многочастотные сигналы в прямом направлении, буквой В - в обратном направлении, параметр n - порядковый номер передаваемой цифры, N - общее число цифр номера, подлежащих трансляции.

Сигнал В 11 в обратном направлении, упомянутый в таблице в качестве резервного, может использоваться местной станцией для запроса категории вызова от междугородной АТС.

Сигналы А14иА15в прямом направлении, также отмеченные в таблице в качестве резервных, могут использоваться электронной междугородной АТС для ответа на запрос В 11 относительно типа вызова: автоматический вызов или вызов от оператора.

Тайм-аут Т1, используемый при передаче адресной информации и равный 3.5-4 с, соответствует максимальной длительности цикла трансляции одной цифры, т.е. определяет максимально допустимое ожидание сигналов обратного направления В1 или В2, например.

Тайм-аут Т2, используемый на входящей АТС и равный 200-250 мс, соответствует максимально допустимому ожиданию сигналов прямого направления.

В исходном состоянии SO процесса MFS U.01 обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок» возможно появление двух типов сообщений от ПО обработки вызова АТС. Это два вида запроса на создание этого процесса: занятие при исходящем соединении, т.е. занятие от процесса OTLOC, и занятие при входящем соединении, т.е. занятие от процесса INLOC.

Вначале рассмотрим функционирование процесса многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок» при исходящей связи. При заня-

Таблица 6.1. Многочастотные сигналы методом «импульсный челнок»

Номер сигнала	Частоты	Сигнал	
		Прямое направление	Обратное направление
1	$f_0, f_1$	Цифра 1	Запрос первой цифры номера вызываемого абонента частотным кодом
2	$f_0, f_2$	Цифра 2	Запрос следующей цифры частотным кодом
3	$f_1, f_2$	Цифра 3	Запрос ранее переданной цифры частотным кодом
4	$f_0, f_4$	Цифра 4	Вызываемый абонент свободен
5	$f_1, f_4$	Цифра 5	Вызываемый абонент занят
6	$f_2, f_4$	Цифра 6	Запрос ранее переданной цифры, принятой с искажением (запрос повтора)
7	$f_0, f_7$	Цифра 7	Сигнал перегрузки (отсутствие свободных путей)
8	$f_1, f_7$	Цифра 8	Запрос передачи всего номера (начиная с первой цифры) декадным кодом
9	$f_2, f_7$	Цифра 9	Запрос передачи следующей и затем остальных цифр номера вызываемого абонента декадным кодом
10	$f_4, f_7$	Цифра 0	Запрос повторения ранее переданной и затем остальных цифр номера вызываемого абонента декадным кодом
11	$f_0, f_{11}$	Резерв	Резерв
12	$f_1, f_{11}$	Подтверждение сигналов обратного направления № 4,5,8,9,10	Резерв
13	$f_2, f_{11}$	Запрос повторения ранее переданного сигнала, принятого с искажением	Резерв
14	$f_4, f_{11}$	Резерв	Резерв
15	$f_7, f_{11}$	Резерв	Отсутствие приема информации

тии от процесса ОТЛОС обработки линейной сигнализации для исходящего вызова устанавливается тайм-аут  $T1=4$  с, и процесс переходит в состояние S1 ожидания многочастотного сигнала обратного направления типа В.

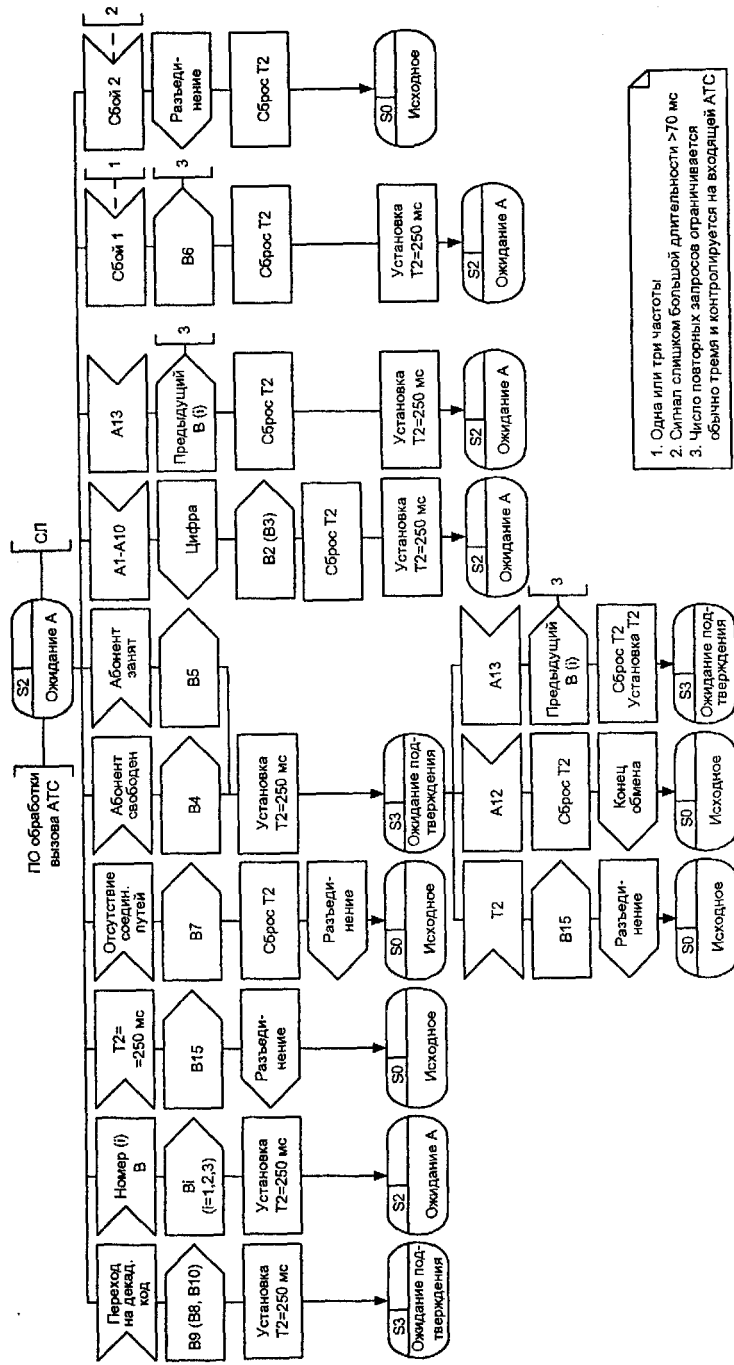


Рис. 6.4. SD<sub>L</sub>-диаграмма процесса MFS U.01 обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок» (2 из 2)



При появлении сигнала В 1 «Запрос первой цифры вызываемого абонента частотным кодом» счетчик числа переданных цифр  $n$  устанавливается в 1, сбрасывается тайм-аут Т1. По этому запросу осуществляется передача цифр номера вызываемого абонента, т.е. посылается сигнал  $A_i$ , где  $i=1, \dots, 10$ . Счетчику числа переданных цифр  $n$  присваивается следующее значение  $n=n+1$ , заново устанавливается тайм-аут  $T1=4$  с, и процесс переходит в то же состояние S1 ожидания многочастотного сигнала обратного направления.

При появлении сигнала В2 «Запрос следующей цифры частотным кодом» осуществляются те же операции, а процесс остается в том же состоянии S 1.

При появлении сигнала В3 «Запрос ранее переданной цифры частотным кодом» счетчику числа переданных цифр  $n$  присваивается значение  $n=n-1$ , а дальше осуществляются те же операции: сброс тайм-аута Т1, передача цифр  $A_i$ , где  $i=1 \dots 10$ ,  $n=n+1$ , установка заново тайм-аута Т1 и возврат в состояние S1.

Абсолютно те же действия выполняются и при появлении сигнала В6 «Запрос ранее переданной цифры, принятой с искажением», т.е. запрос повторения переданной цифры.

На SDL-диаграмме процесса обработки многочастотной сигнализации не показано, однако при получении сигнала В2 для увеличения надежности протокола сигнализации может оказаться полезной организация проверки - превышает ли число  $n$  переданных на данный момент цифр значение максимального числа цифр  $N$ , подлежащих передаче. В случае  $N < n$  направляется сообщение о сбое в многочастотном обмене в ПО обработки вызова АТС, а также направляется регистровый сигнал А 13 «Запрос ранее переданного сигнала, принятого с искажением» в сторону входящей АТС.

Эти же действия возможны при появлении сигнала В4 «Абонент свободен», когда счетчик числа переданных цифр  $n$  меньше числа цифр, подлежащих передаче  $N$ , т.е. когда процесс трансляции номера вызываемого абонента не закончен.

При появлении сигналов В4 «Вызываемый абонент свободен» и В5 «Вызываемый абонент занят» в ПО обработки вызова направляется соответствующее сообщение о состоянии вызываемого абонента, а в направлении входящей АТС направляется сигнал А 12 «Подтверждение сигналов обратного направления В4, В5, В8, В9, В 10». Так же сбрасывается тайм-аут Т1, процесс переходит в исходное состояние, т.е. фаза передачи номера вызываемого абонента заканчивается.

В исходное состояние процесс возвращается также и при появлении сигнала В7 «Перегрузка или отсутствие соединительных путей».

При появлении одного из сигналов В 8, В9 или В 10, представляющих собой запросы на передачу цифр номера декадным кодом, формируется номер цифры, с которой следует начать передачу в декадном коде. В случае сигнала В8 этот номер равен 1, т.е. необходимо передать декадным кодом весь номер, начиная с первой цифры. В случае сигнала В9 передается следующая и все оставшиеся цифры, а в случае сигнала В 10 нужно передать ранее переданную цифру и все последующие декадным кодом, т.е.  $n=n-1$ . Во всех этих случаях направляется сообщение о необходимости передачи декадным кодом цифр, начиная с  $n$  в ПО обработки вызова АТС. Далее в СЛ направляется многочастотный сигнал А12, и процесс возвращается в исходное состояние.

В случае появления сигнала В 15 об отсутствии приема информации на входящей АТС сбрасывается тайм-аут Т1, сообщение о разъединении направляется в ПО обработки вызовов АТС, а процесс возвращается в исходное состояние.

В случае приема сигнала В7 или В 15 исходящая АТС может повторить процесс установления соединения по другой СЛ.

Такое же сообщение направляется в случае исчерпания тайм-аута Т1 или при сбое второго типа, т.е. при приеме слишком длинного частотного сигнала (более 70 мс).

И наконец, возможен еще один сбой - сбой первого типа, когда появляется сигнал, состоящий из одной или трех частот. При этом информация о сбое направляется в ПО обработки вызовов АТС, а в сторону входящей АТС направляется сигнал А 13 «Запрос на повторение ранее переданного сигнала», и процесс остается в состоянии S1 ожидания сигнала В.

Этим исчерпывается описание процесса обработки многочастотной сигнализации для исходящего соединения.

В случае входящего соединения, т.е. когда процесс обработки многочастотной сигнализации инициируется процессом обработки линейной сигнализации при входящем вызове INLOC, устанавливается тайм-аут  $T2=250$  мс, в сторону исходящей АТС направляется частотный сигнал В 1 «Запрос первой цифры номера вызываемого абонента частотным кодом», и процесс переходит в состояние S2 ожидания частотного сигнала прямого направления. В этом состоянии возможен прием одного из сигналов от А1 до А 10, означающего значение цифры номера вызываемого абонента. Значение этой цифры направляется в ПО обработки вызовов АТС, а в сторону исходящей АТС направляется сигнал запроса следующей цифры частотным кодом В2, сбрасывается и заново устанавливается тайм-аут Т2, и процесс возвращается в состояние S2 «Ожидание А». В том случае, если все необходимые цифры номера вызываемого абонента приняты, сигнал В2 не посылается и ожидается сообщение от ПО обработки вызова АТС о состоянии вызываемого абонента.

При появлении сигнала А 13, означающего запрос повторения ранее переданного сигнала, принятого с искажением, направляется ранее переданная частотная комбинация. Тогда же сбрасывается и заново устанавливается тайм-аут Т2, а процесс возвращается в состояние S2. Следует отметить, что число повторных запросов ограничивается обычно тремя и контролируется на входящей АТС, то есть в рассматриваемом нами процессе.

При появлении в качестве сигнала прямого направления сбоя первого типа, т.е. появлении одной или трех частот, в сторону исходящей АТС направляется сигнал В6 «Запрос ранее переданной цифры, принятой с искажением», сбрасывается и устанавливается тайм-аут Т2, и ожидается повторение сигнала. В случае исчерпания тайм-аута Т2=250 мс при отсутствии сигнала в прямом направлении в течение этого периода времени в сторону исходящей АТС направляется частотный сигнал В 15 «Отсутствие приема частотной информации». Соответствующее сообщение также направляется в ПО обработки вызовов АТС, и процесс возвращается в исходное состояние S0.

При появлении сбоя второго типа, т.е. слишком длинного частотного сигнала А длительностью более 70 мс, в ПО обработки вызовов направляется соответствующее сообщение, тайм-аут Т2 сбрасывается, а процесс также возвращается в исходное состояние S0.

В случае отсутствия свободных соединительных путей от ПО обработки вызова АТС поступает соответствующее сообщение, в СЛ посылается частотный сигнал В7, сбрасывается тайм-аут Т2 и процесс переходит в состояние S0.

Наконец, когда все цифры номера благополучно приняты процессом обработки многочастотной сигнализации, от ПО обработки вызовов АТС поступает сообщение о состоянии вызываемого абонента: «Абонент свободен» или «Абонент занят». В зависимости от этого направляется частотный сигнал В4 «Б свободен» или В5 «Б занят», а также устанавливается тайм-аут Т2=250 мс. Процесс переходит в состояние S3 «Ожидание подтверждения», ибо сигналы В4 и В5 требуют подтверждения сигналом в прямом направлении А12. Таким образом, в состоянии S3 ожидается сигнал А 12, после получения которого сбрасывается тайм-аут Т2, посылается сообщение о конце обмена в ПО обработки вызовов и осуществляется возврат в исходное состояние S0.

Если же в состоянии S3 поступает сигнал А 13, информирующий о том, что переданный ранее сигнал принят с искажением, то повторяется ранее переданный сигнал В4 или В5, сбрасывается и заново устанавливается тайм-аут Т2 и процесс возвращается в состояние S3, продолжая ожидать подтверждения.



## 6.2. СИГНАЛИЗАЦИЯ «ИМПУЛЬСНЫЙ ПАКЕТ 1»

Как уже отмечалось в предыдущем разделе, для передачи сигналов управления применяются три разновидности многочастотного способа: импульсный пакет, импульсный челнок и безынтервальный пакет.

Пакетные способы передачи, как интервальные (импульсные), так и безынтервальные, обеспечивают передачу заранее накопленной информации от АТС к АТС (АМТС) с повышенной скоростью. Принцип пакетной передачи сигналов ясен из рис.6.5. Безынтервальный пакет используется при выдаче информации по запросу АОН, что будет рассмотрено в главе 8.

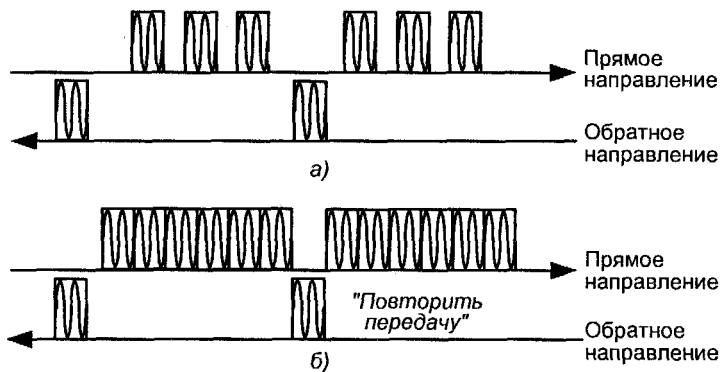


Рис.6.5. Многочастотные пакетные способы передачи сигналов:  
а - импульсный пакет; б - безынтервальный пакет

Передача импульсным пакетом предусматривает передачу по единой команде в определенной последовательности заранее сформированных двухчастотных кодовых комбинаций, одну за другой, с соблюдением фиксированных временных интервалов между ними. Длительность передачи каждой комбинации 40-60 мс. Время распознавания этой комбинации 20-30 мс. Длительность интервала между комбинациями 40-60 мс.

Передача пакета должна осуществляться лишь после того, как получена последняя цифра номера вызываемого абонента Б (Nb) или номера службы междугородной телефонной станции. Номер вызывающего абонента А (Na) должен всегда состоять из 7 цифр. Если реальный номер абонента А меньше (5 или 6 цифр), недостающие цифры дополняются значениями 0 или 2. Кроме этого в пакет могут включаться значение категории вызывающего абонента А (Ka) в виде одной цифры от 1 до 10, номер вызываемого абонента или службы АМТС до 10 цифр для междугородного вызова и с учетом решения ИТУ о переходе с 1997 г. на 15-значную нумерацию - до 17 цифр при международном вызове.

В дальнейшем материале этого и следующего разделов используются также следующие обозначения:  $n_1...n_i$  - номер, набранный абонен-

том А, АВС - трехзначный код зоны (например, 812 для Санкт-Петербурга 095 для Москвы и т.п.), L - номер языковой группы, abcxxxx - внутризоновый номер вызываемого абонента Б, defxxxx - внутризоновый номер вызывающего абонента А.

Рассматриваемый в этом и следующем параграфах метод сигнализации «импульсный пакет» рекомендуется применять на междугородной телефонной сети для передачи сигналов управления, а также на участке зонной телефонной сети (ЗСЛ) - от промежуточного регистра (ПР) или АТСЭ до АМТС - для передачи информации о категории и номере вызывающего абонента, а также о номере вызываемого абонента.

На междугородных соединительных линиях многочастотный пакет может иметь вид {Kv,Nb, 11}, или {Kv,Se,Nb, 11}, или {Nb, 11}. Сигнал управления эзоградителями (Se) передается только вместе с категорией вызова (Kv). Исходящая АМТС преобразует категории абонента А с номерами Ka=1,2,5,6,7 в категорию вызова Kv=13, а категорию абонента А с номером Ka=4 в категорию вызова Kv=11. С учетом преимущественной ориентации всей книги на местные (городские и сельские) телефонные сети ниже будут рассматриваться в основном протоколы способа сигнализации «импульсный пакет» по заказно-соединительным линиям (ЗСЛ).

По заказно-соединительным линиям (ЗСЛ) передаются многочастотные пакеты двух типов: «импульсный пакет 1» и «импульсный пакет 2». Первый протокол применяется при связи с АМТС координатных систем (АМТС-2, АМТС-3), а второй - при взаимодействии с АМТС с программным управлением: EWSD (Siemens), SESS (AT&T), AXE (Ericsson) и др.

Для обоих протоколов цифры, передаваемые в прямом направлении, кодируются точно так же, как это было рассмотрено в предыдущем параграфе в таблице 6.1 для сигнализации методом «импульсный челнок». Для протокола многочастотной сигнализации «импульсный пакет 1» перечень передаваемых сигналов приведен в таблице 6.2.

Сценарии обмена сигналами для протокола «импульсный пакет 1» (АМТС-2,3) по заказно-соединительным линиям (ЗСЛ) приведены на рис.6.6, диаграмма взаимодействия блоков процесса MFP U.I приведена на рис.6.7, а соответствующая SDL-диаграмма этого процесса - на рис.6.8.

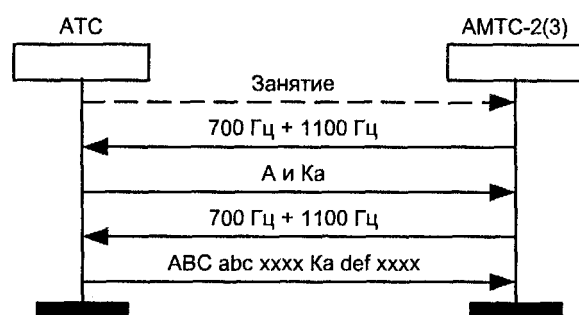
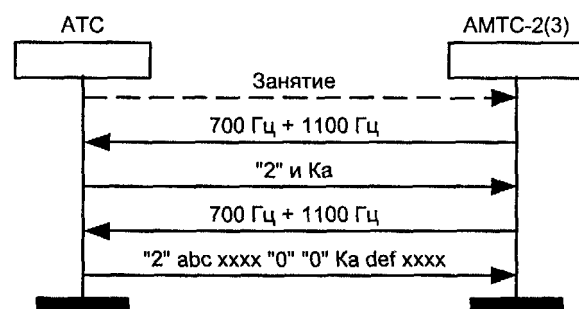
В процессе MFP U.I обработки протокола сигнализации методом «импульсный пакет 1» используются следующие значения тайм-аутов:

T1 = 10 с - время ожидания очередного запроса от АМТС, T2 = 100 мс - интервал между приемом очередного запроса и началом передачи пакета,

T3 = 2 мин - максимальное время прослушивания сигнала «Контроль посылки вызова» или механического голоса при выходе на МКНС с ожиданием.

Таблица 6.2. Многочастотные сигналы протокола «импульсный пакет I» от АМТС-2, 3

№	Частотный сигнал, Гц	Значение	Примечание
1	700+1100	Запрос о передаче информации	Запрос (сигнал В2), длительность 70-100 мс, время распознавания 30 мс
2	700	Отсутствие соединит. путей на АМТС	Вместо второго запроса
3	1100	Освобождение	Вместо второго запроса. Если этот сигнал поступает после первого этапа передачи информации, -то он означает передачу вызова к оператору АМТС
4	1100	Ожидание (1-2 мин)	Вместо третьего запроса для АМТС-2 и вместо второго запроса для АМТС-3 при занятости всех табло МКНС. В обратном направлении посылается КПВ или специальное сообщение механическим голосом

Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I»  
а) междугородный вызов (автоматический)Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I»  
б) внутрizonный вызов (автоматический)

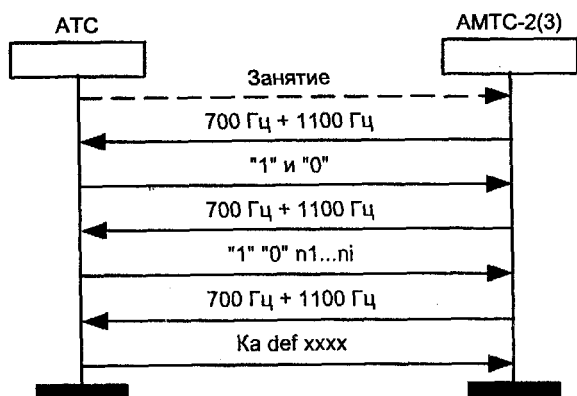


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет 1» в) международный вызов (автоматический)

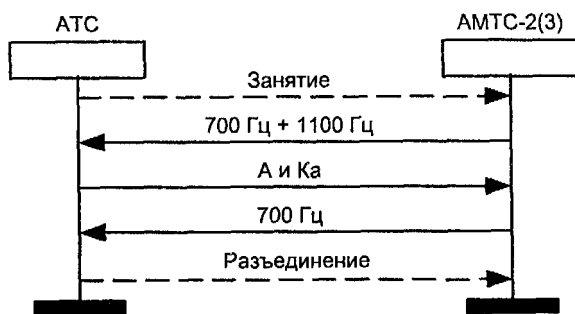


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I» г) отсутствие соединительных путей на АМТС

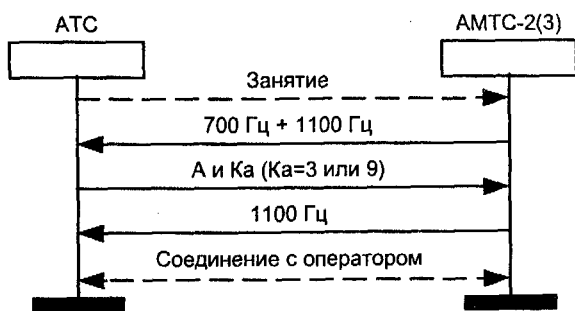


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет 1» д) перевод вызова к оператору (вызов от абонента без права выхода на автоматическую междугородную, внутризоновую сеть)

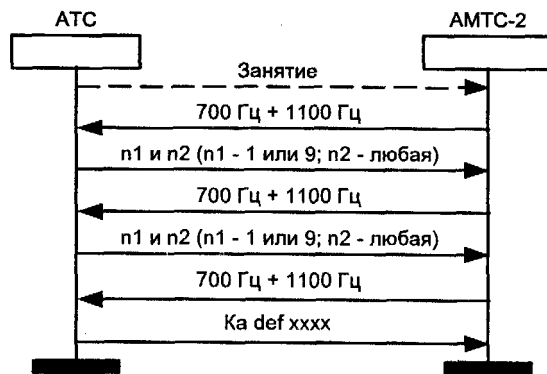


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I»  
е) выход к междугородным коммутаторам немедленной системы обслуживания (МКНС) на АМТС-2

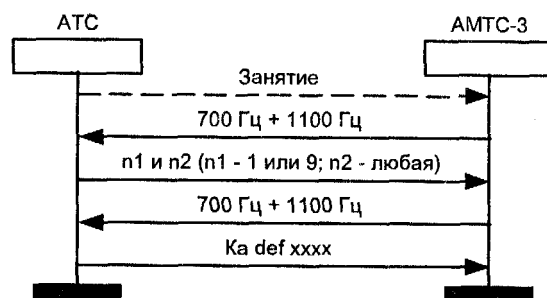


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I»  
ж) выход к междугородным коммутаторам немедленной системы обслуживания (МКНС) на АМТС-3

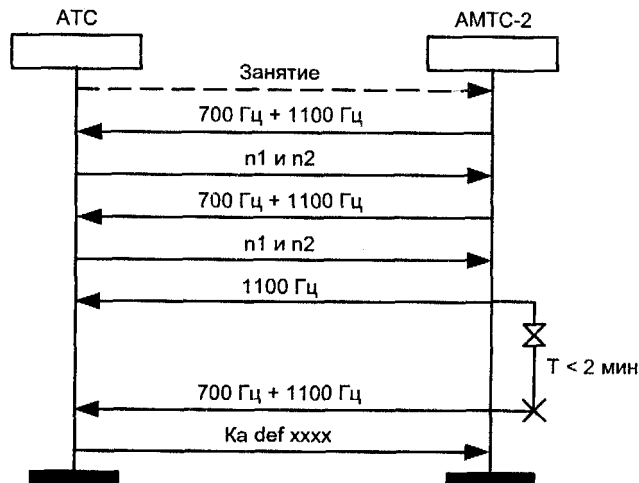


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I»  
з) выход к МКНС на АМТС-2 с ожиданием-

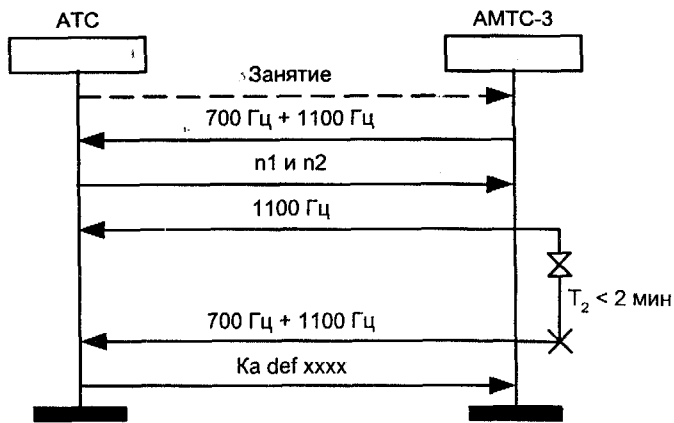


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I»  
и) выход к МКНС на АМТС-3 с ожиданием

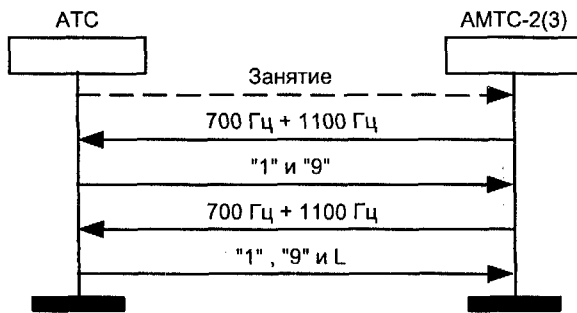


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I»  
к) выход к коммутатору международной МТС

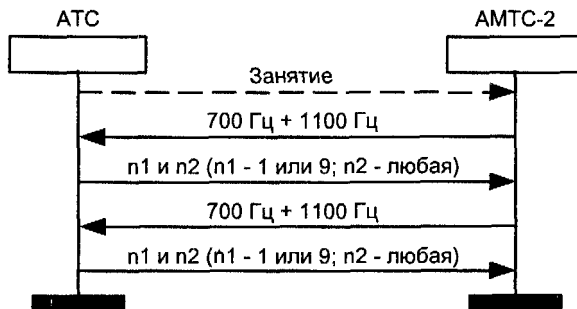


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет I»  
л) выход к ручным службам МТС бесшнурового типа (АМТС-2)

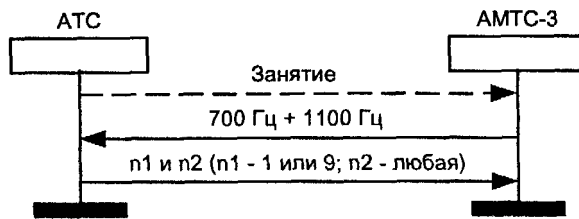


Рис. 6.6. Сценарий обмена сигналами методом «импульсный пакет 1»  
м) выход к ручным службам МТС шнурового типа (АМТС-3)

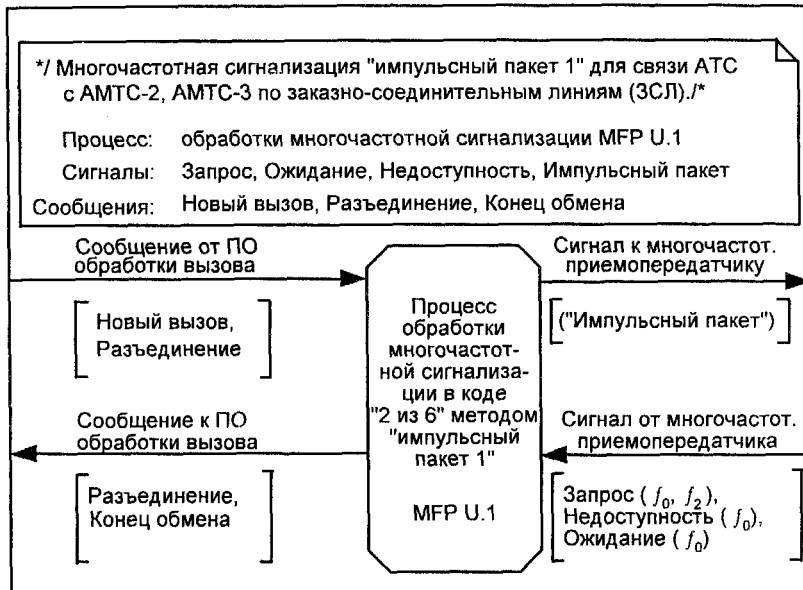


Рис. 6.7. Блок-диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет 1»

В исходном состоянии SO ожидается поступление команды от ПО обработки вызова АТС о необходимости установления нового исходящего соединения. В этом сообщении «Новый вызов» приводятся значения следующих параметров: тип АМТС (АМТС-2, АМТС-3); цифры номера абонента А (defxxxx), Ка, n1...ni - цифры, набранные абонентом А, R - число ожидаемых запросов (R=1, 2, 3).

При поступлении команды «Новый вызов» устанавливается тайм-аут T 1=10 с, представляющий собой время ожидания запроса от АМТС, устанавливается значение счетчика числа принятых запросов Z. Осуществляется вызов процедуры формирования пакета, которая будет рассмотрена несколько позже. Процесс переходит в состояние S1 ожидания запроса.

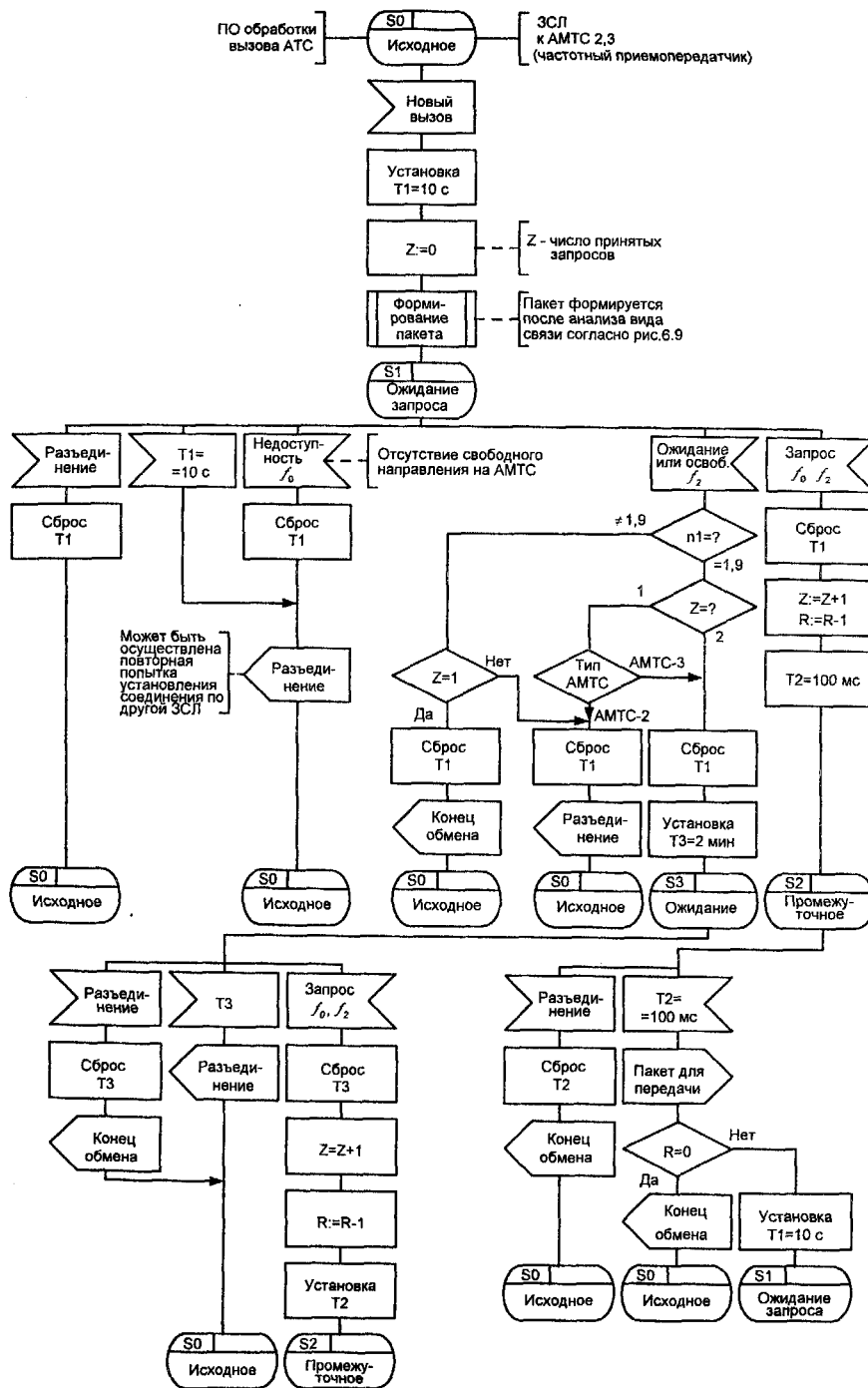


Рис. 6.8. SDL-диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет I»



В состоянии S1 ожидается появление сигнала B2, представляющего собой комбинацию двух частот  $f_0=700$  Гц и  $f_2=1100$  Гц. При появлении запроса сбрасывается тайм-аут T1, прибавляется 1 к счетчику числа принятых запросов Z, вычитается 1 из числа максимально допустимого числа запросов R, устанавливается новый тайм-аут T2=100 мс и процесс переходит в промежуточное состояние S2.

В этом же состоянии S1 вместо прихода второго запроса B2 возможно поступление частоты  $f_0=700$  Гц, означающей отсутствие свободного направления на АМТС. В этой ситуации сбрасывается тайм-аут T1, направляется сообщение «Разъединение» в ПО обработки вызова АТС и процесс возвращается в исходное состояние. Как правило, после этого осуществляется повторная попытка установления соединения по другой заказно-соединительной линии.

Те же действия осуществляются при завершении тайм-аута T1=10 с или при появлении команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС.

В состоянии S1 ожидания запроса возможно также появление частоты  $f_2=1100$  Гц, что может соответствовать одному из двух вариантов.

Вариант 1. Установка вызова на ожидание при выходе на МКНС (см. рис. 6.6 з, и). Если при этом встречная АМТС является АМТС-2 и Z=2 или встречная АМТС - это АМТС-3 и Z=1, то сбрасывается тайм-аут T1, устанавливается тайм-аут T3=2 мин (прослушивание КПВ или механического голоса от АМТС) и процесс переходит в состояние S3. Если эти условия не выполняются, в ПО обработки вызовов АТС посылается сообщение «Разъединение», сбрасывается тайм-аут T1 и процесс переходит в исходное состояние SO.

Вариант 2. Сигнал освобождения. Этот сигнал может прийти после анализа на АМТС первого пакета, если категория вызывающего абонента 3 или 9. При выполнении этого условия и Z=1 сбрасывается тайм-аут T1, и в ПО обработки вызова АТС посылается сообщение об окончании частотного обмена для создания возможности проключения тракта между абонентом А и телефонисткой АМТС.

В промежуточном состоянии S2 возможно появление команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС, в результате которой сбрасывается тайм-аут T2, направляется сообщение «Конец обмена» в ПО обработки вызовов АТС и процесс возвращается в исходное состояние SO. Более обычную ситуацию представляет собой завершение тайм-аута T2, после чего осуществляется передача пакета с заранее подготовленной информацией. После передачи пакета проверяется значение счетчика R - числа ожидаемых запросов. При R=0 направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС об успешном окончании обмена и процесс возвращается в исходное состояние. Если значение R $\neq$ 0, то сеанс связи не окончен, заново устанавливается тайм-аут T1, и процесс возвращается в состояние S1 ожидания запроса.

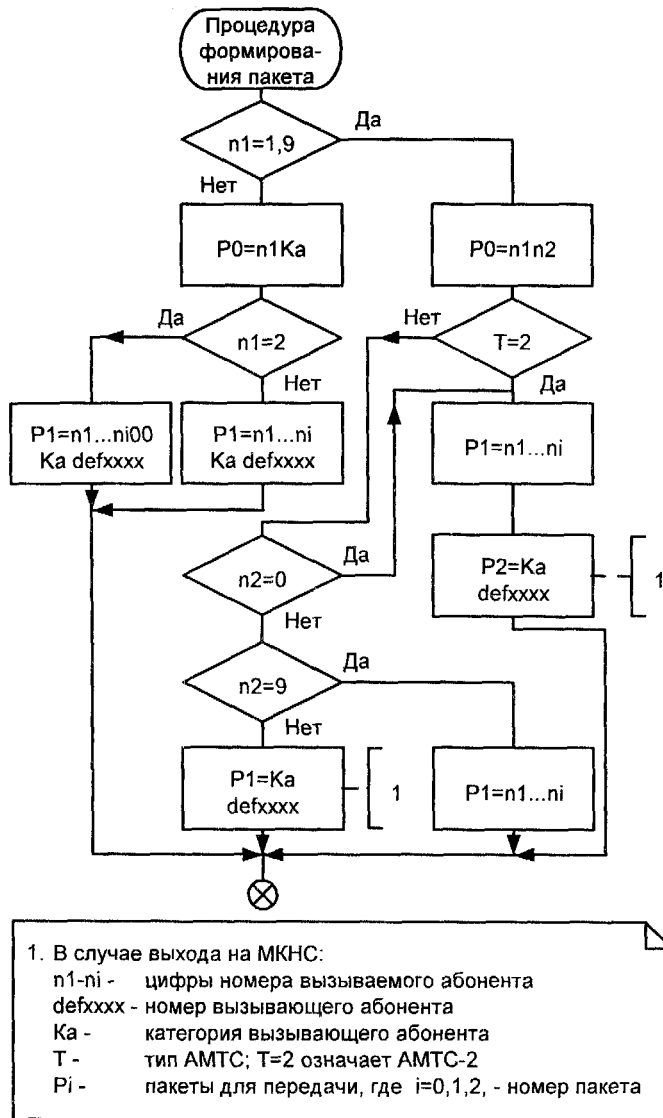


Рис. 6.9. SDL-диаграмма процедуры формирования пакета для многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет I»

В состоянии S3 возможно появление долгожданного сигнала B2, представляющего собой запрос на передачу пакета, в результате чего сбрасывается тайм-аут T3, прибавляется 1 к числу принятых запросов ( $Z=Z+1$ ), уменьшается на 1 число пакетов, подготовленных для передачи ( $R=R-1$ ), устанавливается тайм-аут  $T2=100$  мс до начала передачи пакета, процесс

переходит в промежуточное состояние S2. В более плохой ситуации, т.е. при завершении двухминутного тайм-аута T3, направляется сигнал «Разъединение» в ПО обработки вызовов АТС, а процесс возвращается в исходное состояние. Процесс также возвращается в исходное состояние и при появлении команды «Разъединение» от ПО обработки вызовов АТС, в результате которой сбрасывается тайм-аут T3, и направляется сообщение «Конец обмена».

На рисунке 6.9 приведена SDL-диаграмма процедуры формирования многочастотного пакета, входящей в процесс многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет 1», приведенный на рисунке 6.8.

### 6.3. СИГНАЛИЗАЦИЯ «ИМПУЛЬСНЫЙ ПАКЕТ 2»

Многочастотная сигнализация методом «импульсный пакет 2» используется на заказно-соединительных линиях (ЗСЛ) к АМТС с программным управлением.

Существенным отличием от аналогичного протокола, рассмотренного в предыдущем параграфе, является набор двухчастотных сигналов, передаваемых в обратном направлении, который приведен в таблице 6.3.

Сценарии обмена сигналами на языке MSC для протокола многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет 2» приведены на рис.6.10. Успешная передача пакета рассмотрена на рис.6.10а, случай передачи с ошибкой - на рис.6.10б.

Возможны следующие варианты структуры пакетов:

Междугородный вызов: ABC abc xxxx Ka def xxxx "11" (19 цифр)

Внутризоновый вызов: "2" abc xxxx Ka def xxxx "11" (17 цифр)

Международный вызов: "1" "0" n1...ni Ka def xxxx "11" (19-26 цифр)

Вызов международного коммутатора: " 1" "9" L Ka def xxxx " 11" (12 цифр)

Вызов междугородного коммутатора с идентификацией номера вызывающего абонента: "1" S Ka def xxxx "11" (11 цифр)

Вызов междугородного коммутатора без идентификации номера вызывающего абонента: "1" S "11" (3 цифры)

Структура процесса MFP U.2 обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет 2» приведена на рис.6.11, а соответствующая SDL-диаграмма - на рис.6.12.

Таблица 6.3. Многочастотные сигналы протокола «импульсный пакет 2» от АМТС с программным управлением

№	Частотный сигнал, Гц	Значение	Примечание
1	700+1100	Запрос о передаче информации	Сигнал В2. Длительность 70-100 мс. Время распознавания 30 мс
2	700+1700	Номер принят правильно	Сигнал ВЦ
3	1100+1300	Номер принят неправильно	Сигнал Вб

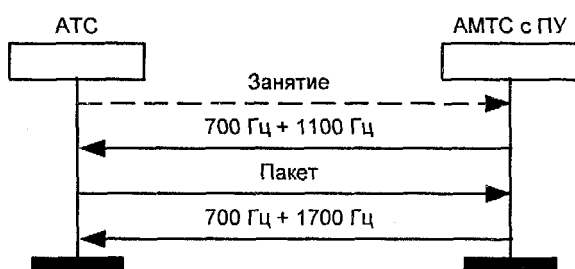


Рис. 6.10. Сценарий обмена сигналами для связи с программно-управляемыми АМТС методом «импульсный пакет 2»  
а) успешная передача пакета

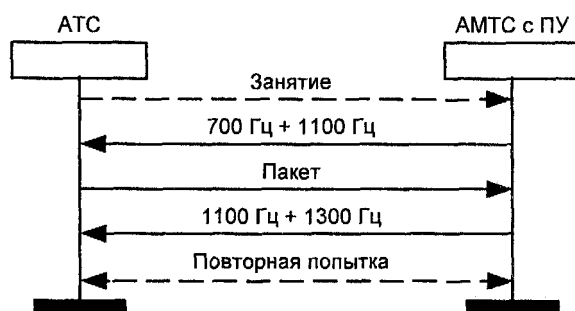


Рис. 6.10. Сценарий обмена сигналами для связи с программно-управляемыми АМТС методом «импульсный пакет 2»  
б) передача с ошибкой

В процессе обработки протокола «импульсный пакет 2» используются следующие значения тайм-аутов:  $T_1=10$  с - время ожидания запроса от АМТС,  $T_2=3$  с - время ожидания сигнала подтверждения после передачи пакета.

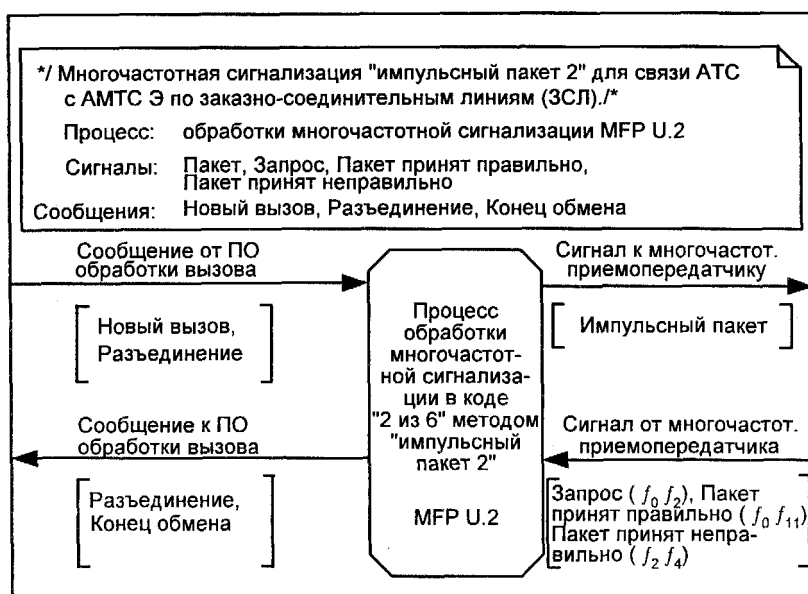


Рис. 6.11. Блок-диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет 2»

В исходном состоянии SO процесс ожидает сообщение о новом вызове от ПО обработки вызова АТС. При появлении этого сообщения устанавливается тайм-аут  $T1=10$  мс, определяющий ожидание запроса B2 от АМТС, и выполняется процедура формирования пакета, идентичная процедуре, описанной в предыдущем разделе. Процесс переходит в состояние ожидания запроса SI. В этом состоянии может быть получен сигнал «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС, в результате которого сбрасывается тайм-аут  $T1$ , а процесс возвращается в исходное состояние. Возможно также завершение тайм-аута  $T1$ , вследствие чего направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС, а процесс опять возвращается в исходное состояние SO.

В обычной ситуации поступает сигнал B2 «Запрос о передаче пакета». В результате этого сбрасывается тайм-аут  $T1$  и осуществляется передача заранее подготовленного пакета, после чего устанавливается тайм-аут  $T2=3$  с, предназначенный для ограничения времени ожидания сигнала «Подтверждение» после передачи пакета.

В состоянии ожидания подтверждения S2 возможен приход сигнала BЦ, состоящего из двух частот  $f_0=700$  Гц и  $f_{11}=1700$  Гц и означающего, что пакет принят правильно. После прихода этого сигнала сбрасывается тайм-аут  $T2$  и направляется сообщение «Конец обмена» в ПО обработки вызовов АТС, после чего процесс возвращается в исходное состояние.

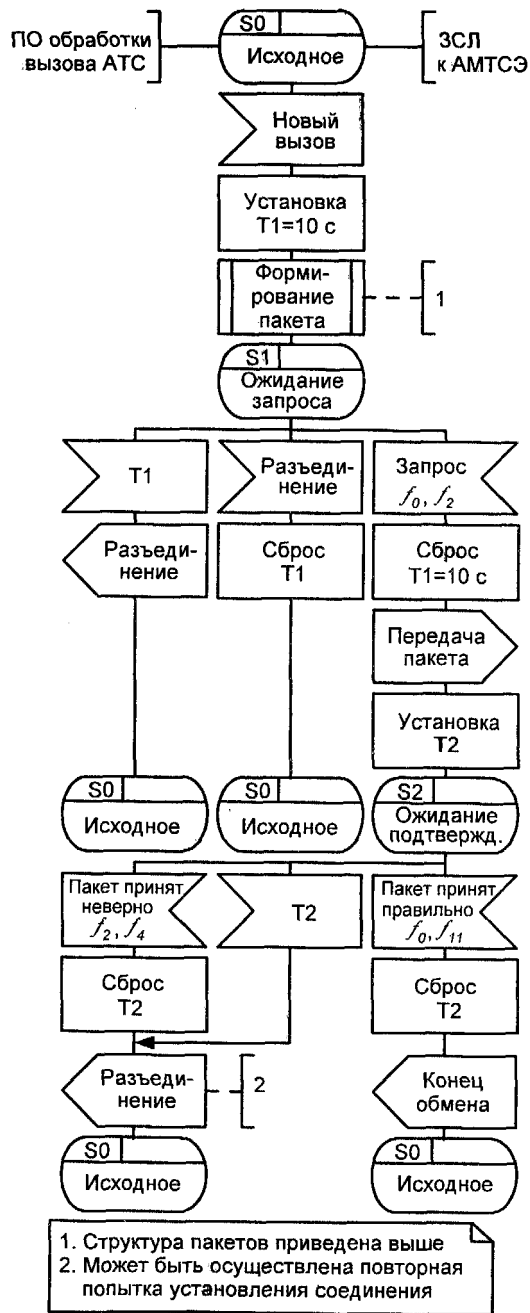


Рис. 6.12. SDL-диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет 2»

В этом же состоянии S2 возможен приход сигнала B6, состоящего из частот  $f_2 = 1100$  Гц и  $f_4 = 1300$  Гц и означающего, что пакет принят неправильно. В этом случае также сбрасывается тайм-аут T2, направляется сообщение «Разъединение» в ПО обработки вызовов АТС и процесс возвращается в исходное состояние. При получении сообщения «Разъединение» АТС осуществляет повторную попытку установления соединения по другой ЗСЛ. При завершении тайм-аута T2 также направляется сообщение «Разъединение» в ПО обработки вызова АТС и процесс возвращается в исходное состояние.

# Глава 7

## СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО ОДНОМУ ВЫДЕЛЕННОМУ СИГНАЛЬНОМУ КАНАЛУ

*По положению пешки догадываешься о короле,  
По полоске земли вдалеке - о том, что находишься на корабле.  
И. Бродский. «Примечание папоротника»*

### 7.1. СИГНАЛИЗАЦИЯ КОДОМ «НОРКА»: МЕСТНЫЙ ВЫЗОВ

Передача линейных и управляющих сигналов некоторых протоколов сигнализации в аналоговых системах передачи с частотным разделением каналов (ЧРК) осуществляется методом включения/выключения частоты по выделенному сигнальному каналу, организуемому вне разговорного спектра, как правило, на частоте 3825 Гц. Ширина полосы пропускания сигнального канала равна 160 Гц. Принцип организации сигнального канала в аппаратуре с ЧРК показан на рис. 7.1. Каждый канал имеет статическое реле, используемое для управления сигнальным каналом. Размыкание контакта *к* вызывает прерывание сигнальной частоты. На приемном конце сигнальная частота через полосовой фильтр (ПФ-3825) попадает в приемник сигналов управления (ПСУ).

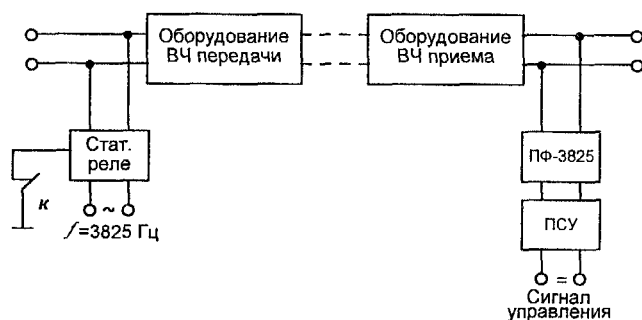


Рис. 7.1. Передача сигналов по индивидуальному сигнальному каналу

Достоинством этого способа является простота приемных устройств из-за отсутствия возможности имитации сигнала токами разговорных частот. Недостатком являются необходимость трансляции сигналов в пунктах переприема и отсутствие контроля исправности разговорного тракта. Этот способ передачи сигналов используется в аппаратуре с ЧРК типов КНК-6Т, КНК-12, КАМА, КРР, В-2, В-2-2, В-3-3С, В-3-4, В-12-3 и других,



применяемых на межстанционных соединительных линиях российских сетей связи.

Для цифровых межстанционных соединительных линий эти же протоколы сигнализации используют один выделенный сигнальный канал (1ВСК) в нулевом канальном интервале ИКМ-15 или в шестнадцатом канальном интервале ИКМ-30. Организация сигнальных каналов в ИКМ-15 и ИКМ-30 обсуждалась в главе 3, посвященной протоколам по 2ВСК. Все сказанное в параграфе 3.1 справедливо и для протоколов по 1ВСК, рассматриваемых в данной главе.

Крайне низкие информационные возможности протоколов по 1ВСК отражает эпиграф к данной главе. Действительно, в выделенном сигнальном канале передаются только два значения: 1 и 0. В случае использования аппаратуры с ЧРК это фактически соответствует отсутствию (1) или наличию (0) сигнальной частоты аппаратуры с ЧРК. Иногда говорят, что сигнальный канал имеет пассивное (1) и активное (0) состояния.

К протоколам сигнализации по 1 ВСК относится так называемый «индуктивный код», который отображает во временной форме сигнализацию по физическим линиям, упомянутую в главе 1, и позволяет организовывать каналы двустороннего действия с объединенными пучками местных и междугородных соединительных линий. Этому протоколу посвящен параграф 7.3 данной главы. В параграфах 7.1 и 7.2 рассматривается другой однобитовый протокол - «норка», использующийся на односторонних соединительных линиях с разделенными местным и междугородным пучками.

Логика вышеназванных протоколов поддерживают, в частности, наиболее распространенные на сельских телефонных сетях СНГ координатные АТС типа АТСК-50/200 и АТСК-100/2000.

Сигнальные коды протокола «норка» по одному выделенному сигнальному каналу на СЛ, ЗСЛ приведены в таблице 7.1.

Диаграмма взаимодействия блока обработки исходящих вызовов протокола «норка», состоящего из одного процесса OTLOC OBS R. 11, представлена на рис. 7.2.

В прямом направлении передаются сигналы «Занятие», «Разъединение I этап/Ш этап», «Импульс/пауза декадного набора». В обратном направлении передаются сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ/запрос АОН», «Отбой Б», «Блокировка».

На рис.7.3 представлена диаграмма процесса OTLOC на языке SDL. Процесс имеет следующие состояния:

S0 - исходное состояние,

S1 - предответное состояние,

S2 - состояние блокировки канала, ожидание контроля исходного состояния (КИС),

Таблица 7.1. Сигнальные коды протокола «норка» по СЛ и ЗСЛ

№	Напр. передачи	Название сигнала	Состояние бит		Примечание
			прямое напр.	обрати. напр.	
1		Исходное состояние	1 ↓	1	
2	→	Занятие	0	1	Время детектирования -30 мс
3	←	Подтверждение занятия	0	0	Сигнал передается сразу же после распознавания занятия
4	→ →	Импульс набора номера Пауза	1 ↑ ↓ 0 ↓	0 0	Время детектирования импульса/паузы $\geq 20$ мс и $\leq 150$ мс. Время распознавания межсерийного интервала $> 150$
5	←←	Ответ/Запрос АОН	0 ↓ 1 ↓	1 (I) ↓ 1 (II) ↓	Время распознавания -8-30 мс. Время ожидания II этапа на входящей АТС - 130 мс
6	←	Отбой Б/ Снятие ответа	1 ↓ 0 ↓	0(1) ↓ 0(11)	Время распознавания -8 - 30 мс. Время ожидания II этапа на входящей АТС - $\geq 130$ мс
7	→	Разъединение	0 ↓ 0 ↓ 1 ↓	1(I) ↓ 0(11) ↓ 0(III) ↓	Время распознавания I этапа на входящей АТС $\geq 130$ мс. Время распознавания II этапа на исходящей АТС $< 100$ мс. I и II этапы имеют место, если разъединение происходит во время разговора. Если этот сигнал принимается после отбоя абонента Б или до ответа, процесс разъединения начинается с III этапа.
8		Контроль исходного состояния	1	1 ↓	Если исходящая АТС распознает ответ в течение 80-130 мс после передачи разъединения, то канал на исходящей АТС переводится в "0". После этого ответ должен быть снят на входящей АТС
9	←←	Блокировка	1	0	Время распознавания 20 мс

S3 - разговорное состояние (ответ абонента Б или запрос АОН),  
S10 - ожидание подтверждения сигнала занятия,  
S 11 - ожидание ответа,  
S12 - ожидание снятия ответа.



Рис. 7.2. Блок обработки исходящего вызова OTLOC OBS R. 11

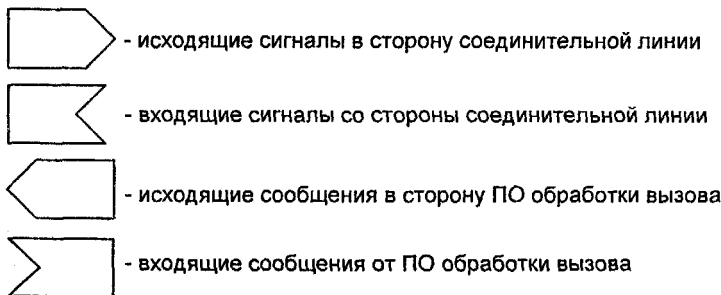
В процессе OTLOC используются следующие значения тайм-аутов:

T0 = 10 мин - время непроизводительного занятия исходящего канала,

T1 = 1 с - ожидание сигнала «Подтверждение занятия» после передачи сигнала «Занятие»,

T2 = 130мс- ожидание сигнала «Ответ» после посылки сигнала «Разъединение III этап».

В SDL-диаграмме процесса OTLOC на рис.7.3, как и во всех предыдущих разделах книги, приняты следующие направления входящих/исходящих сигналов и сообщений:



В исходном состоянии S0 в соединительной линии со стороны встречной АТС возможно появление только одного сигнала «Блокировка» (0), означающего, что занятие исходящего канала запрещено из-за неисправности самого канала или из-за блокировки приборов на входящей АТС. При приеме в этом же исходном состоянии S0 сообщения от програм-

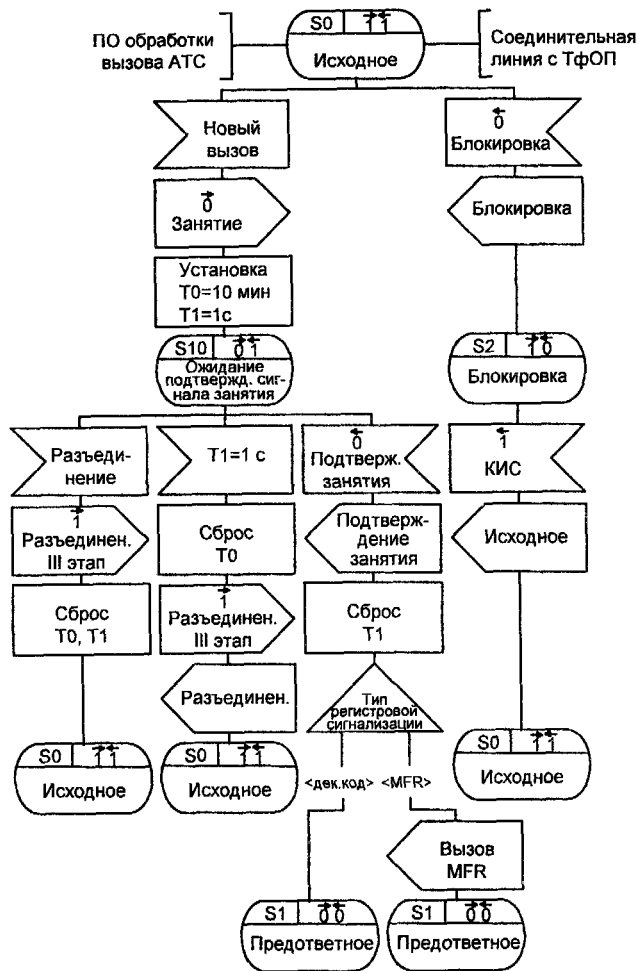
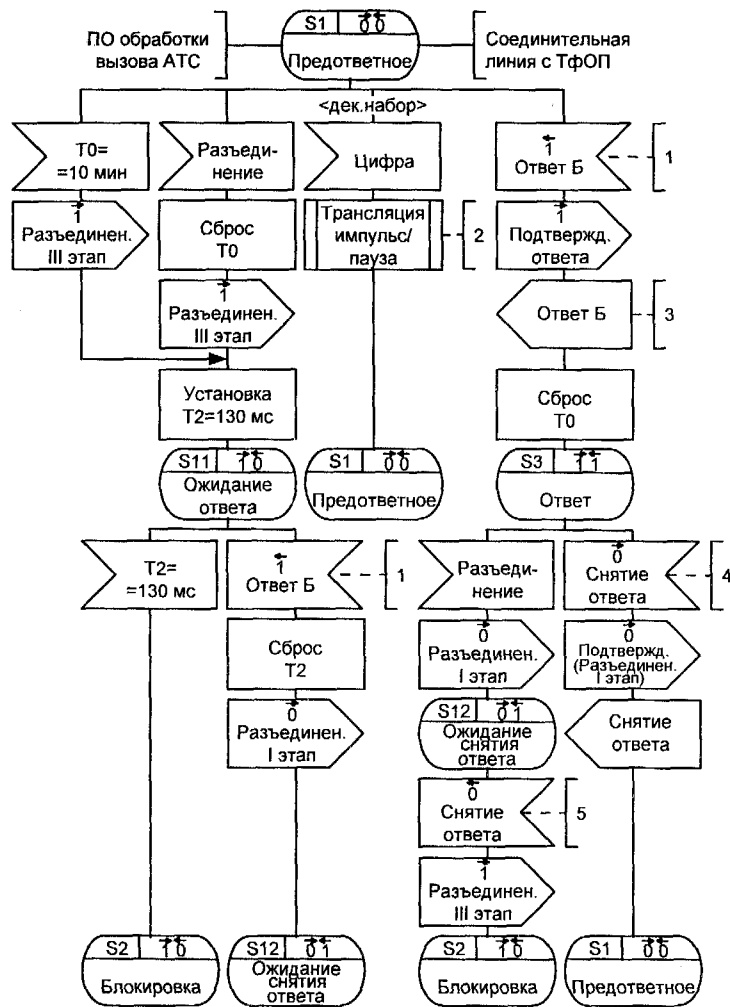


Рис. 7.3. SDL-диаграмма процесса OTLOC OBS R.I 1 (1 из 2)

много обеспечения обработки вызовов АТС о необходимости занятия канала новым вызовом в канал посылается линейный сигнал «Занятие» (0) и устанавливаются следующие тайм-ауты: T0 = 10 мин, предназначенный для ограничения непродуктивного занятия канала, и T1 = 1 с, ограничивающий время ожидания сигнала «Подтверждение занятия» (0).

Тайм-аут T0 представляет собой период времени от занятия канала до получения сигнала «Ответ» (1). Функциональное назначение этого тайм-аута и его отличие от значений аналогичного тайм-аута в зарубежных АТС уже пояснялось в главе 3. Там же были даны и объяснения относительно тайм-аута T1=1 с, который ограничивает время распознавания сигнала «Занятие» на входящей АТС.



1. Время детектирования < 30 мс.
  2. Последовательность имеет следующие параметры: импульс - 50 мс, пауза - 50 мс, межцифровой интервал - 600 мс. Начинается трансляция с межцифрового интервала.
- 
3. Информация о возможном запросе АОН или ответе.
  4. "Снятие запроса АОН" или "Отбой". В последнем случае зуммер "Занято" передается от входящей АТС.
  5. Сигнал "Разъединение II этап"

Рис. 7.3. SDL-диаграмма процесса OTLOC OBS R. 11 (2 из 2)

После установки Т0 и Т1 процесс переходит в состояние S10 «Ожидание подтверждения занятия».

В состоянии S10, при срабатывании тайм-аута Т1 в канал вместо сигнала «Занятие» (0) направляется сигнал «Разъединение III этап» (1), сбрасывается тайм-аут Т0, и в программное обеспечение обработки вызова направляется сообщение о разъединении, означающее неудачную попытку установления соединения. Далее осуществляется переход в исходное состояние S0.

Если в состоянии S10 появляется сообщение от ПО исходящей АТС о разъединении, означающее изменение решения о попытке установить соединение, то выполняется аналогичная процедура: посылка в канал сигнала «Разъединение III этап» (1), сброс ранее установленных тайм-аутов Т0 и Т1 и переход в исходное состояние S0.

При появлении сигнала «Подтверждение занятия» (0) в состоянии S10 сбрасывается тайм-аут Т1 и направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС о подтверждении занятия. Далее осуществляется процедура трансляции цифр номера вызываемого абонента, которая может быть осуществлена двумя способами, зависящими от типа встречной АТС: многочастотной сигнализацией в коде «2 из 6» методом «импульсный челнок» или декадным набором.

В первом случае направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС для подключения соответствующего многочастотного приемопередатчика (MFR) и осуществляется переход в предответное состояние S1. В случае декадного набора переход в предответное состояние осуществляется непосредственно с последующей передачей импульсов и пауз набора номера вызываемого абонента декадным кодом. При этом в первом случае цифры номера направляются от ПО исходящей АТС в процесс MFS, во втором случае цифры номера поступают непосредственно в рассматриваемый процесс OTLOC.

Трансляция каждой цифры в декадном коде (включая и первую цифру) начинается с межцифрового интервала. Для первой цифры номера это обусловлено необходимостью дополнительного времени для подготовки приборов входящей АТС к приему импульсов набора номера. Длительность межцифрового интервала  $T_2=600$  мс.

В предответном состоянии возможно появление сообщения от программного обеспечения исходящей АТС о разъединении. Возможно также срабатывание тайм-аута ограничения непродуктивного занятия канала. В обоих случаях направляется сигнал «Разъединение III этап» (1), после чего осуществляется переход в состояние ожидания ответа S11.

Состояние S11 вводится для случая, когда передача сигнала «Разъединение III этап» (1) с исходящей АТС и сигнала «Ответ Б» с входящей АТС происходит практически одновременно.

Для ограничения времени ожидания устанавливается тайм-аут  $T_2=130$  мс. При отсутствии сигнала «Ответ», т.е. при срабатывании тайм-аута  $T_2$ , процесс переходит в состояние блокировки S2. Если же в течение 130 мс поступит сигнал «Ответ Б», то сбрасывается тайм-аут  $T_2$ , посылается сигнал «Разъединение I этап» (0) и процесс переходит в состояние S12 ожидания снятия ответа. При снятии ответа на входящей АТС, т.е. при появлении сигнала (0), опять направляется сигнал «Разъединение III этап» (1), а процесс переходит в состояние блокировки S2.

В состоянии блокировки S2 ожидается поступление единственного сигнала «Контроль исходного состояния» (1), в результате чего процесс возвращается в исходное состояние SO.

В разговорном состоянии S3 возможны как обработка сигнала запроса АОН и передача кодограммы категории и номера абонента А, так и непосредственно разговор. В первом случае, после успешного приема информации АОН на входящей АТС оттуда направляется линейный сигнал «Снятие ответа» без посылки зуммера «Занято», который переводит процесс ОТЛОС в предответное состояние S1. Выход из состояния разговора S3 во втором случае, т.е. при реальном разговоре абонентов А и Б, осуществляется либо в случае отбоя абонента Б, о чем свидетельствует появление линейного сигнала «Снятие ответа» (0), сопровождаемого зуммером «Занято» с последующим возвратом в предответное состояние S1, либо когда вызывающий абонент А вешает трубку. В последнем случае приходит сообщение о разъединении от ПО исходящей АТС, согласно которому направляется в исходящий канал линейный сигнал «Разъединение I этап» (0), и процесс попадает в состояние ожидания снятия ответа S12, т.е. ожидания линейного сигнала «Разъединение II этап».

В состоянии S12 после появления сигнала «Снятие ответа» (0) (сигнал «Разъединение II этап») процесс посылает сигнал «Разъединение III этап» (1) и переходит в состояние S2, где и находится вплоть до прихода сигнала «Контроль исходного состояния» (КИС). Этот сигнал (КИС) возвращает процесс ОТЛОС в исходное состояние SO, завершая тем самым обработку исходящего вызова.

Читатель, безусловно, уже обратил внимание на аналогию между SDL-диаграммами процессов ОТЛОС для протоколов сигнализации по 2ВСК (глава 3) и сигнализации по 1ВСК (глава 7). Такая же аналогия существует и между одноименными процессами INLOC с учетом, разумеется, некоторых дополнительных сложностей достоверного распознавания сигналов при использовании единственного сигнального бита, что уже было отмечено эпиграфом к данной главе. Этот фактор, а также ограниченный объем книги позволяют автору не приводить здесь SDL-диаграммы процесса INLOC OBS R. 12. Сэкономленное таким образом место используется для сценариев обмена сигналами при местном соединении по протоколу 1ВСК, приведенных на рис. 7.4.

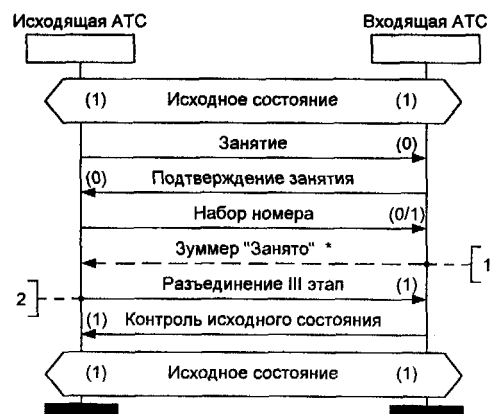


Рис. 7.4. Сценарий обмена сигналами (местный вызов)  
а) абонент Б свободен, отбой абонента А



Рис. 7.4. Сценарий обмена сигналами (местный вызов)  
б) абонент Б свободен, отбой абонента Б





- 1) Входящая АТС передает зуммер "Занято" в случае, если абонент Б занят. Линейный сигнал не передается.
- 2) Услышав сигнал "Занято", абонент А кладет трубку. После отбоя А передается сигнал "Разъединение" к входящей АТС.

Рис. 7.4. Сценарий обмена сигналами (местный вызов)  
в) абонент Б занят

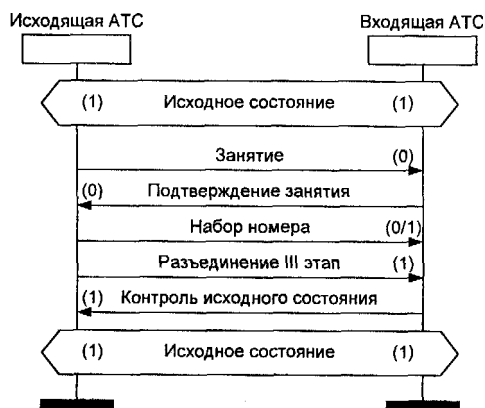


Рис. 7.4. Сценарий обмена сигналами (местный вызов)  
г) разъединение во время набора номера

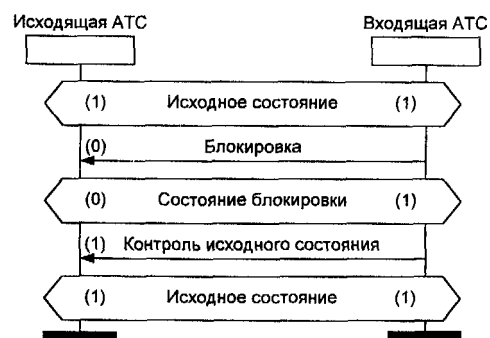


Рис. 7.4. Сценарий обмена сигналами (местный вызов)  
д) блокировка линии

## 7.2. СИГНАЛИЗАЦИЯ КОДОМ «НОРКА»: МЕЖДУГОРОДНЫЙ ВЫЗОВ

Чтобы завершить рассмотрение однобитового протокола «норка», начатое в предыдущем параграфе для случая исходящего местного вызова, на рис.7.5 приведены два сценария сигнализации 1ВСК кода «норка» для исходящего междугородного вызова по заказно-соединительной линии (ЗСЛ) в сторону АМТС.

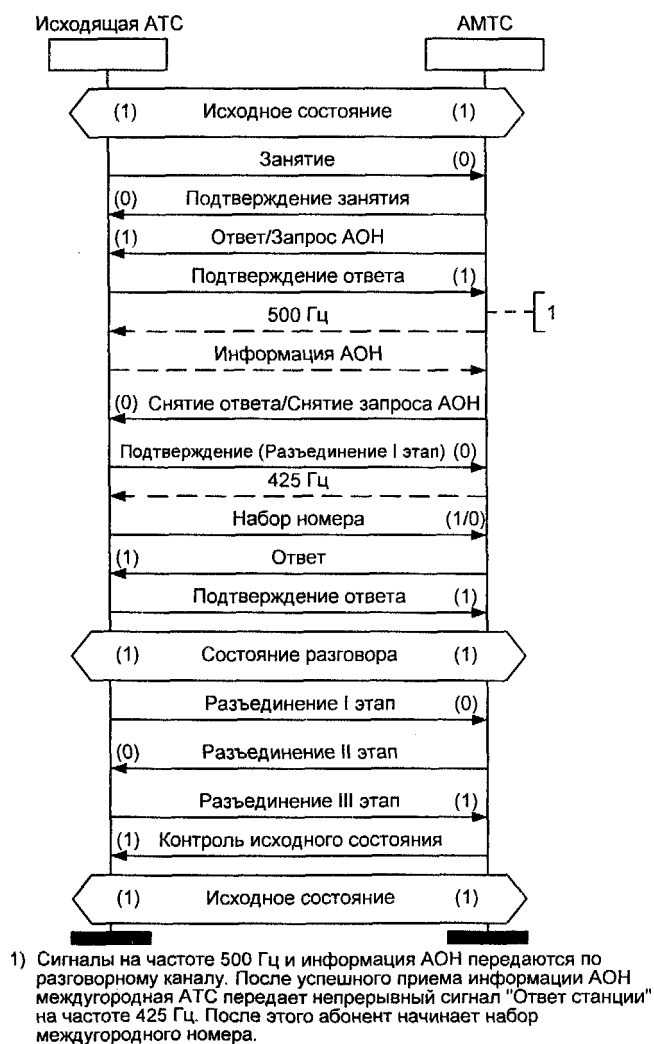
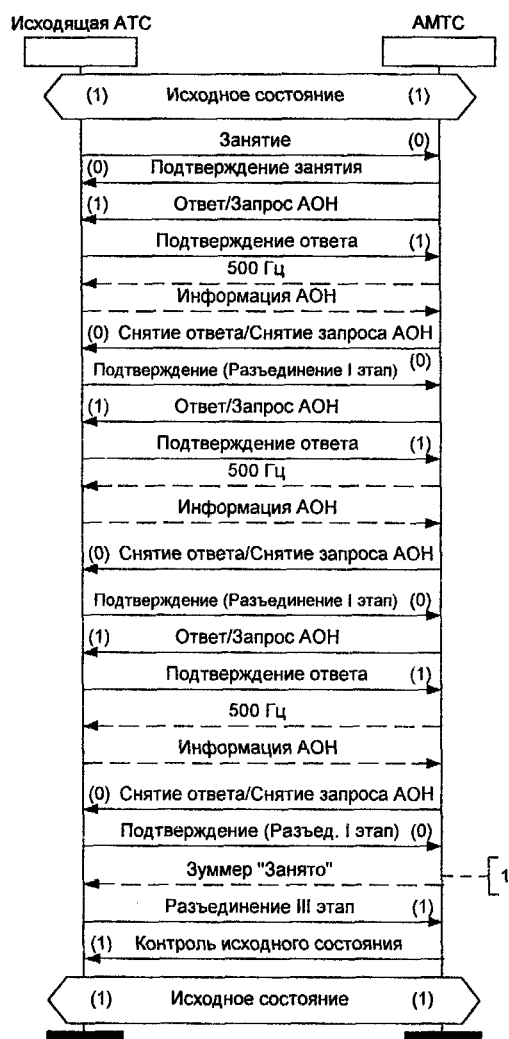


Рис. 7.5. Исходящий вызов по ЗСЛ

- а) передача информации АОН по одному запросу;  
ответ абонента Б



1) Междугородная АТС передает зуммер "Занято" после двух или трех безуспешных попыток определения информации АОН.

Рис. 7.5. Исходящий вызов по ЗСЛ

б) ошибка при передаче информации АОН,  
разъединение

Далее в данном параграфе, по сложившейся в предыдущих главах книги традиции, рассматривается процесс INTOL обработки одноканальной сигнализации кодом «норка» по входящим междугородным соединительным линиям (СЛМ). Сигнальные коды для этого протокола линейной сигнализации приведены в таблице 7.2. Диаграмма взаимодействия для блока обработки входящих междугородных вызовов INTOL OBS R. 13, состоящего из одного одноименного процесса, представлена на рис. 7.6.

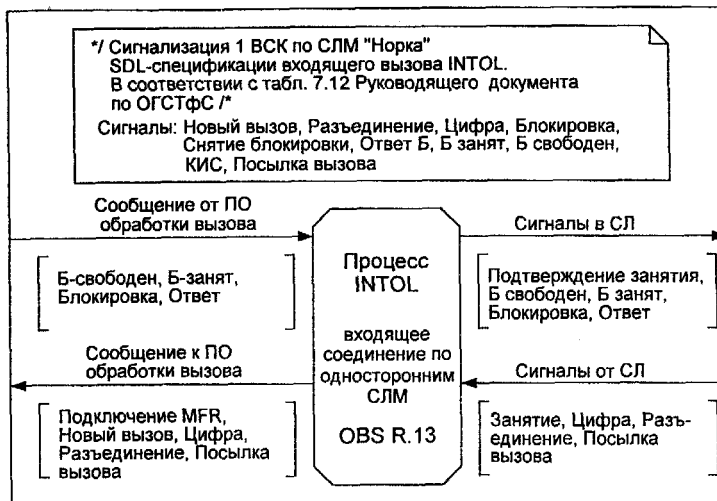


Рис. 7.6. Блок обработки входящего вызова INTOL OBS R.13

В прямом направлении на рис. 7.6 передаются сигналы «Занятие», «Разъединение I этап/Ш этап», «Импульс/пауза декадного набора», «Посылка вызова». В обратном направлении передаются сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ», «Б занят», «Б свободен», «Блокировка», «Контроль исходного состояния (КИС)».

На рис.7.7 представлена диаграмма процесса INTOL на языке SDL. Процесс имеет следующие состояния:

- S0 - исходное состояние,
- S1 - предответное состояние,
- S2 - Б свободен,
- S3 - занятость Б,
- S4 - разговорное состояние,
- S5 - отбой Б,
- S6 - блокировка,
- S10 - передача сигнала «Б свободен»,
- S11 - ожидание подтверждения ответа,
- S12 - промежуточное,
- S13 - распознавание разъединения после ответа,
- S14 - ожидания освобождения.

В процессе INTOL используются следующие значения тайм-аутов:

- T1 = 20 с - время ожидания очередной цифры номера при декадном наборе,
- T2 = 70 мс - время передачи сигнала «Б свободен»,
- T3 = 150 мс - время фильтрации импульса/паузы при декадном наборе номера, время ожидания подтверждения ответа Б, время распознавания разъединения.

Таблица 7.2. Сигнальные коды протокола «Норка» по СЛМ

№	Напр. передачи	Название сигнала	Состояние бит		Примечание
			Прямое напр.	Обрати. напр.	
1		Исходное состояние	1	1	
2	---->	Занятие	0	1	Время детектирования - 30 мс
3		Подтверждение занятия	0	0	Сигнал передается сразу же после распознавания занятия
4	-->	Импульс набора номера Пауза	1 0	0 0	Время детектирования импульса/паузы $>20\text{мс} \wedge 150\text{мс}$
5	<--	Абонент свободен	0 0	1(I) 0(II)	Время распознавания I стадии -8-45 мс. Время между I и II стадиями 50-120 мс
6	<--	Абонент занят	0	1(I)	Время распознавания -120-200 мс
7	<--	Ответ	0 1	1(I) 1(II)	I и II стадии имеют место при переходе из состояния "Абонент свободен" в "Ответ". Время детектирования каждой стадии 30 мс. Время ожидания II стадии на входящей АТС $> 150\text{мс}$
8	-->	Посылка вызова	1 0	0 0	Серии импульсов и пауз (1 и 0) соответствуют сигналу "Посылка вызова". Длительность импульса и паузы (1 или 0) = $(40 \pm 5)\text{мс}$
9	-->	Сброс	1 0	1 1	Параметры сигнала "Сброс" соответствуют параметрам сигнала "Посылка вызова"
10	<---	Отбой Б	1 0	0(I) 0(II)	Время распознавания I стадии -8-30 мс. Время ожидания II стадии па входящей АТС 150 мс
11	-->	Разъединение во время разговора или до ответа, если аб-т свободен, или после отбоя аб-та Б	0 0 1	1(I) 0(II) 0(III)	Время распознавания I стадии на входящей АТС 150 мс. I, II и III стадии имеют место, если сигнал "Разъединение" принимается во время разговора. III стадия имеет место, если сигнал "Разъединение" принимается до ответа (если абонент свободен) или после отбоя вызываемой стороны
12	-->	Разъединение до ответа, если аб-т занят	1 1	1(I) 0(II)	Время детектирования I стадии на входящей АТС 150-220 мс. Время детектирования II стадии на исходящей АТС $< 50\text{мс}$
13	<---	Контроль исходного состояния (КИС)	1	1	Продолжительность интервала между разъединением и передачей КИС в состоянии "Занято" или "Б-свободен" 150 мс
14	<---	Блокировка	1	0	Время детектирования $< 20\text{мс}$

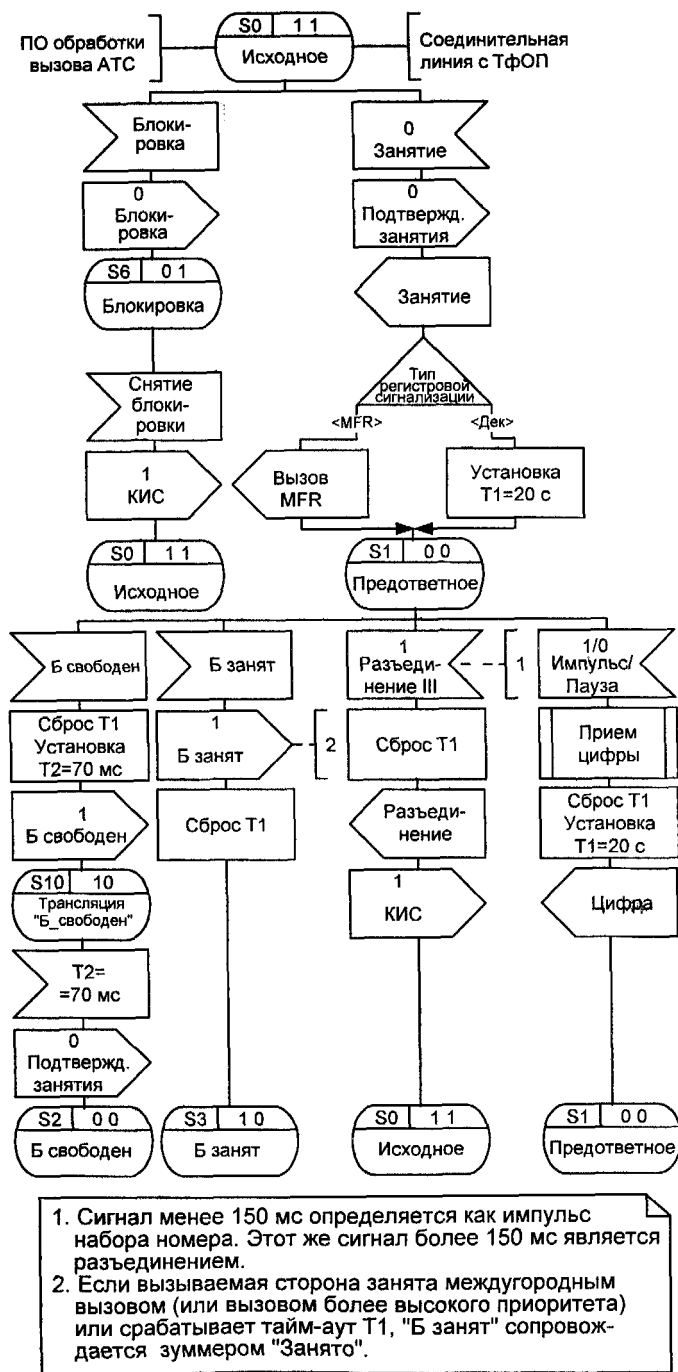


Рис. 7.7. SDL-диаграмма процесса INTOL OBS R. 13 (1 из 2)

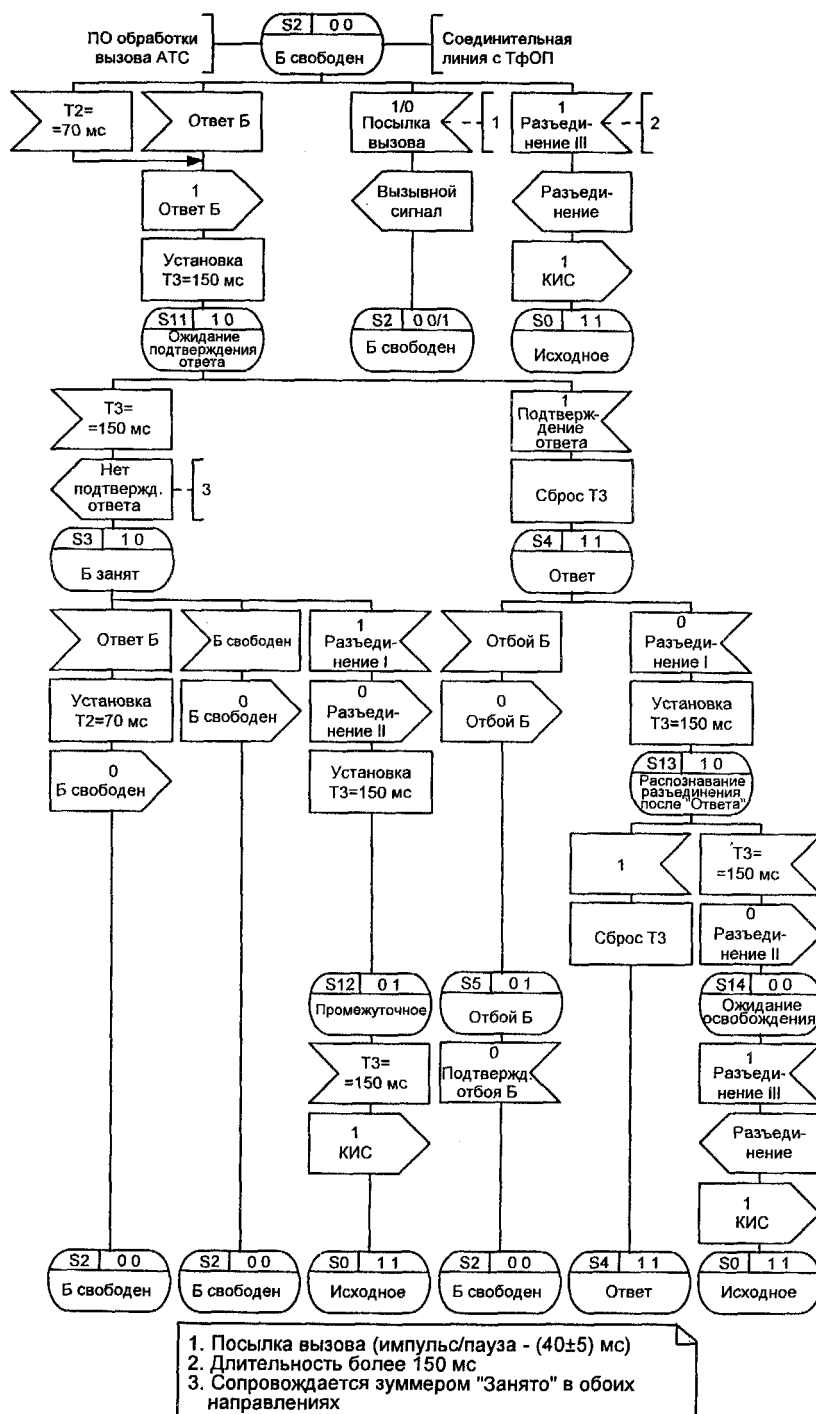


Рис. 7.7. SDL-диаграмма процесса INTOL OBS R. 13 (2 из 2)

В исходном состоянии SO процесс INTOL OBS R.13 ожидает линейный сигнал «Занятие» (0). В ответ на этот сигнал немедленно направляется сигнал «Подтверждение занятия» (0), а также посылаются сообщения «Занятие» в программное обеспечение обработки вызова АТС. Далее в зависимости от типа регистровой сигнализации либо направляется сообщение о подключении процесса многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок», рассмотренного в главе 6, либо устанавливается тайм-аут, равный 20 с и ограничивающий время ожидания первой цифры набора номера, для случая декадного набора номера. В обоих случаях процесс переходит в предответное состояние S1.

В исходном состоянии SO возможно также появление сообщения о блокировке со стороны ПО обработки вызова АТС, в результате чего направляется сигнал «Блокировка» (0) и процесс переходит в состояние S6 блокировки. После снятия блокировки в СЛМ направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (1) и процесс переходит в исходное состояние SO.

В предответном состоянии S1 ожидается прием импульсов, пауз и межцифровых интервалов декадного набора номера, в результате чего определяются цифры номера вызываемого абонента, а процесс продолжает оставаться в предответном состоянии. Тайм-аут  $T1=20$  с максимально допустимого ожидания очередной цифры номера вызываемого абонента устанавливается в моменты начала ожидания очередной цифры номера, включая первую цифру, и сбрасывается при поступлении первого импульса этой ожидаемой цифры.

Появление слишком длинного импульса, т.е. сигнала «1» длительностью более 150 мс, воспринимается как сигнал «Разъединение III этап». В этом случае сбрасывается тайм-аут  $T1$ , направляется сообщение о разъединении в программное обеспечение обработки вызова АТС, в соединительную линию направляется сигнал «I» контроля исходного состояния (КИС), а процесс переводится в исходное состояние SO.

В этом же предответном состоянии S1 ожидается появление одного из двух сообщений от ПО обработки вызова АТС.

Первое возможное сообщение о занятости вызываемого абонента Б вызывает посылку линейного сигнала «Б занят» (1), сброс тайм-аута  $T1$  и переход процесса в состояние S3 занятости вызываемого абонента Б. Если вызываемый абонент Б занят другим междугородным или международным вызовом, то этот линейный сигнал сопровождается также зуммером «Занято».

Другим ожидаемым в предответном состоянии S1 сообщением от ПО обработки вызовов АТС является сообщение «Б свободен». В этом случае устанавливается тайм-аут  $T2=70$  мс на время передачи сигнала «Б свободен» (1), а процесс переходит в состояние S10 трансляции этого сигнала.



После окончания тайм-аута  $T_2$  в СЛМ направляется линейный сигнал «Подтверждение занятия» (0) и процесс переходит в состояние S2, когда вызываемый абонент свободен.

В состоянии S2 возможно появление последовательности импульсов и пауз с частотой  $40 \pm 5$  мс, соответствующей сигналу «Посылка вызова». Этот сигнал транслируется в ПО обработки вызова АТС для организации посылки вызова абоненту Б. Здесь, как и в случае набора номера, также возможен слишком длинный импульс (1) длительностью более 150 мс, который рассматривается как сигнал «Разъединение». Тогда сообщение о разъединении направляется в ПО обработки вызова, в соединительную линию направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (1), а процесс возвращается в исходное состояние SO.

В состоянии S2 ожидается также сообщение от ПО обработки вызова об ответе абонента Б. В этом случае в соединительную линию направляется линейный сигнал «Ответ Б» (1), устанавливается тайм-аут  $T_3=150$  мс. Далее осуществляется переход во вспомогательное состояние S11 ожидания подтверждения ответа. После приема линейного сигнала «Подтверждение ответа» (1) сбрасывается тайм-аут  $T_3$ , а процесс переходит в разговорное состояние S4. В случае, если ответ не подтверждается в течение 150 мс, т.е. если срабатывает тайм-аут  $T_3$ , то направляется сообщение об отсутствии подтверждения ответа в ПО обработки вызова АТС, а процесс переходит в состояние S3 занятости вызываемого абонента Б.

В состоянии S3 занятости вызываемого абонента Б ожидается приход линейного сигнала «Разъединение I этап» (1), в ответ на который направляется сигнал «Разъединение II этап» (0), устанавливается тайм-аут  $T_3=150$  мс, по срабатывании которого в СЛМ направляется сигнал «Контроль исходного состояния», процесс возвращается в исходное состояние SO.

В этом же состоянии S3 возможно снятие занятости абонента, которое характеризуется приходом сообщения «Б свободен» от ПО обработки вызова АТС. В ответ на это сообщение в СЛМ направляется линейный сигнал «Б свободен» (0) и процесс переходит в состояние S2.

Вместо сообщения «Б свободен» в состоянии S3 возможно также получение сразу сообщения об ответе вызываемого абонента Б. В этом случае устанавливается тайм-аут  $T_2=70$  мс, в линию направляется сигнал «Б свободен» и процесс переходит в состояние S2. В состоянии S2 после срабатывания тайм-аута  $T_2=70$  мс в СЛМ направляется линейный сигнал «Ответ Б», устанавливается тайм-аут  $T_3=150$  мс и процесс переходит в состояние S11 ожидания подтверждения ответа, о чем уже было сказано выше.

В разговорном состоянии S4 возможно поступление сообщения «Отбой Б» от ПО обработки вызова АТС, в результате чего в соединительную линию направляется линейный сигнал «Отбой Б» (0) и процесс переходит в состояние S5 отбоя вызываемого абонента Б. В этом состоянии ожидается поступление линейного сигнала «Подтверждение отбоя» (0) и процесс переходит в состояние S2, определяющее свободное состояние вызываемого абонента Б.

В этом же разговорном состоянии S4 возможно разъединение со стороны соединительной линии. В этом случае осуществляется полная процедура разъединения, т.е. принимается линейный сигнал «Разъединение I этап» (0), устанавливается тайм-аут  $T3=150$  мс и процесс переходит в состояние S13 распознавания разъединения после ответа.

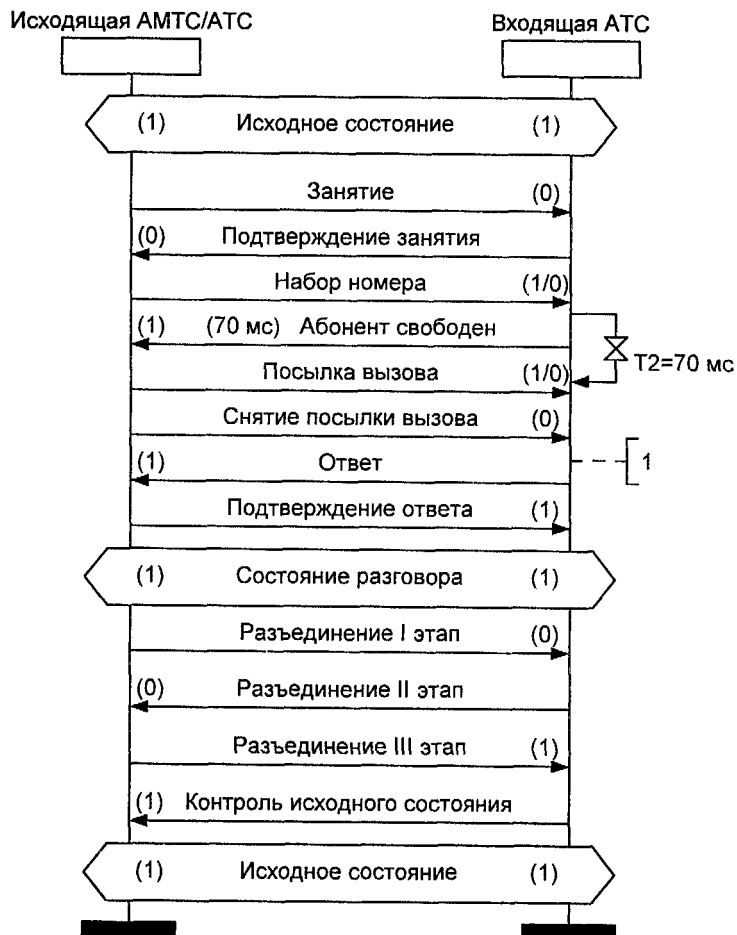
Во вспомогательном состоянии S13 возможно снятие сигнала разъединения, т.е. появление единичного сигнала в соединительной линии, в этом случае тайм-аут T3 сбрасывается, а процесс возвращается в разговорное состояние S4. Если же в течение 150 мс линейный сигнал «Разъединение I этап» находится в канале, то во встречном направлении в соединительную линию направляется сигнал «Разъединение II этап» (0), и процесс переходит в состояние S14 ожидания освобождения.

В этом состоянии S14 в процессе ожидается линейный сигнал «Разъединение III этап» (1), после чего направляется сообщение о разъединении в ПО обработки вызова АТС, а в соединительную линию направляется линейный сигнал «Контроль исходного состояния» (1) и процесс переходит в исходное состояние.

Рассмотренная выше диаграмма процесса обработки входящего междугородного вызова INTOL OBS R.11 дополняется сценариями, представленными на рис. 7.8.

В первом сценарии 7.8 а рассматривается установление соединения к свободному абоненту, завершающееся разговором, причем первым кладет трубку вызывающий абонент А. Другой сценарий на рис. 7.8 б отличается от предыдущего сценария тем, что первым кладет трубку вызываемый абонент Б, и именно это служит причиной разъединения.

Сценарии на рис. 7.8 в и 7.8 г иллюстрируют ситуации, когда вызываемый абонент Б в момент поступления входящего междугородного вызова занят местным разговором с неким третьим абонентом В. В обоих случаях имеет место вмешательство телефонистки при входящем полуавтоматическом соединении. Между собой сценарии 7.8 в и 7.8 г различаются тем, кто из занятых местным разговором абонентов Б и В первым кладет трубку.



1) Сигнал "Ответ" может приниматься и при передаче серии импульсов "Посылка вызова" и при снятии "Посылки вызова"

Рис. 7.8. а) установление соединения к свободному абоненту. Отбой абонента А

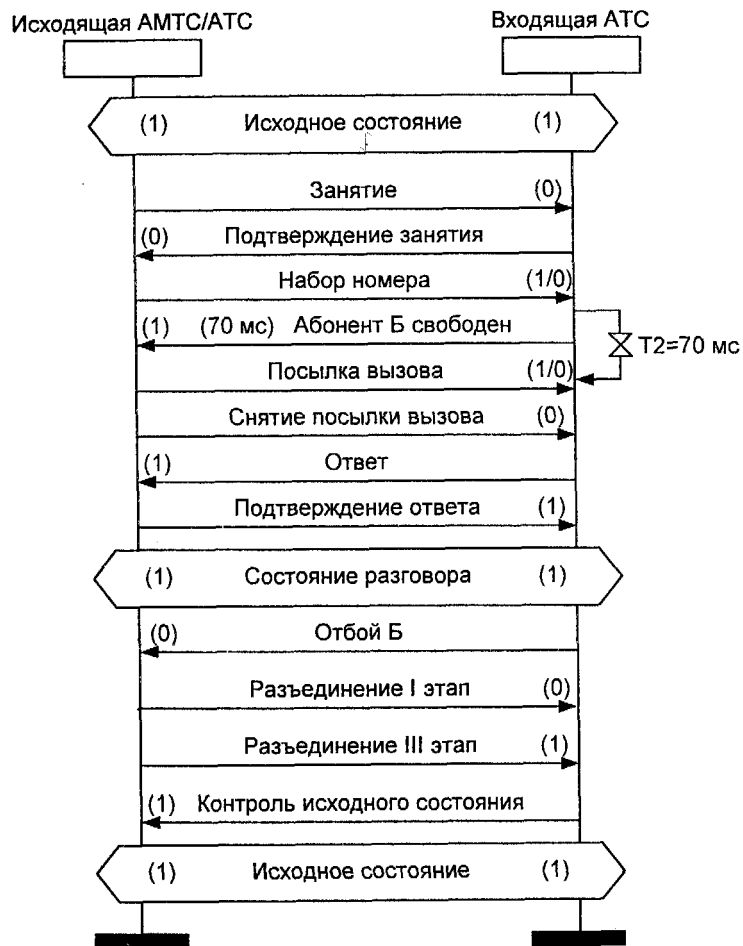
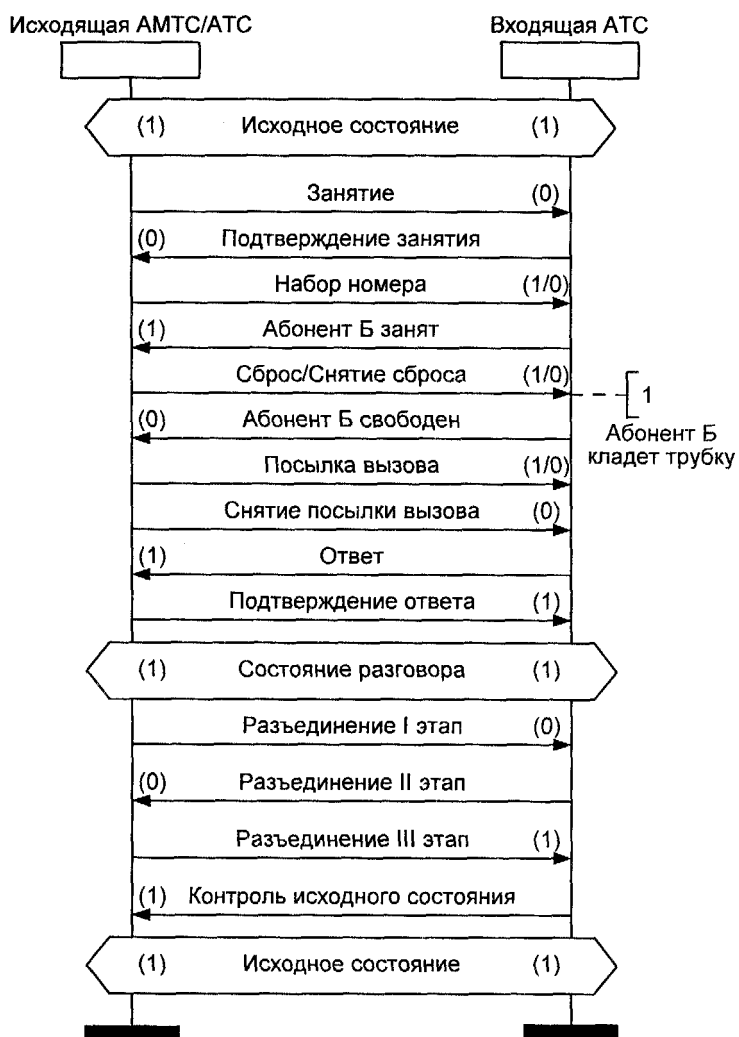


Рис. 7.8. б) установление соединения к свободному абоненту. Отбой Б



1) Сигнал "Сброс" не меняет фазу установления соединения и не обязателен во время установления соединения.

Рис. 7.8. в) соединение к занятому абоненту (полуавтоматика). После вмешательства телефонистки МТС абонент Б кладет трубку

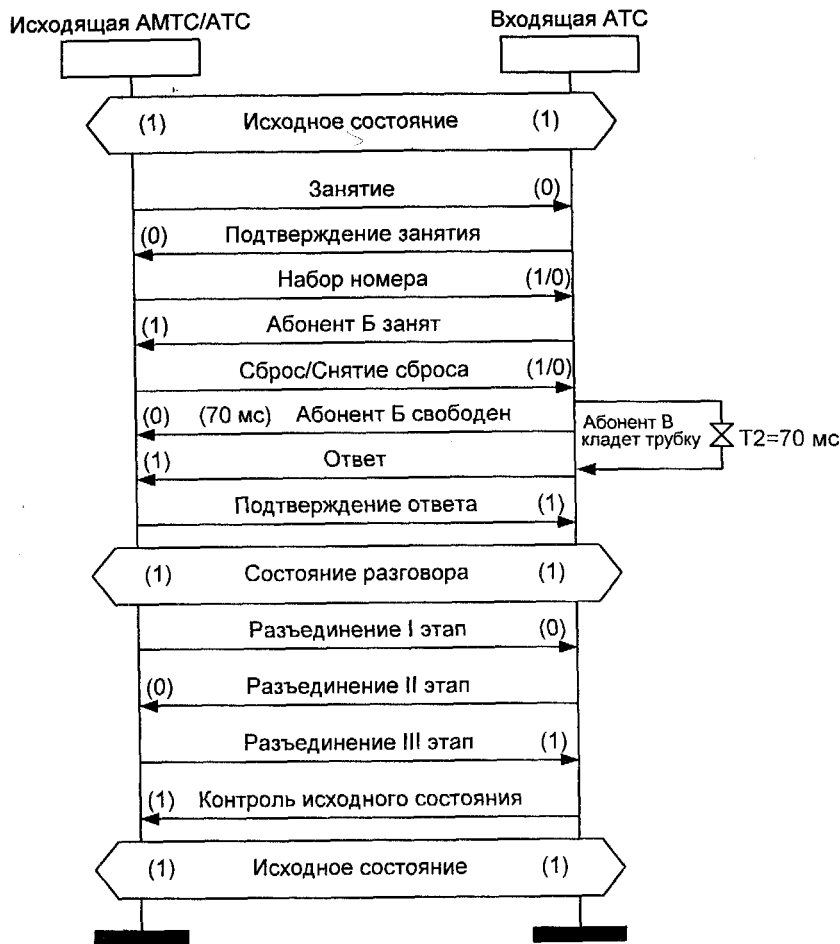


Рис. 7.8. г) соединение к занятому абоненту (полуавтоматика). После вмешательства телефонистки МТС абонент В кладет трубку

### 7.3. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО ВЫДЕЛЕННОМУ СИГНАЛЬНОМУ КАНАЛУ ИНДУКТИВНЫМ КОДОМ

Для организации местной и междугородной связи на сельских телефонных сетях между оконечными, узловыми и центральными АТС, как правило, используются общие пучки местных и междугородных соединительных линий одностороннего или двухстороннего действия. Для передачи линейных сигналов и сигналов управления по этим универсальным соединительным линиям часто используется индуктивный код.

При двухстороннем использовании соединительной линии приоритет установления соединения в случае встречного занятия определяется в направлении сверху вниз: от центральной станции к узловой, от узловой станции к оконечной. В алгоритмах обработки сигнализации индуктивным кодом необходимо предусмотреть прием и обработку встречного занятия в течение 40 мс после занятия соединительной линии в соответствии с приоритетом, как будет показано далее в этом параграфе.

Индуктивный код может быть применен при следующих способах передачи сигналов: а) по двухпроводным физическим линиям и б) по одному выделенному сигнальному каналу (1 ВСК) в системах передачи с частотным (ЧРК) или с временным разделением каналов (ВРК).

В данной главе рассматривается только второй способ передачи сигналов, однако для его понимания необходимо несколько подробнее пояснить сам принцип сигнализации индуктивным кодом по физическим линиям.

Индуктивный сигнал, передаваемый по физической двухпроводной линии, состоит из положительных и отрицательных индуктивных импульсов. На рис.7.9 представлена упрощенная схема передачи и приема сигналов индуктивным способом по двухпроводным физическим соединительным линиям.

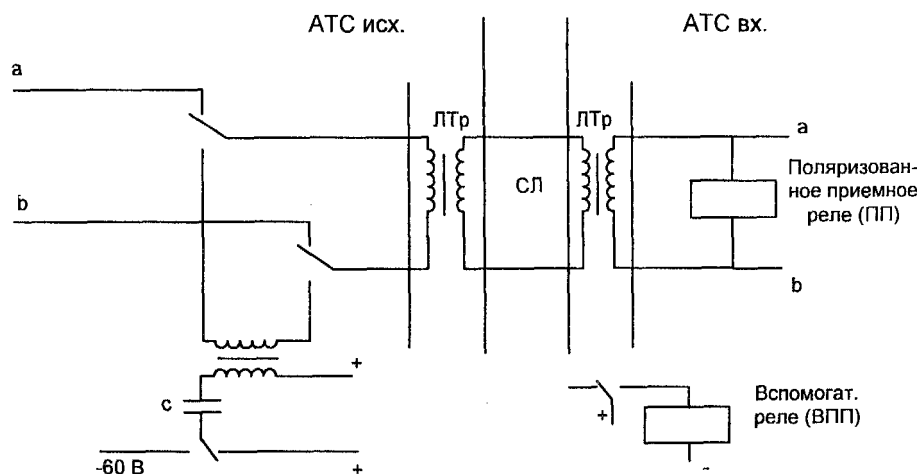


Рис. 7.9. Упрощенная схема передачи и приема сигналов индуктивным способом по двухпроводным СЛ

Для работы по двухпроводным физическим линиям с индуктивным способом сигнализации в существующих АТС имеются следующие релейные комплекты соединительных линий: в АТСК-100/2000 для организации односторонних соединительных линий используются комплек-

ты РСЛИ-И и РСЛВ-И, для организации двухсторонних соединительных линий эти же комплекты объединяются; в АТСК-50/200 на двухсторонних соединительных линиях используются комплекты РСЛО и РСЛТ.

При уплотнении межстанционных соединительных линий системами передачи с ЧРК или ВРК: В-2, В-2-2, В-3-3С и ВО-12-3, КНК-6Т, КНК-12, КАМА, ИКМ-15, ИКМ-3ОС и др. индуктивный код используется во временной (батареинной) форме.

Подключение аппаратуры передачи к индуктивным комплектам АТС осуществляется по шестипроводной или четырехпроводной схеме (рис. 7.10).

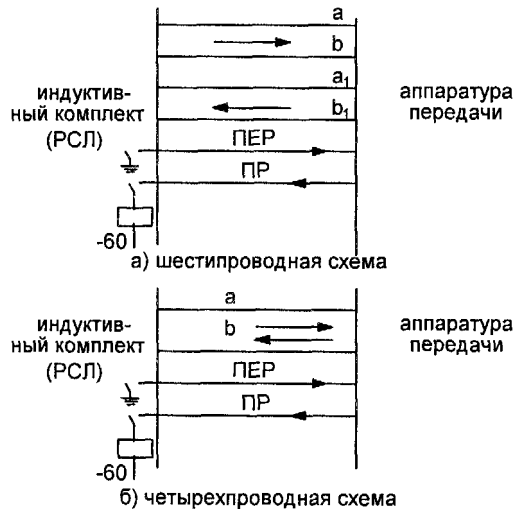


Рис. 7.10. Подключение аппаратуры передачи к индуктивным комплектам АТС

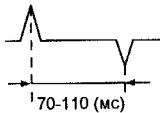
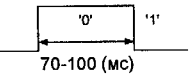
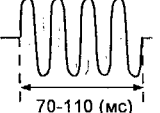

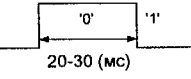
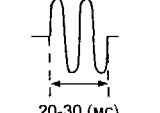
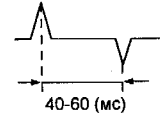
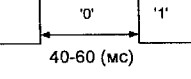
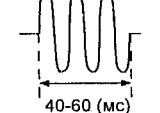

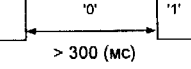
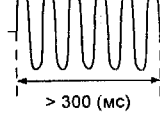
Наличие потенциала на проводах ПЕР и ПР соответствует активному состоянию сигнального канала (наличие частоты в канале при использовании системы передачи с ЧРК или 0 в цифровых системах передачи с сигнализацией по выделенному сигнальному каналу).

Все вышеизложенное обобщает схематическое представление способов передачи линейных сигналов в индуктивном коде в зависимости от среды передачи в табл. 7.3.

В соответствии с названием данной главы и с учетом относительно незначительной доли неуплотненных двухпроводных физических соединительных линий с сигнализацией индуктивным кодом на российских телефонных сетях далее в этом параграфе внимание читателя предлагается сосредоточить только на двух правых колонках таблицы 7.3.



Таблица 7.3. Способы передачи линейных сигналов и сигналов управления в индуктивном коде

Вид сигнала	Способ передачи		
	По физическим двухпроводным СЛ	По выделенному сигнальному каналу	
		с ИКМ	с ЧРК
Длинный сигнал (ДС)			
Короткий сигнал (КС)			
Импульс набора номера (НН)			
Сигнал отбоя (ОС)			

Перечни линейных сигналов индуктивным кодом для местного и междугородного вызовов приведены в таблицах 7.4 и 7.5, соответственно. На рис.7.11 представлена структура SDL-блока процесса ВСТ R.I 1 обработки сигнализации по одному выделенному сигнальному каналу индуктивным кодом для универсальных двухсторонних соединительных линий, а на рис.7.12 - SDL-диаграмма этого процесса.

В исходном состоянии SO возможно появление одного из двух сообщений от программного обеспечения обработки вызовов АТС о местном или междугородном исходящем вызове.

Сообщение о междугородном вызове передается в случае установления транзитного соединения от АМТС.

При местном исходящем вызове в сторону входящей АТС направляется линейный сигнал «Занятие» (ДС), устанавливается тайм-аут  $T1 = 10$  мин для ограничения непроизводительного времени занятия исходящей соединительной линии и процесс переходит в предответное состояние S10 при исходящем местном вызове.

Таблица 7.4. Сигналы индуктивного кода при местном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Вид сигнала	Примечание
1	→	Занятие	Длинный сигнал (ДС)	При передаче сигнала "Занятие" по двухпроводной физической линии индуктивным способом длинному и короткому сигналам предшествует посылка отрицательного индуктивного импульса. Время распознавания 40-115 мс
2	→	Набор номера (декадный код)	Импульс (пауза) 40-60 мс. Межсерийный интервал 600 мс	Время распознавания 30-70 мс
3	→	Разъединение, Отбой А	Сигнал отбоя (ОС)	Время распознавания 130мс
4	←	Ответ/запрос АОН	Длинный сигнал (ДС)	Время распознавания 40-115 мс
5	←	Снятие ответа	Длинный сигнал (ДС)	Время распознавания 40-115 мс
6	←	Б_занят	Сигнал отбоя (ОС)	Время распознавания 130 мс
7	←	Отбой Б	Сигнал отбоя (ОС)	Время распознавания 130 мс

При исходящем междугородном вызове в соединительную линию посылается короткий сигнал «Занятие», а процесс переходит в предответное состояние S20 при исходящем междугородном вызове.

В этом же исходном состоянии возможно обслуживание входящего вызова, т.е. получение сигнала «Занятие» со стороны соединительной линии. Это занятие может посылаться коротким сигналом (КС). Для дальнейшего обслуживания такого занятия существенное значение имеет направление соединительной линии относительно междугородной АТС. В случае направления от АМТС данное занятие считается входящим междугородным, устанавливается тайм-аут  $T_0=20$  с для ожидания цифр набора номера, направляется сообщение о входящем междугородном занятии в ПО обработки вызова АТС, а процесс переходит в предответное Состояние S3 0.

Таблица 7.5. Сигналы индуктивного кода при междугородном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Вид сигнала	Примечание
1	—>	Занятие	Короткий сигнал (КС)	На сельских телефонных сетях при установлении соединения в сторону ЦС от ОС или УС, при наборе абонентом "8" может посылаться "КС" (занятие междугородное) без трансляции "8". Время распознавания 15-35 мс
2	—>	Набор номера (декадный код)	Длительность импульса/паузы 40-60 мс. Межсерийный интервал 600 мс	Время распознавания 30-70 мс
3	—>	Разъединение	Сигнал отбоя (ОС)	Время распознавания 130 мс
4	—>	Посылка вызова	Длинный сигнал (ДС)	Время распознавания 40-115 мс
5	<—	Абонент свободен	Длинный сигнал (ДС)	Время распознавания 40-115 мс
6	<—	Абонент занят: а) Местная занятость б) Междугородная занятость	Короткий сигнал (КС) Сигнал отбоя (ОС)	Время распознавания 15-35 мс Время распознавания 130 мс
7	<—	Отбой Б	Длинный сигнал (ДС)	Время распознавания 40-115 мс

Действия, выполняемые в случае направления к АМТС включают посылку в ПО обработки вызова сообщения о входящем местном занятии при установлении соединения на АМТС и перевод процесса в соответствующее предответное состояние S40.

Если же для посылки сигнала «Занятие» используется длинный сигнал (ДС), что означает местное занятие, то выполняются те же действия, что и при коротком сигнале для направления к АМТС, т.е. посылается сообщение о местном занятии в ПО обработки вызова АТС, устанавливается тайм-аут  $T_0=20$  с ожидания первой цифры набора номера и осуществляется переход в предответное состояние S40.

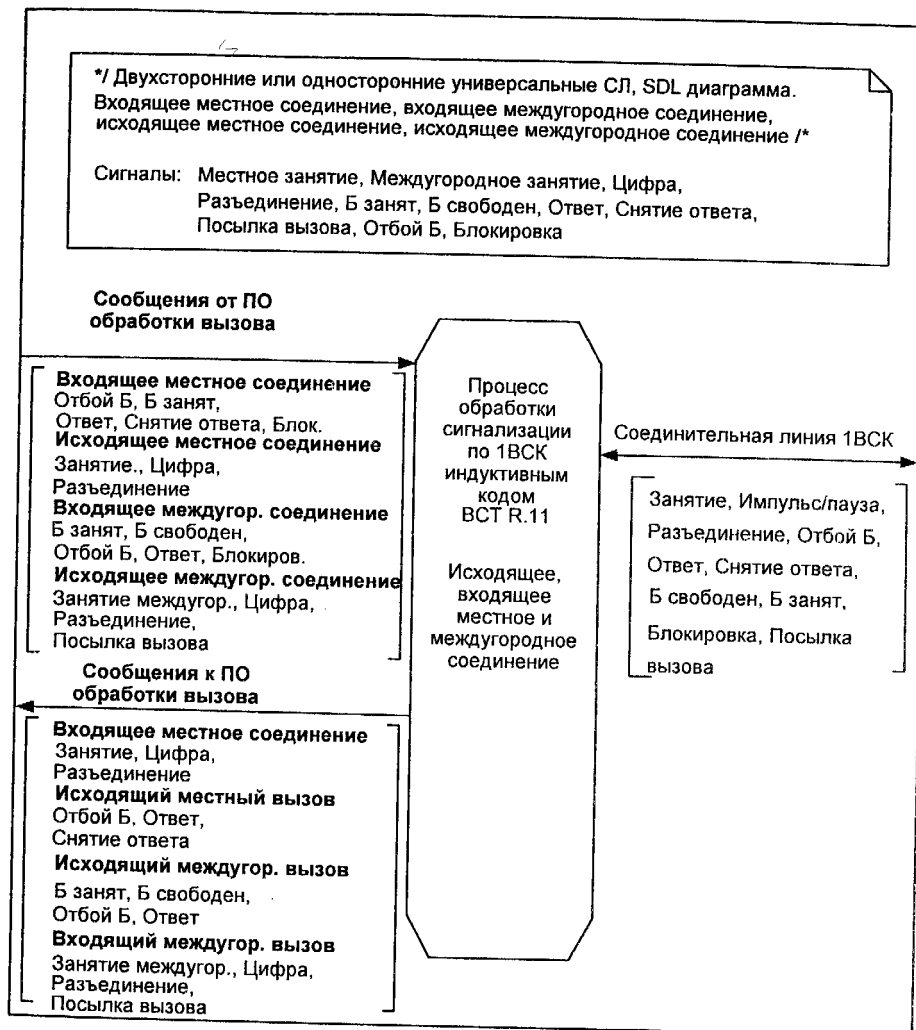


Рис. 7.11. Блок обработки сигнализации по 1VSK индуктивным кодом VCTR. 11

В предответном состоянии S 10 от ПО обработки вызова АТС ожидается единственное сообщение с указанием цифры номера вызываемого абонента, при получении которой осуществляется процедура трансляции цифр номера, начинающаяся с трансляции межцифрового интервала длительностью 600 мс и выполняющая трансляцию импульсов и пауз длительностью 40-60 мс каждый. После трансляции цифр номера в предответном состоянии S 10 возможно получение сигнала занятости вызываемого абонента Б (ОС), в результате чего направляется сообщение о занятости абонента Б в ПО обработки вызова АТС и процесс переходит в состояние блокировки S 1.

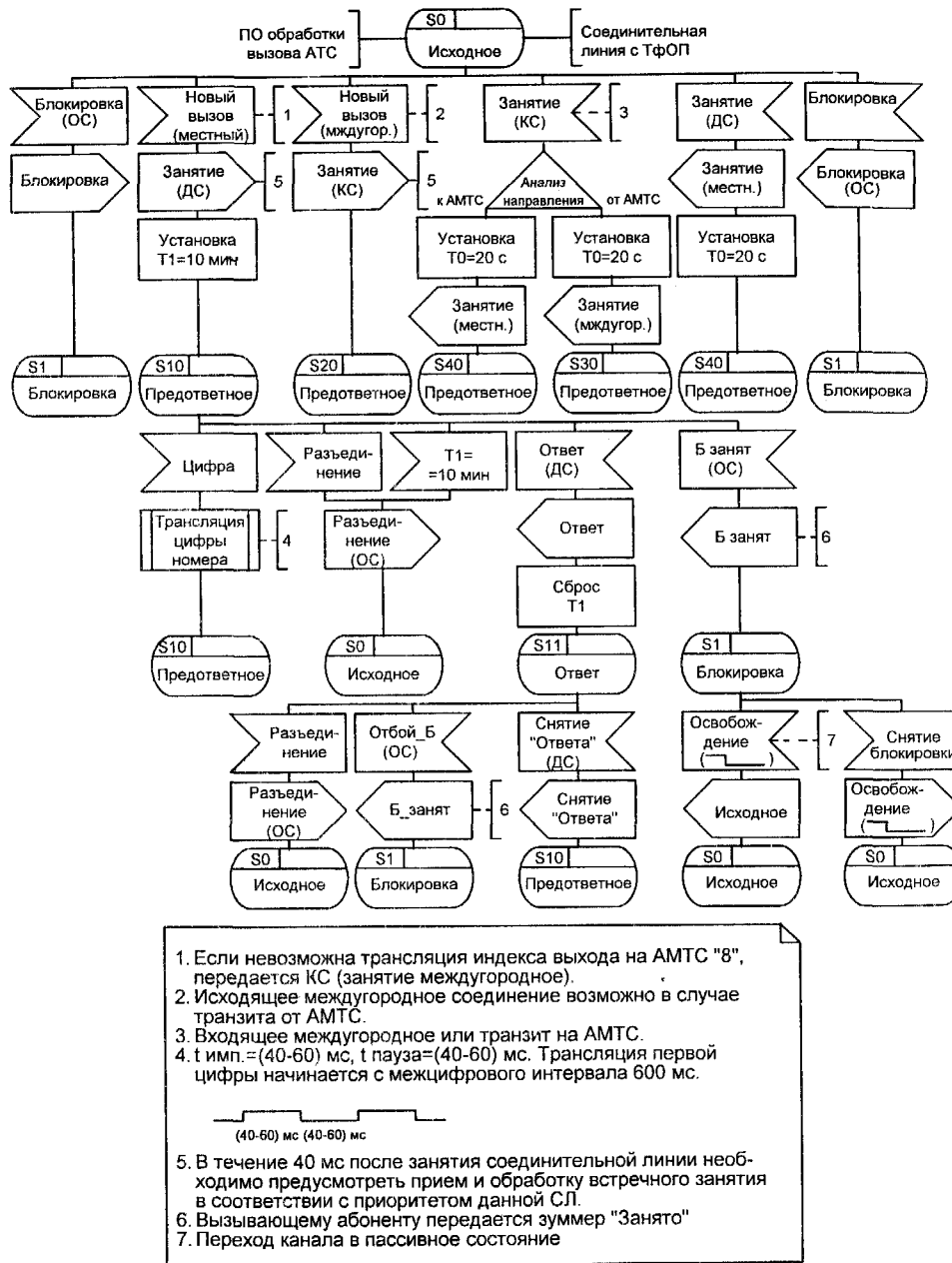


Рис. 7.12. SDL-диаграмма процесса обработки индуктивного кода по универсальным двухсторонним СЛ (1 из 4)

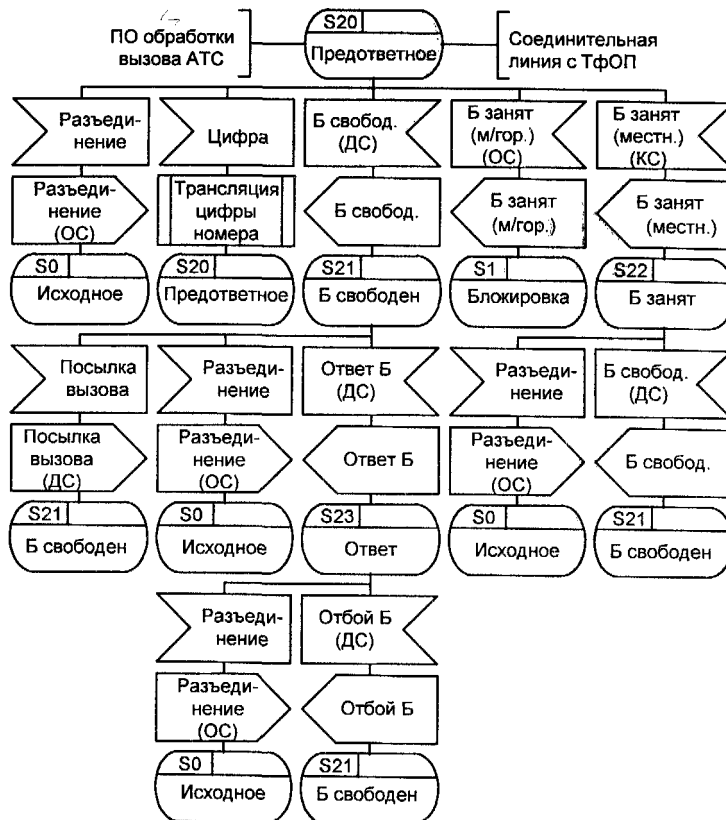


Рис. 7.12. SDL-диаграмма процесса обработки индуктивного кода по универсальным двухсторонним СЛ (2 из 4)

Второй возможный сигнал по соединительной линии от встречной АТС - сигнал «Ответ Б» (ДС). При получении этого сигнала сбрасывается тайм-аут T1, а процесс переходит в разговорное состояние S11.

В случае отсутствия сигнала занятости или ответа вызываемого абонента в течение T1=10 мин в соединительную линию направляется принудительный сигнал «Разъединение» (OC) и процесс возвращается в исходное состояние S0. Эти же действия выполняются при появлении команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС.

В состоянии блокировки S 1 ожидается единственный сигнал из соединительной линии - сигнал «Освобождение» (OC) в виде заднего фронта импульса. При получении этого сигнала направляется сообщение «Исходное» в ПО обработки вызова АТС и процесс возвращается в исходное состояние S0.

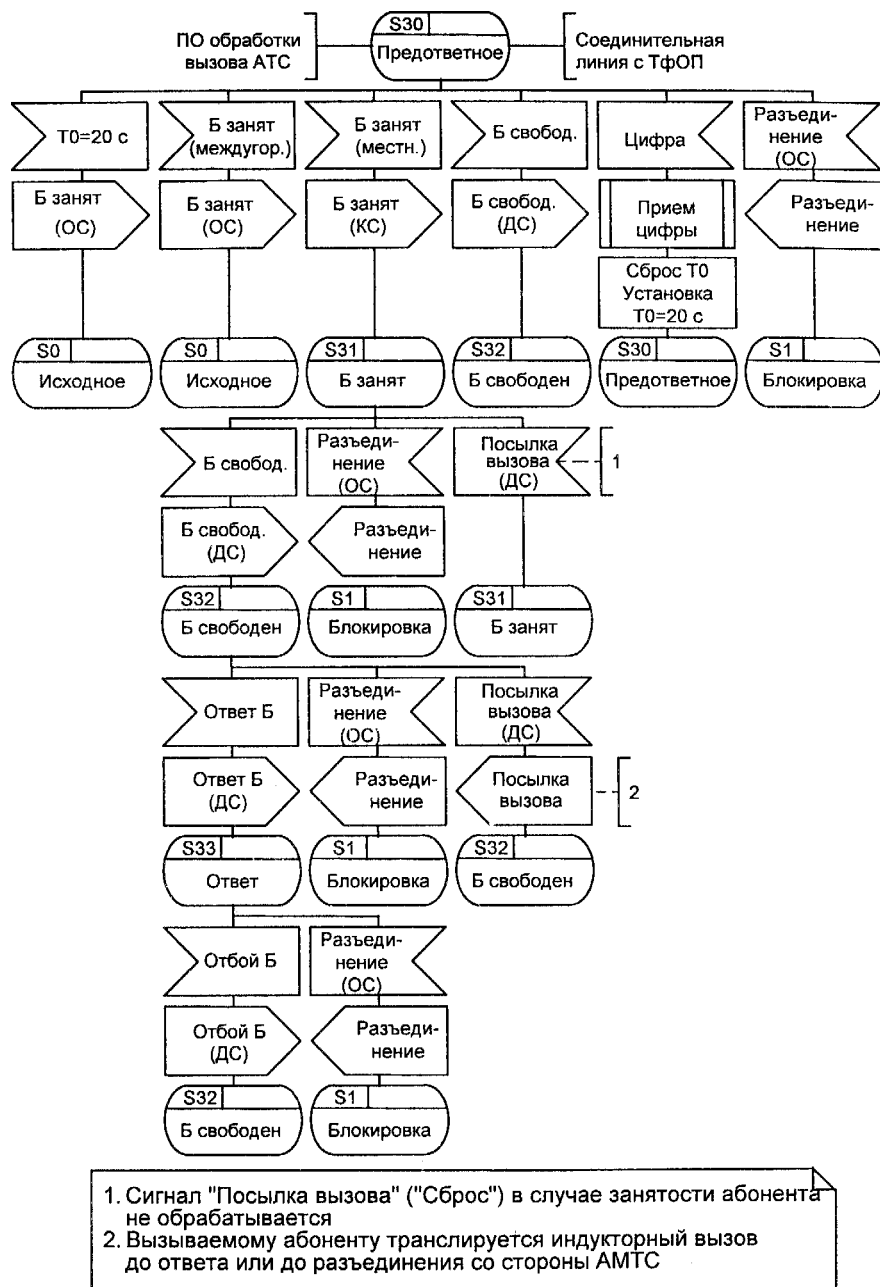


Рис. 7.12. SDL-диаграмма процесса обработки индуктивного кода по универсальным двухсторонним СЛ (3 из 4)

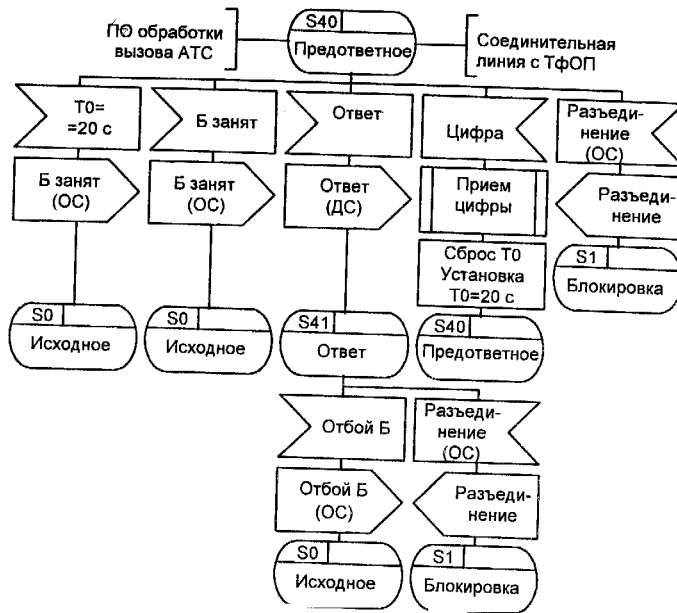


Рис. 7.12. SDL-диаграмма процесса обработки индуктивного кода по универсальным двухсторонним СЛ (4 из 4)

В разговорном состоянии S11 при исходящем местном вызове возможно получение одного из двух линейных сигналов из соединительной линии. Это сигнал «Снятие ответа» (ДС), возвращающий процесс в предответное состояние S10, и сигнал «Отбой Б» (ОС), по которому направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС об отбое абонента Б и осуществляется переход процесса в состояние блокировки S1.

В состоянии разговора S11 возможно также получение команды разъединения от ПО обработки вызова АТС, по которой направляется линейный сигнал «Разъединение» (ОС) в соединительную линию и осуществляется переход в исходное состояние S0.

В случае исходящего междугородного вызова в предответном состоянии S20 также ожидается сообщение от ПО обработки вызова АТС с цифрой набора номера, в результате которого осуществляется трансляция цифр номера, начиная с межцифрового интервала 600 мс. Возможно и получение команды разъединения от ПО обработки вызова АТС, вызывающее передачу сигнала «Разъединение» (ОС) и переход в исходное состояние.

Со стороны соединительной линии в предответном состоянии S20 возможно получение сообщения о занятости абонента Б местным или другим междугородным соединением. В случае занятости междугородным соединением процесс переходит в состояние S1 блокировки с посылкой соответствующего сообщения в ПО обработки вызова АТС.



В случае местного занятия процесс переходит в состояние S22 занятости абонента Б, в котором возможна команда «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС, вызывающая посылку линейного сигнала «Разъединение» (ОС). В этом же состоянии S22 занятости вызываемого абонента на встречной АТС должно обеспечиваться вмешательство телефонистки в разговор абонента Б, о чем подробнее будет сказано в следующей главе. Если вследствие этого вмешательства абонент Б вешает трубку, то процесс ВСТ R. 11 в состоянии S22 получает линейный сигнал «Б свободен» (ДС) и переходит в состояние S21, когда вызываемый абонент Б свободен. В это же состояние S21 осуществляется переход из предответного состояния S20 при приходе непосредственно линейного сигнала «Б свободен».

В состоянии S21, когда вызываемый абонент Б свободен, возможно получение команды посылки вызова от ПО обработки вызова АТС или команды разъединения. В первом случае в соединительную линию посылается линейный сигнал «Посылка вызова» (ДС) с сохранением текущего состояния процесса, во втором случае выполняются посылка линейного сигнала «Разъединение» (ОС) и возврат в исходное состояние SO.

В этом же состоянии S21 из соединительной линии возможно поступление линейного сигнала «Ответ Б», который переводит процесс ВСТ R.I 1 в разговорное состояние S23, выход из которого осуществляется при отбое вызываемого абонента Б или по команде разъединения от ПО обработки вызова АТС.

В предответном состоянии S3 0 при входящем междугородном занятии от АМТС осуществляются прием и обработка импульсов и пауз набора номера вызываемого абонента Б из соединительной линии, а также трансляция соответствующих цифр в ПО обработки вызова АТС. В случае срабатывания тайм-аута ожидания цифры номера  $T_0=20c$  в соединительную линию направляется линейный сигнал «Б занят» междугородным вызовом (ОС), а процесс переходит в исходное состояние SO. Возможно также получение из соединительной линии и сигнала «Разъединение», переводящего процесс в состояние блокировки S 1.

После приема достаточного количества цифр номера вызываемого абонента Б в предответном состоянии S30 возможно одно из трех сообщений из ПО обработки вызова АТС: о занятости абонента Б местным или междугородным соединением или о том, что абонент Б свободен. В случае занятости абонента Б другим междугородным соединением направляется соответствующий линейный сигнал (ОС) в соединительную линию, а процесс возвращается в исходное состояние SO. В случае, если абонент Б занят местным соединением, то в соединительную линию направляется короткий сигнал КС и процесс переходит в состояние S31 за-

нятости абонента Б, И, наконец, если абонент Б свободен, то в соединительную линию направляется линейный сигнал «Б свободен» (ДС) и процесс переходит в состояние S32.

В состоянии S31, когда абонент Б занят местным соединением, поддерживается возможность вмешательства телефонистки встречной станции в разговор вызываемого абонента, как это уже не раз рассматривалось в описаниях других протоколов сигнализации данной книги. С учетом рекомендаций следующей главы, в которой этот вопрос рассматривается специально, это вмешательство целесообразно организовывать с некоторой задержкой для получения линейного сигнала «Разъединение» (ОС), который переводит процесс из состояния S31 в состояние блокировки SI. В этом же состоянии S31 возможен линейный сигнал «Сброс/ посылка вызова» (ДС), сохраняющий процесс в том же состоянии S31. Наконец, если вызываемый абонент Б кладет трубку после вмешательства телефонистки или по другой причине, то направляется сообщение от ПО обработки вызова АТС о том, что абонент Б свободен, в соединительную линию посылается линейный сигнал «Б свободен» (ДС) и процесс переходит в состояние S32.

В состоянии S32, когда вызываемый абонент свободен, возможен также приход сигнала «Разъединение» (ОС) или «Посылка вызова» (ДС) из соединительной линии, а также сообщения от ПО обработки вызова АТС об ответе абонента Б. В последнем случае в соединительную линию направляется линейный сигнал «Ответ Б», а процесс переходит в разговорное состояние S33, выход из которого осуществляется при отбое Б либо при получении линейного сигнала «Разъединение» (ОС) от входящей АТС.

В предответном состоянии S40 входящего местного соединения также осуществляются прием и обработка импульсов и пауз набора номера с последующей передачей цифр в ПО обработки вызова АТС. Возможно также получение линейного сигнала «Разъединение» из соединительной линии, переводящего процесс в состояние блокировки S 1. Также возможно срабатывание тайм-аута  $T_O = 20$  с ожидания очередной цифры номера, приводящее к посылке линейного сигнала «Б занят» и возвращению в исходное состояние SO.

После приема всех цифр номера в предответном состоянии S40 возможно получение одного из двух сообщений *or* ПО обработки вызова АТС: о занятости вызываемого абонента Б или об ответе вызываемого абонента. В случае занятости вызываемого абонента немедленно направляется сигнал «Б занят» (ОС) и процесс переходит в состояние SO. В случае если абонент Б ответил, направляется сигнал ответа вызываемого абонента (ДС) и процесс переходит в разговорное состояние S41, выход из которого осуществляется либо по отбою вызываемого абонента Б с посылкой соответствующего линейного сигнала «Отбой Б» (ОС), либо

при получении сигнала «Разъединение» из соединительной линии. В последнем случае процесс переходит в состояние блокировки S1, выход из которого, как уже было сказано, осуществляется только при получении сигнала освобождения длительностью не менее 250 мс.

Этим исчерпывается описание процесса обработки сигнализации 1ВСК индуктивным кодом по универсальным двухсторонним соединительным линиям.

## Глава 8 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

*Да, порочен дух моей любви,  
но не в силах прошлое проклясть я,  
есть у рабства прелести свои  
и свои восторги сладострастья.*

*И. Губерман. «Гарики на каждый день»*

### **8.1. ВМЕШАТЕЛЬСТВО ТЕЛЕФОНИСТКИ ПРИ ЗАНЯТОСТИ ВЫЗЫВАЕМОГО АБОНЕНТА**

Одной из наиболее специфических характеристик процедуры обработки вызова является возможность несанкционированного вмешательства телефонистки междугородной АТС в разговор вызываемого абонента. Та же техническая возможность может использоваться операторами других служб. Данная операция поддерживается передачей состояния вызываемого абонента посредством соответствующих линейных сигналов по междугородным соединительным линиям (СЛМ). Процессы INTOL обработки сигнализации по СЛМ для различных протоколов рассмотрены в предыдущих главах книги.

Оставляя за рамками книги обсуждение этических аспектов реализации этой функции сегодня (все сказано в эпиграфе к данной главе), следует все же вспомнить сложность организации междугородных соединений в недавнем прошлом и сложившиеся в связи с этим определенные привычки абонентов. Например, когда междугородный разговор заказан заранее, абонент ожидает некоторое непродолжительное время звонка телефонистки («в 7 часов вечера - в течение часа»). Вмешательство телефонистки дает возможность абоненту пользоваться своим телефоном и не пропустить заказанный разговор.

Некоторые налагаемые ограничения для процесса вмешательства телефонистки и их особенности состоят в следующем -

Первое ограничение состоит в том, что вмешательство недопустимо, если вызываемый абонент вовлечен в другой междугородный разговор. Однако электромеханические АТС не различают исходящий местный и исходящий междугородный разговоры. Поэтому любой исходящий вызов рассматривается как местный, в связи с чем возможны и нежелательные последствия вмешательства телефонистки. Конечно, программно-управляемые системы коммутации смогут защитить междугородные вызовы благодаря анализу набранных абонентом кода и номера, но целесообразность этого весьма сомнительна.

Иногда подобное вмешательство в процесс передачи информации может стать катастрофическим. Такие виды связи как факсимильная связь, передача данных, электронная почта не существовали во время введения процедуры вмешательства телефонистки.

Наилучшим вариантом снижения вероятности вмешательства при входящем автоматическом междугородном вызове является введение контрольной выдержки времени ожидания сигнала разъединения перед подключением нового вызова к занятому абоненту. Это решение становится очевидным из рисунков 8.1 и 8.2.

На рис. 8.1 показан случай вмешательства телефонистки, когда вызываемый абонент занят разговором (оповещение занятого абонента о поступлении нового вызова).

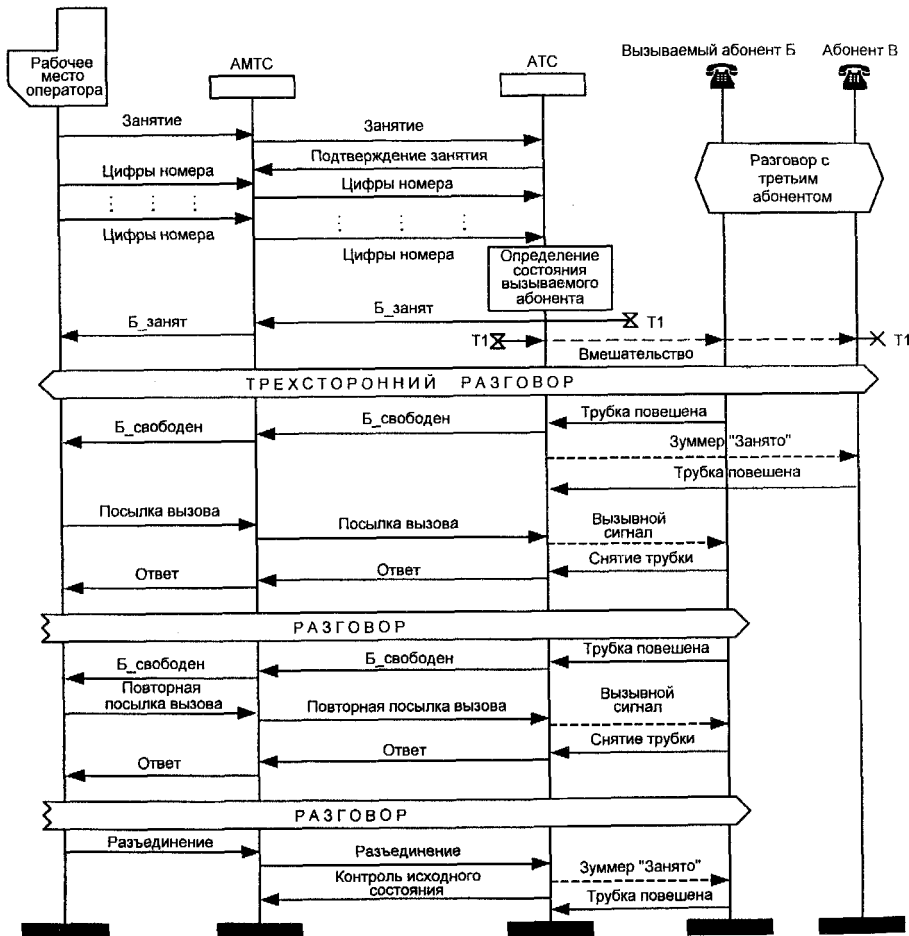


Рис. 8.1. Соединение, управляемое телефонисткой (полуавтоматическое) при занятости вызываемого абонента

Сигнал занятости вызываемого абонента Б посылается на АМТС. Он отображается миганием лампы на рабочем месте оператора (телефонистки). Через время T1 осуществляется вмешательство, т.е. имеет место соединение трех участников разговора на входящей АТС. Когда вызываемый абонент решает отказаться от существующего соединения и вешает трубку, в СЛМ посылается сигнал «Б свободен». Это отображается на рабочем месте телефонистки, после чего устанавливается новое междугородное соединение.

При автоматическом установлении междугородного соединения (рис. 8.2.) также может иметь место непродолжительное трехстороннее соединение, что является бессмысленным действием, т.к. в любом случае посылается сигнал «Разъединение». Именно поэтому предлагается введение выдержки времени T1, о чем было сказано выше. Действительно, целесообразно задержать организацию этого трехстороннего соединения и в силу его полной бесполезности во избежание возможных нежелательных последствий. Задержка должна быть достаточной для формирования сигнала разъединения в АМТС. Это решение также снизит требуемое количество комплектов конференцсвязи в местной цифровой АТС. А в редких случаях обслуживания вызова с участием телефонистки вводимая задержка будет для нее незаметна.

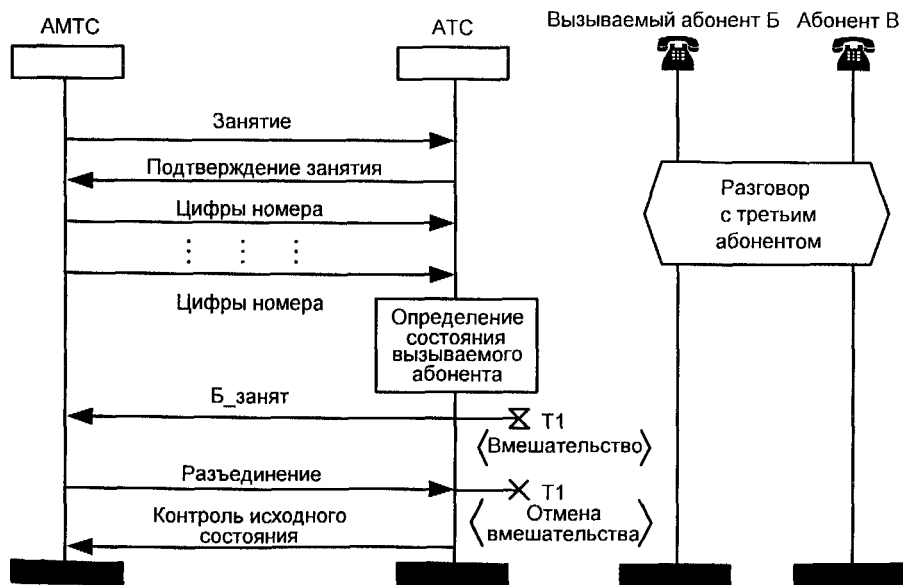


Рис. 8.2. Автоматическое установление соединения при занятости вызываемого абонента

## **8.2. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕРА ВЫЗЫВАЮЩЕГО АБОНЕНТА**

Как отмечалось в главе 1, исторически сложившиеся правила определения стоимости услуг связи на российских телефонных сетях предусматривали оплату только междугородных вызовов. Для технической поддержки этих правил необходима процедура определения на междугородной АТС списочного номера вызывающего абонента.

Сегодня, с позиций цифровых станций становятся все более и более понятны недостатки выбранного в конце 60-х годов технического решения для автоматического определения номера вызываемого абонента. Необходимо, однако, учитывать следующие обстоятельства: в те годы на сетях имелись только электромеханические АТС, уже существовало оборудование многочастотной сигнализации по методу «импульсный челнок». Именно эти частоты в многочастотном коде «2 из 6» по способу «безынтервальный пакет» было решено использовать для передачи цифр номера вызывающего абонента. Естественным был и выбор сквозного (из конца в конец) принципа передачи сигналов, так что станция, нуждающаяся в информации о номере вызывающего абонента, могла бы запросить ее непосредственно от исходящей АТС.

Эта процедура, получившая название автоматическое определение номера (АОН), в конечном счете привела к тому, что отпала необходимость участия вызывающего абонента в опознавании его номера и проверки его идентичности. До появления оборудования АОН первым вызывался оператор и посылал затем повторный вызов вызываемому абоненту, располагая ранее полученной от него информацией.

В ряде случаев, например, при наборе абонентом собственного номера, этот процесс был отчасти модифицирован, и проверка происходила посредством испытательного шлейфа, как будет показано в параграфе 8.4.

Одной из двух компонент запроса АОН был выбран линейный сигнал «Ответ». Основное соображение в принятии такого решения состояло в том, что разговорный тракт в электромеханических станциях коммутируется именно по этому сигналу. Второй компонентом запроса номера вызывающего абонента является частотный сигнал 500 Гц. Использование более низкой (менее 500 Гц) частоты тонального спектра довольно опасно, т.к. сигналы могут легко имитироваться гласными звуками человеческой речи. Более радикальная мера предосторожности состоит в отключении вызывающего абонента от разговорного тракта на время анализа наличия частоты 500 Гц при приеме линейного сигнала «Ответ» и на время передачи информации АОН, чтобы абонент не мог влиять на передачу информации.

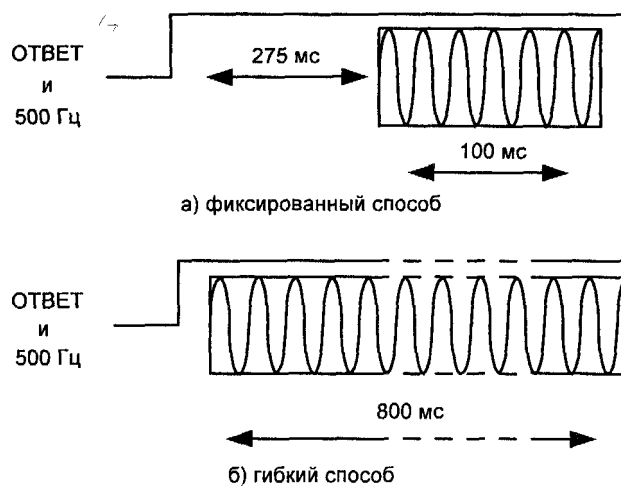


Рис. 8.3. Временная диаграмма передачи запроса АОН

Первый из двух возможных способов передачи запроса АОН (рис. 8.3 а), называемый фиксированным, используется в основном междугородными станциями. Он характеризуется фиксированной длительностью посылки частотного сигнала 500 Гц (90-110 мс). Этот частотный сигнал запроса АОН посылается через 200-275 мс после начала сигнала «Ответ». Нужно отметить, что большая часть этого интервала (200-275 мс) может быть «поглощена» временем распространения сигнала «Ответ» по сети.

Основная особенность второго способа (рис. 8.3 б), называемого гибким, состоит в снятии частотного сигнала 500 Гц только после обнаружения первой цифры номера вызываемого абонента в кодограмме АОН. В этом случае сигнал 500 Гц формируется одновременно с сигналом «Ответ» и посылается длительностью до 800 мс, если поступление информации АОН не началось раньше.

После появления линейного сигнала «Ответ» оборудование исходящей станции должно перекоммутировать разговорный тракт от телефонного аппарата абонента ко входу приемника 500 Гц. Если сигнал 500 Гц не распознан за 400 мс, разговорный тракт восстанавливается.

Частотный запрос АОН должен обнаруживаться в широком динамическом диапазоне с разбросом частот  $500 \pm 15$  Гц и уровнем от -32 дБ до -4 дБ. Короткие частотные сигналы 500 Гц длительностью менее 60 мс (даже высокого уровня) не принимаются. Не принимаются также и сигналы с перерывами от 5 мс или с уровнем ниже -40 дБ.

Кодограмма АОН передается непосредственно после определения сигнала запроса. Передача информации происходит по разговорному трак-



ту, который при этом отключается от телефонного аппарата вызывающего абонента.

Кодограмма АОН состоит из 9 цифр, располагаемых в следующем порядке:

- код «начало передачи», 13;
- категория абонента, Ка;

• семь цифр в порядке нарастания десятичных разрядов.

начало	категория	7-я цифра	6-я цифра	5-я цифра	4-я цифра	3-я цифра	2-я цифра	1-я цифра
--------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Уровень передачи каждого частотного сигнала в двухчастотной посылке должен составлять  $-7.3 \pm 0.8$  дБ. Разница во временах начала передачи каждой из двух частот не превышает 1 мс.

Информация АОН передается циклически, начиная с любой цифры, но так, чтобы кодовая комбинация, принятая на входящем (приемном) конце, содержала все цифры. Поскольку многочастотный приемник на входящей стороне начинает прием информации АОН в случайный момент времени, целесообразно передавать по крайней мере 12 цифр. Поэтому передачу кодограммы следует производить в течение определенного времени или пока не будет принят линейный сигнал «Снятие запроса АОН» («Снятие ответа»). После этого разговорный тракт восстанавливается.

Каждая цифра представлена двумя частотами из шести следующих:

$f_0=700$  Гц;  $f_1=900$  Гц;  $f_2=1100$  Гц;  
 $f_4=1300$  Гц;  $f_7=1500$  Гц;  $f_{11}=1700$  Гц. Сигналы, составляющие кодовые комбинации АОН, приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1. Коды частотных сигналов АОН

№ сигнала	Комбинации частот (Гц)	Информация
1	700 и 900 Гц	Цифра '9"
2	700 и 1100 Гц	Цифра '8"
3	900 и 1100 Гц	Цифра '7"
4	700 и 1300 Гц	Цифра '6"
5	900 и 1300 Гц	Цифра '5"
6	1100 и 1300 Гц	Цифра '4"
7	700 и 1500 Гц	Цифра '3"
8	900 и 1500 Гц	Цифра '2"
9	1100 и 1500 Гц	Цифра '1"
10	1300 и 1500 Гц	Цифра '0"
13	1100 и 1700 Гц	Начало
14	1300 и 1700 Гц	Повторение

Для передачи информации АОН используются только 12 двухчастотных комбинаций: от 1 до 10 - для цифр номера и категорий, комбинация 13 - для сигнала «Начало», и комбинация 14 - для повторения цифры.

Применение последней двухчастотной комбинации требует пояснения. Так как безынтервальный пакет не содержит интервалов (пауз) между частотными комбинациями, приемное оборудование может распознать новую цифру только в случае, когда кодовые комбинации меняются, поэтому если в номере и категории абонента содержатся несколько одинаковых цифр подряд, то каждая четная из одинаковых цифр в нормальной записи номера заменяется комбинацией 14.

Поясним это на следующих примерах.

Пример 1: следует передать категорию Ка, номер Na = abcdefg вызывающего абонента А и, разумеется, код начала кодограммы '13'. Тогда передаваемая информация будет иметь вид:

{d c b a [ '13' Ka g f e d c b } a ] '13' Ka g f e .....

где знаками [ ] выделена сама кодограмма, состоящая из 9 двухчастотных сигналов, а знаками { } выделена информация, достаточная для приема кодограммы и состоящая минимально из 12 двухчастотных сигналов.

Пример 2: та же ситуация, но в номере вызывающего абонента А первые две цифры одинаковы, т.е. a = b и Na = aacdefg. Тогда передаваемая кодограмма будет иметь вид:

['13' Ka g f e d c '14' a].

Пример 3: в номере вызывающего абонента А уже первые четыре цифры одинаковы, т.е. a=b=c=d и Na = aaaaefg. Тогда передаваемая кодограмма будет иметь вид:

['13' Ka g f e '14' a '14' a].

Пример 4: в номере вызывающего абонента А последняя цифра совпадает с кодом категории, т.е. g = Ка. Тогда передаваемая кодограмма будет иметь вид:

['13' '14' g f e d c b a]. Категория абонента Ка может иметь одно из следующих значений:

- Категория 1. Телефон квартирный, учрежденческий с возможностью выхода на автоматическую зонную междугородную и международную сети.
- Категория 2. Телефон гостиницы с возможностью выхода на автоматическую зонную, междугородную и международную сети.
- Категория 3. Телефон квартирный, учрежденческий, гостиницы с возможностью выхода к абонентам местной сети, но без права выхода на автоматическую внутризональную, междугородную и международную сети и платные службы сервиса.
- Категория 4. Телефон учрежденческий с возможностью выхода на автоматическую зонную, междугородную и международную сети и на платные службы сервиса; обеспечивается приоритет при установлении соединений на внутризональной и междугородной сетях.

- Категория 5. Телефон учрежденческий для учреждений Министерства связи с возможностью выхода на автоматическую зонную, междугородную и международную сети и на платные службы сервиса; разговоры с телефона не должны тарифицироваться, но должны учитываться.
- Категория 6. Междугородный таксофон и телефон переговорного пункта с возможностью выхода на автоматическую внутризонную и междугородную сети, а также универсальный таксофон с возможностью выхода на междугородную и местную сети; разговоры ведутся за наличный расчет; таксофон для связи с платными службами сервиса.
- Категория 7. Телефон квартирный, учрежденческий с возможностью выхода на автоматическую зонную, междугородную и международную сети и на платные службы сервиса.
- Категория 8. Телефон учрежденческий с подключением устройства передачи данных, факсимильных сообщений и сообщений электронной почты и с возможностью выхода на автоматическую зонную, междугородную и международную сети. Категория 9. Местный таксофон. Категория 10. Резерв.

Хотя процедура АОН оказывает весьма негативное воздействие на цифровую коммутацию, она все же активно используется и сегодня для получения в любом узле телефонной сети информации о номере вызывающего абонента для:

- выдачи счета за междугородный (международный) разговор;
- выдачи счета за платные услуги (справки, услуги почты и т.д.);
- прослеживания злонамеренного вызова;
- немедленной информации об абоненте, который обращается к жизненно важным экстренным службам (пожарная служба, скорая медицинская помощь, полиция) и др.

SDL-диаграмма процесса CNI U.01, осуществляющего прием запроса АОН и трансляцию кодограммы, приведена на рис. 8.4.

В процессе задействованы два тайм-аута:  $T1$ , выбираемый в диапазоне 350 - 450 мс и ограничивающий время ожидания частотного запроса АОН (500 Гц), и  $T2 = 1$  с - максимальное время приема частотного запроса АОН и передачи кодограммы.

В исходном состоянии  $S0$  процесса CNI U.01 ожидается сообщение от программного обеспечения обработки вызова АТС о наличии исходящего вызова, в результате чего выполняется процедура формирования кодограммы АОН и процесс переходит в предответное состояние  $S1$ .

В состоянии  $S1$  возможно получение сообщения «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС, в результате которого процесс возвращается в исходное состояние и ожидает нового исходящего вызова.

Более вероятно получение другого сообщения от ПО обработки вызовов АТС в случае приема в процессе ОТЛОС обработки линейной сигнализации исходящего вызова линейного сигнала «Ответ/запрос АОН».

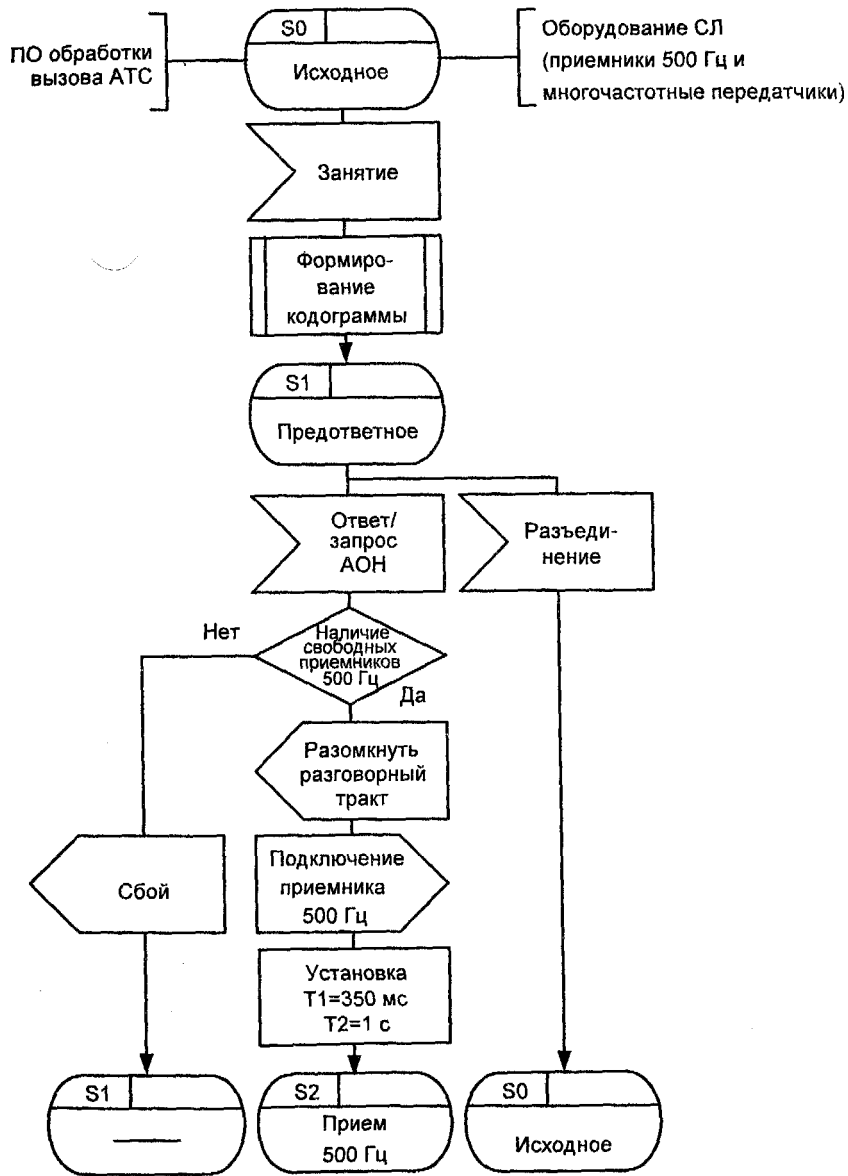


Рис. 8.4. SDL-диаграмма процесса CNI U.01 передачи информации АОН (1 из 2)

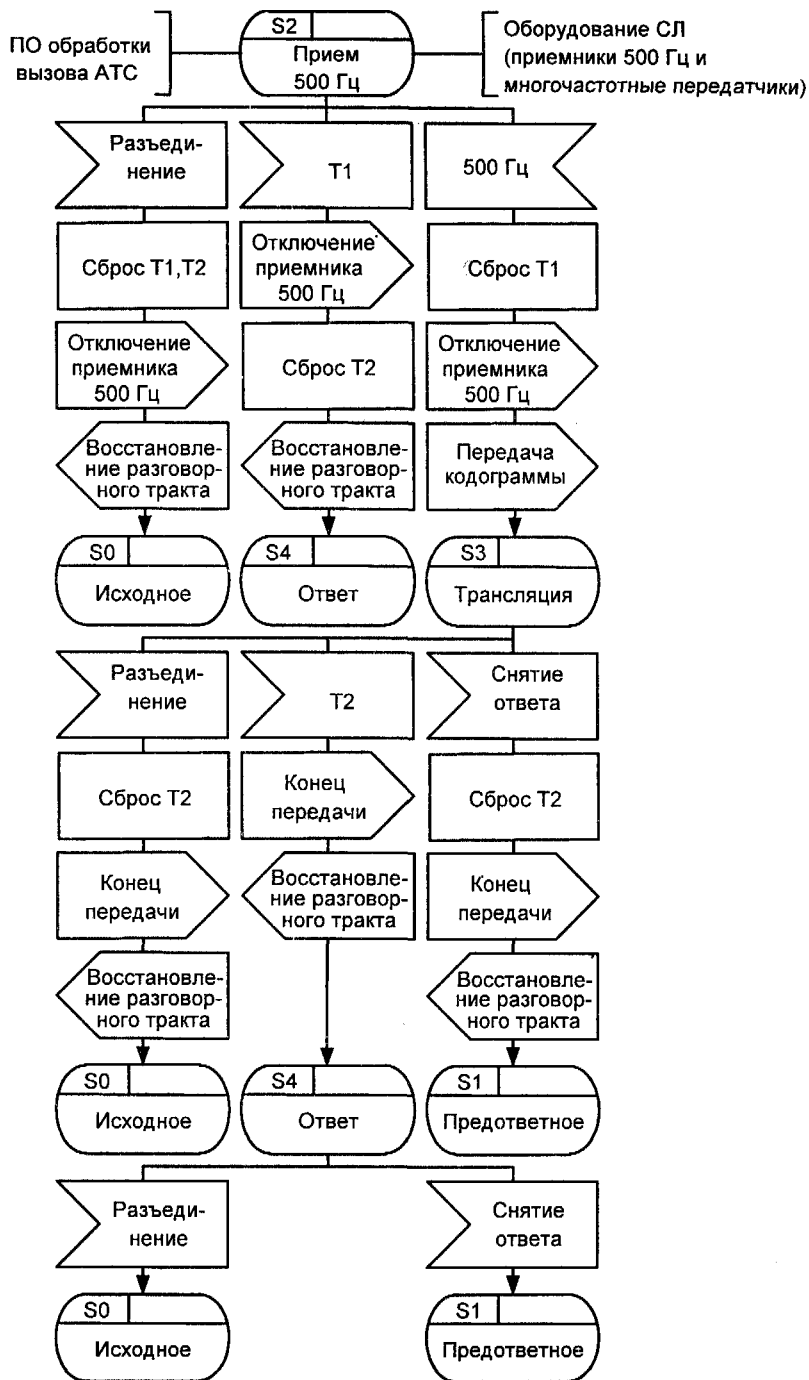


Рис. 8.4. SDL-диаграмма процесса CNI U.01 передачи информации АОН (2 из 2)

При этом направляется сообщение в ПО обработки вызова АТС временно разомкнуть разговорный тракт и проверяется наличие свободных приемников 500 Гц. В том случае, если свободного приемника 500 Гц нет, отправляется сообщение в ПО обработки вызова АТС о сбое, а процесс возвращается в предответное состояние S1. Если же такой приемник существует, он очевидным образом отмечается занятым с помощью команды «Подключение приемника 500 Гц», устанавливаются тайм-ауты T1 и T2, а процесс переходит в состояние S2 для приема частотного сигнала 500 Гц.

Напомним, что тайм-аут T1 взводится на 350-450 мс для ограничения времени ожидания частотного сигнала 500 Гц. Тайм-аут T2, выбираемый в диапазоне от 980-1020 мс, ограничивает общее время выполнения процедуры АОН, начиная с момента прихода линейного сигнала «Ответ».

Итак, в состоянии S2 ожидается достоверно распознанный сигнал 500 Гц. В результате появления этого сигнала сбрасывается тайм-аут T1, отключается приемник 500 Гц, и начинается передача кодограммы, которая выполняется в состоянии трансляции S3.

Возможно также, что линейный сигнал «Ответ/запрос АОН» является реальным ответом и не сопровождается частотным сигналом 500 Гц. В этом случае срабатывает тайм-аут T1, отключается приемник 500 Гц, сбрасывается тайм-аут T2, и процесс переходит в состояние ответа S4.

И, наконец, возможно появление команды «Разъединение» во время ожидания частоты 500 Гц, в результате которой сбрасываются оба тайм-аута, освобождается занятый ранее приемник 500 Гц, восстанавливается разговорный тракт, и процесс возвращается в исходное состояние SO.

В состоянии трансляции S3 ожидается сообщение от ПО обработки вызова АТС о приеме сигнала «Снятие ответа», в результате чего срабатывает тайм-аут T2, освобождается многочастотный приемник командой «Конец передачи», восстанавливается разговорный тракт, и процесс возвращается в предответное состояние. Те же действия осуществляются при завершении тайм-аута T2: так же посылается сообщение «Конец передачи» в многочастотный передатчик, восстанавливается разговорный тракт, однако процесс переходит в состояние ответа S4. Данное состояние процесса изменяется по команде, поданной из ПО обработки вызова АТС:

либо команда «Разъединение», переводящая процесс в исходное состояние, либо команда «Снятие ответа», которая переводит процесс в предответное состояние, сохраняя возможность передачи кодограммы при появлении нового запроса АОН.

Этим исчерпывается спецификация достаточно простого процесса приема запроса АОН и передачи кодограммы. Еще более очевиден алгоритм выполнения процедуры формирования кодограммы, который под-

робно рассмотрен в примерах 1-4 настоящего параграфа, что делает ненужным приведение SDL - диаграммы этой процедуры.

Вместо этого лучше еще раз подчеркнуть уникальную особенность алгоритма CNI U.01, не имеющую аналогов ни в R1, ни в R2, ни в других близких протоколах. А именно то, что номер вызывающего абонента может запрашиваться и быть полученным в *любой* фазе процесса соединения. Передача информации о номере и категории вызывающего абонента производится всегда при поступлении линейного сигнала «Ответ» и приеме специального сигнала «Запрос» частотой 500 Гц. После приема этих двух сигналов оборудование АТС передает запрошенную информацию в виде безынтервальной последовательности комбинаций многочастотного кода, т.е. «кодограммы АОН».

### 8.3. ЗАПРОС НОМЕРА ВЫЗЫВАЮЩЕГО АБОНЕНТА

Из материала предыдущего раздела уже известно, что запрос АОН может ожидаться в любой фазе обслуживания вызова: после занятия соединительной линии в случае исходящего вызова к междугородной АТС (индекс «8»), до фактического ответа в случае вызова спецслужб (первой цифрой индекса, как правило, является «О»), в момент ответа вызываемого абонента; в случае вызова платных сервисных спецслужб (без ограничения индекса), в любой момент времени в процессе разговора для прослеживания злонамеренного вызова и пр.

Средняя доля междугородных исходящих вызовов (к общему числу исходящих вызовов) составляет примерно 8%, и в 15% этих случаев необходим повторный запрос АОН из-за искажений принятой информации. Для 5% междугородных вызовов делается третья попытка идентификации вызова. После этого определение номера вызывающего абонента на междугородной станции заканчивается независимо от того, была ли последняя попытка успешной или нет. Между запросами может проходить время от 0.3 с до 1.2 с. Максимальная длительность попытки (время между двумя запросами) составляет 2.2 с, а последняя попытка (вторая или третья, в зависимости от типа междугородной АТС) может быть несколько более продолжительной - до 2.8 с. Для некоторых типов междугородных узлов последняя попытка длится не более 900 мс.

Спецслужбы могут делать неограниченное число запросов АОН с последующим переходом к предответному состоянию.

Число попыток опознавания источника злонамеренного вызова в районной АТС также по существу не ограничивается, но практически существующие электромеханические АТС делают это дважды без принудительного перехода к предответному состоянию после последней попытки.

В этом месте автор вынужден (несмотря на крайнее нежелание касаться этого вопроса) упомянуть об еще одном активном источнике запросов АОН - абонентских оконечных устройствах (АОУ) с определением номера вызывающего абонента.

Исторически сложившаяся на телефонных сетях СНГ ситуация в области АОУ с АОН обусловлена следующими двумя факторами:

- не самой эффективной реализацией не очень обоснованного требования обеспечения возможности определения номера вызывающего абонента в *любой* фазе установления соединения;
- успехами СБИС-технологии, позволившими злоупотребить этой функцией фактически с любого абонентского оконечного устройства.

Такое стечение двух обстоятельств сделало телефонную сеть России и телефонные сети других стран СНГ уникальными, не имеющими аналогов в мире. Аналогичные услуги могут быть представлены за рубежом только сетями ISDN, построенными на базе общеканальной сигнализации ОКС7 (см. главу 10). Следует заметить, что в сети ISDN услугу можно запрещать или разрешать, как это будет показано в параграфе 10.3, а условия телефонной сети России позволяют пользоваться данной услугой любому абоненту абсолютно бесконтрольно.

При этом для вызываемого абонента наличие такой услуги чрезвычайно удобно. Более того, ее реализация является практически бесплатной по сравнению со стоимостью такой услуги в сетях ISDN. Так что число пользователей АОУ с АОН вероятнее всего будет продолжать расти. На этот рост оказывают влияние как рыночный фактор, связанный с потенциальным доходом производителей от высокорентабельных телефонных устройств, так и потребности всевозможных специальных служб, использующих АОУ с АОН. Эти службы, в принципе, предпочли бы лишиться аналогичной возможности частных пользователей АОУ с АОН и тем более АОУ с анти-АОН, но, в свою очередь, сами не готовы отказаться от использования данной услуги.

Относительно же вызывающего абонента такое использование АОН в какой-то степени ущемляет его права. Действительно, не спрашивая предварительно разрешения у вызывающего абонента, его номер определяется в аппарате вызываемого абонента даже до начала разговора, что позволяет получить и другие данные об этом абоненте: фамилию, адрес и др. Так что тезис о нарушении Прав человека может в принципе рассматриваться в этой ситуации. Остается открытым вопрос о существенности этого тезиса с учетом менталитета абонентов телефонной сети общего пользования Российской Федерации, например, на фоне аналогичных ограничений, связанных с системой прописки, коммунальными квартирами и пр. Этот вопрос, впрочем, должен быть адресован социологам,



юристам и политикам и выходит за пределы компетенции автора, чье личное отношение к этой проблеме целиком выражено эпиграфом к данной главе.

Ниже рассматриваются только посылка запроса АОН и прием кодограммы непосредственно в АТС, а не в оконечных абонентских устройствах. Это имеет место, например, для определения источника злонамеренных вызовов.

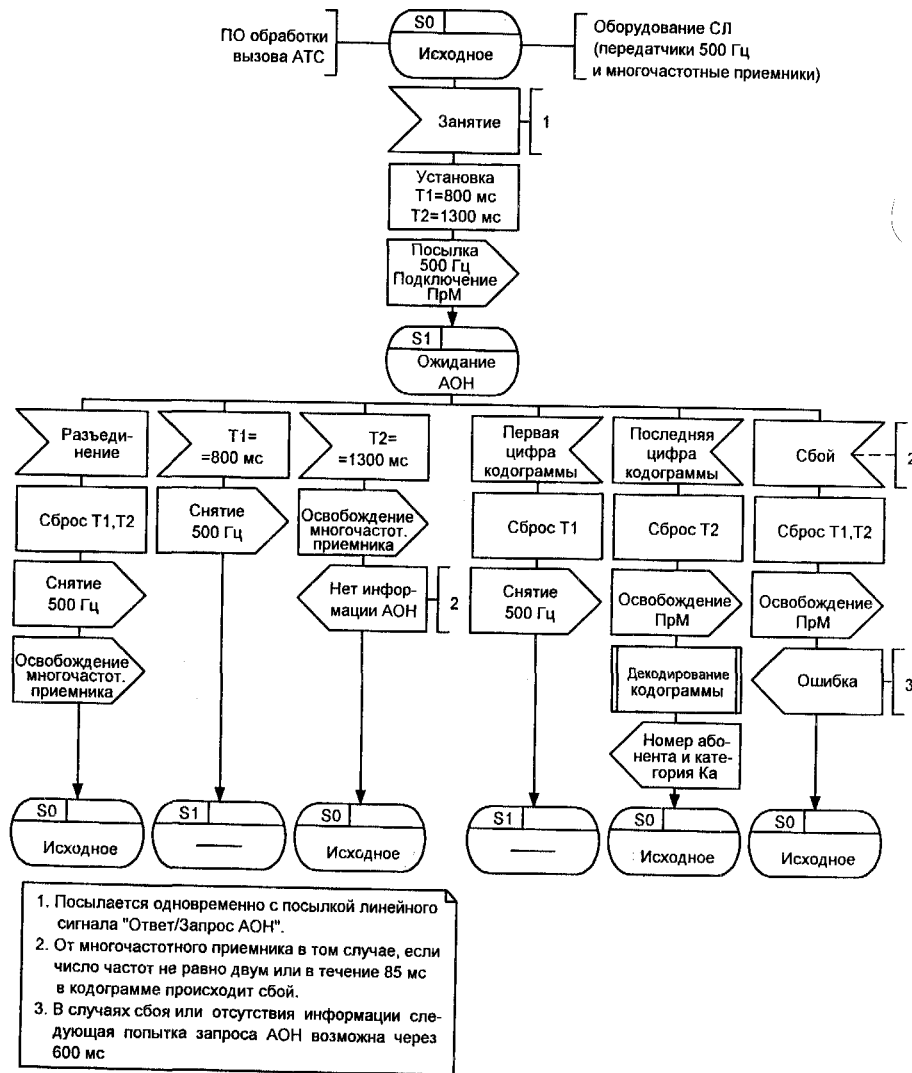


Рис. 8.5. SDL-диаграмма процесса CNI U.02 посылки запроса и приема информации АОН

Эти функции реализуются процессом CNI U.02 приема информации АОН, SDL-диаграмма которого приведена на рис. 8.5.

В процессе используются следующие тайм-ауты:

T1 = 800-850 мс - максимальная длительность трансляции частотной посылки 500 Гц запроса АОН;

T2 = 1150-1650 мс - время ожидания кодограммы АОН.

В исходном состоянии SO процесса CNI U.02 передачи запроса АОН и приема информации АОН ожидается единственное сообщение от ПО обработки вызова АТС - «Занятие». Это сообщение направляется одновременно с посылкой линейного сигнала «Ответ» соответствующим процессом линейной сигнализации. При появлении этого сигнала устанавливаются тайм-ауты T1 и T2, выдается команда посылки 500 Гц в соединительную линию и происходит подключение многочастотного приемника (ПрМ).

Далее процесс переходит в состояние S 1 ожидания информации кодограммы АОН.

В этом состоянии возможно сообщение о приеме первой цифры кодограммы АОН, после которого сразу же сбрасывается тайм-аут T1 и прекращается посылка частотного сигнала 500 Гц. При приеме всей кодограммы, т.е. при появлении последней цифры кодограммы, сбрасывается и тайм-аут T2, а также освобождается многочастотный приемник. Затем выполняется процедура декодирования кодограммы, в результате чего информация о номере и категории абонента А возвращается в программное обеспечение обработки вызова АТС. Процесс переходит в исходное состояние SO.

При приеме кодограммы АОН возможен и сбой, в результате чего также освобождается многочастотный приемник, направляется сигнал об ошибке в ПО обработки вызова АТС, а процесс переходит в исходное состояние.

В этом же состоянии возможно сообщение о разъединении от ПО обработки вызова АТС, в результате чего сбрасываются оба тайм-аута T1 и T2, снимается посылка частоты 500 Гц, освобождается многочастотный приемник, и процесс переходит в исходное состояние SO.

При завершении тайм-аута T1 до прихода первой цифры кодограммы АОН снимается посылка частотой 500 Гц, а процесс остается в состоянии S1, продолжая ожидать кодограмму АОН.

При завершении тайм-аута T2 освобождается приемник, посылается сообщение в ПО обработки вызова АТС об отсутствии информации АОН, а процесс возвращается в исходное состояние.

В результате получения сообщения от ПО обработки вызова АТС об ошибке в кодограмме АОН либо об отсутствии информации АОН возможна повторная попытка посылки запроса, которая осуществляется не ранее, чем через 600 мс после неудачного завершения текущей попытки.

При этом точно так же направляются линейный сигнал «Ответ» в соединительную линию и команда «Занятие» в процесс CNI U.02, а затем все приведенные выше действия повторяются.

#### 8.4. НАБОР СОБСТВЕННОГО НОМЕРА

В настоящее время еще имеется оборудование междугородных телефонных станций и узлов спецслужб, не оснащенное аппаратурой автоматического определения номера. В этих случаях для централизованного учета стоимости телефонных разговоров требуется набор собственного номера [47]. Схема одного из вариантов набора собственного номера представлена на рис. 8.6.

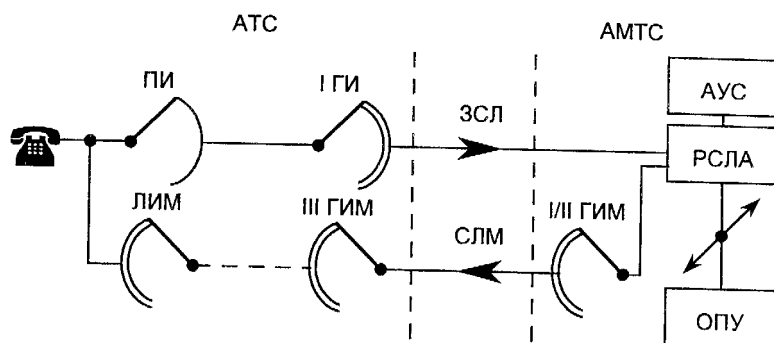


Рис. 8.6. Схема определения номера вызывающей линии по способу набора собственного номера

На рис. 8.7 представлен сценарий исходящего междугородного вызова с набором собственного номера, который поясняет эту процедуру.

При снятии телефонной трубки абонент получает сигнал «Готово» и набирает цифру «8» - выход на междугородную станцию. Обработав эту цифру, АТС формирует сигнал «Занятие» по одной из заказно-соединительных линий (ЗСЛ). В ответ на этот сигнал АМТС направляет сигнал «Подтверждения занятия» и одновременно с ним направляет второй зуммер «Готово» абоненту.

Получив второй зуммер, абонент начинает набирать междугородный номер вызываемого абонента Б, начинающийся с трехзначного кода зоны АВС и семизначного абонентского номера  $abcx1x2x3x4$ .

Все цифры этого номера фиксируются в регистре РСЛА междугородной телефонной станции и параллельно фиксируются в аппаратуре учета стоимости (АУС).

После набора всех десяти цифр номера вызываемого абонента Б и без всякого дополнительного сигнала вызывающий абонент А начинает набирать свой собственный номер  $defx5x6x7x8$ . Таким образом, абонент набирает 18 цифр, а по заказно-соединительной линии (ЗСЛ) транслируются последние 17 цифр (без индекса междугородной станции «8»).

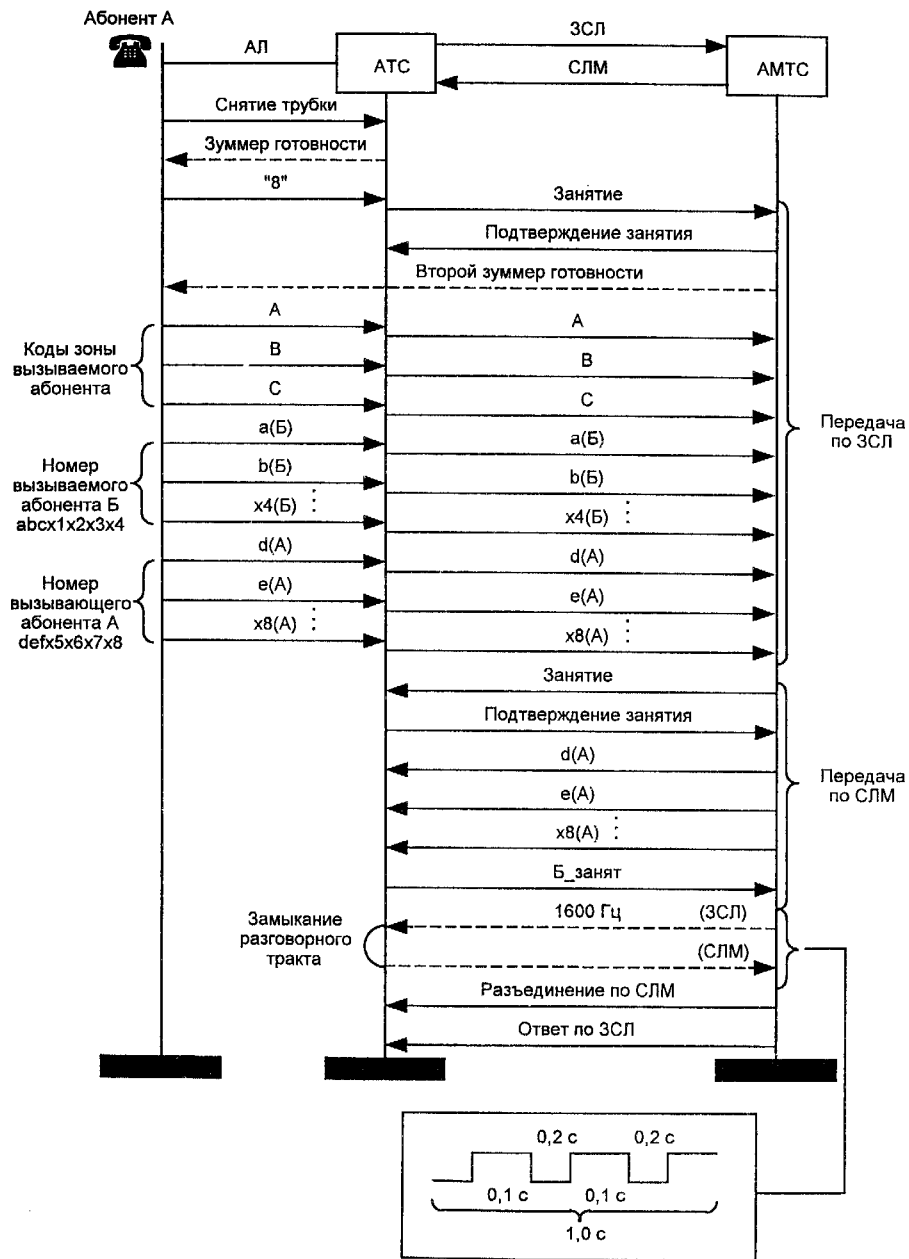


Рис. 8.7. Сценарий исходящего междугородного вызова с набором собственного номера

Последние 7 цифр собственного номера из регистра РСЛА транслируются в 1/11 ГИМ междугородной станции, который по свободной междугородной соединительной линии передает сигнал «Занятие» на АТС, а затем, получив подтверждение занятия, транслирует полностью номер вызывающего абонента А.

Исходящая АТС, получив по СЛМ номер уже ранее занятого абонента А, направляет линейный сигнал «Б занят» и проключает входящую междугородную соединительную линию СЛМ к занятому абоненту. В абонентском комплекте замыкается петля, проходящая через РСЛА. Одновременно к данной петле подключается общее проверочное устройство (ОПУ) для проверки правильности набора собственного номера.

ОПУ выдает по заказно-соединительной линии в сторону АТС проверочный сигнал током тональной частоты 1600 Гц. Если вызывающий абонент правильно набрал свой собственный номер, то ток тональной частоты, проходящий через абонентский комплект и СЛМ, возвращается в приемник ОПУ. Срабатывание этого приемника свидетельствует о том, что номер набран правильно, в результате чего ОПУ дает в комплект РСЛА сигнал, разрешающий приступить к установлению соединения.

В принципе соединение может продолжаться либо по ЗСЛ, либо по СЛМ, уже занятым для этого разговора. Более естественно продолжить занятие по ЗСЛ. Для этого в СЛМ направляется линейный сигнал «Разъединение», освобождающий соответствующие приборы, а по ЗСЛ направляется линейный сигнал «Ответ» после ответа вызываемого абонента. Далее обслуживание вызова продолжается в соответствии со спецификациями, представленными в процессах линейной сигнализации в предыдущих главах данной книги.

Возможна ситуация, когда имеет место исходящий внутризональный вызов. В этом случае вместо кода АВС набирается цифра 2. Число транслируемых цифр еще меньше, если вызывающий абонент имеет не семизначный номер, а шести- или пятизначный номер. В этом случае транслируются реально существующие цифры номера вызывающего абонента (5 или 6).

Иначе обстоит дело с номером вызываемого абонента Б. Этот номер всегда должен состоять из 7 цифр или быть дополненным до семизначного набором 0 или 2.

И, наконец, если номер вызывающего абонента набран неверно, то петля не замыкается, отсутствует цепь для тока проверочной частоты 1600 Гц, после секундной выдержки времени проверочное устройство ОПУ выдаст в РСЛА команду, запрещающую обслуживание данного вызова. В результате этого в СЛМ направляется сигнал «Разъединение», а по ЗСЛ направляется зуммер «Занято» непосредственно вызываемому абоненту.

Как уже было сказано, набор собственного номера используется не только при выходе на междугородную станцию, но и в других случаях, например, при доступе к платным службам узла спецслужб (УСС). Сценарий исходящего вызова к узлу спецслужб с набором собственного номера может быть построен по аналогии с рис. 8.7.

В данном случае вместо ЗСЛ используется обычная межстанционная соединительная линия (СЛ), а вместо набора полного междугородного номера вызываемого абонента abсх 1х2х3х4 набирается двух- или трехзначный код услуги 0х1х2 и 0х1. Все остальные процедуры выполняются аналогичным образом.

В заключение следует отметить, что проверочный тональный сигнал может передаваться не только на частоте 1600 Гц, но и на частотах 700 Гц или 1100 Гц. Этот тональный сигнал передается с уровнем  $-4.0 \pm 0.8$  дБ в течение 2.5 с в виде последовательности импульсов и пауз. Длительность импульсов - 200 мс, а длительность пауз - 100 мс. Время ожидания приема этого тонального сигнала на АМТС - 2 с.

## Глава 9

# СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ

*Verite au decu des Pyrenees, erreur au dela, франц.  
(То, что признается истиной по эту сторону Пиренеев,  
по ту сторону считается заблуждением)*  
Б. Паскаль. «Мысли»

### 9.1. СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ №1, №3, №4, №5

В предыдущих главах рассмотрены специфические протоколы сигнализации Взаимоувязанной сети связи (ВСС) Российской Федерации и сетей связи других стран, входивших ранее в СССР. Согласно классификации главы 1 все эти протоколы относятся к первым двум классам сигнализации. Протоколы этих же классов применялись и применяются на телефонных сетях других стран, причем их основное отличие от рассмотренных в главах 3-8 протоколов заключается в стремлении к унификации и стандартизации на международном уровне.

Этой унификацией и стандартизацией протоколов сигнализации занимался Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии (МККТТ), преобразованный затем в Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи (ITU-T). Советские делегации в МККТТ всегда были достаточно представительны, но международные системы сигнализации (R2, например), применяемые во всех европейских странах, включая и соцстраны, практически не преодолевали границ СССР. Причины такого положения вещей плохо понятны автору, хотя приведенная в качестве эпиграфа к данной главе мысль Блеза Паскаля не только констатирует, но и отчасти объясняет исторические предпосылки для сложившейся ситуации.

Чтобы не завершать эту преамбулу на столь пессимистической ноте, следует предупредить читателя, что радикальное изменение с унификацией протоколов сигнализации на российских телефонных сетях связано с введением стандартизованной ITU-T системы общеканальной сигнализации №7, рассматриваемой в следующей главе.

Тем не менее, приведенные в данной главе краткие описания семи рекомендованных ITU-T систем сигнализации (системы №1 - №5, R1 и R2) представляются полезными в силу влияния заложенных в них технических идей, а иногда и их непосредственного присутствия в том или ином виде в коммутационных узлах и станциях различных типов на российской телефонной сети общего пользования и различных ведомственных телефонных сетях.

Полезно также проследить, как начиная с 1934 года по мере разработки очередного протокола сигнализации увеличивался спектр используемых сигналов, включая сигналы в обратном направлении. Каждый последующий протокол сигнализации строился на опыте предшествующих протоколов, и, хотя эти протоколы уже прошли пик своего развития, они (как и протоколы, рассмотренные в главах 3-8) будут использоваться еще в течение определенного времени, вплоть до их замещения системами сигнализации по общему каналу, описанными в главе 10.

**Система №1** была принята на X Пленарной ассамблее ИТУ-T, состоявшейся в Будапеште в 1934 г., для международных каналов с ручным способом установления соединений и предусматривает только линейные сигналы на частоте 500 Гц, передаваемые в виде импульсов с частотой 20 Гц. Основные компоненты показаны на рис. 9.1. Данная система является системой прямой посылки вызова, в которой сигналы занятия и освобождения посылаются в виде импульсов 500/20 Гц.

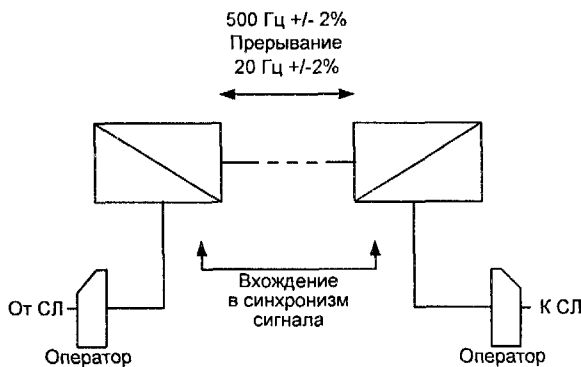


Рис. 9.1. Основные компоненты системы №1 ИТУ-T

Когда система используется на коротких двухпроводных линиях, вместо сигнала 500/20 Гц может применяться низкочастотный сигнал (16,25 или 50 Гц).

Время распознавания принимаемого сигнала до 1200 мс. Приемник запоминает принятый сигнал до посылки ответа на него. Импульсный сигнал преобразуется в визуальную индикацию - обычно одна лампочка индикации на канал.

**Система №2**, описанная в Белой книге (Осло, 1938), предназначалась для поддержки полуавтоматической связи по двухпроводным линиям с использованием сигналов с частотами 600 и 750 Гц. Система имеет ограниченное применение на сетях некоторых стран при полуавтоматических системах обслуживания вызовов, но никогда не использовалась на практике для международной связи.

**Система №3** - одночастотная система сигнализации, разрабатывалась в 1946-1949 гг., испытывалась в линейных условиях в 1949-1954 гг.



и была стандартизована ИТУ-Т в 1954 г. Спецификация системы №3 приведена в рекомендациях Q.76-Q.79 Красной книги (Нью-Дели, 1960).

Система использует одну частоту  $2280 \pm 6$  Гц для линейной и регистровой сигнализации и предназначена для работы по односторонним каналам связи. Система применяется для полуавтоматического и автоматического режимов работы. Для трансляции цифры требуется передача единичного импульса начала, самой цифры в виде четырех последовательных импульсов без интервалов между ними и нулевого импульса конца. При приеме сигнала допустимая величина частоты составляет  $2280 \pm 15$  Гц. При передаче сигнала допустимая частота составляет  $2280 \pm 6$  Гц, а длительность составляет  $300 \pm 3$  мс.

**Система №4** - двухчастотная система сигнализации - специфицирована в рекомендациях Q.120-Q.136 ИТУ-Т (Зеленая книга, Женева, 1973). С 1954 года начинает широко использоваться в Европе. Для линейной и регистровой сигнализации используются одни и те же частоты разговорного спектра (внутриполосные)  $f=2040$  Гц и  $f=2400$  Гц.

Для передачи линейных сигналов используются комбинации трех частотных сигналов: сигнал X представляет собой посылку частоты 2040 Гц, сигнал Y - посылку частоты 2400 Гц, а сигнал P - комбинацию частот 2040 Гц + 2400 Гц. Линейные сигналы системы №4 представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1. Линейные сигналы системы №4

Сигнал	Направл.	Код
Оконечное занятие	Прямое	PX
Транзитное занятие	Прямое	PY
Передача в прямом направлении	Прямое	PYY
Разъединение	Прямое	PXX
Оконечный сигнал готовности к приему номера	Обратное	X
Транзитный сигнал готовности к приему номера	Обратное	Y
Номер принят	Обратное	P
"Занято"	Обратное	PX
Ответ	Обратное	PY
Отбой	Обратное	PX
Контроль разъединения	Обратное	PYY
Блокировка	Обратное	PX
Снятие блокировки	Обратное	PYY

Для передачи регистровой сигнализации используются двоичные комбинации из одиночных частот (сигнал x = 2040 Гц, сигнал y = 2400 Гц) с равными длительностями импульсов и пауз, составляющими 35 мс каждый.

Посылка цифры требует четыре последовательных интервала: каждый интервал имеет период импульса и период паузы. Соответствие двоичных кодов регистровым сигналам представлено в таблице 9.2, а временные параметры приема и передачи приведены в таблице 9.3.

Таблица 9.2. Регистровая сигнализация системы №4

Сигналы	Двоичный код				
Значения цифр номера	1	У	У	У	Х
	2	У	У	Х	У
	3	У	У	Х	Х
	4	У	Х	У	У
	5	У	Х	У	Х
	6	У	Х	Х	У
	7	У	Х	Х	Х
	8	Х	У	У	У
	9	Х	У	У	Х
	10	Х	У	Х	У
Вызов оператора код 11	11	Х	У	Х	Х
Вызов оператора код 12	12	Х	Х	У	У
Автоматический тестовый вызов	13	Х	Х	У	Х
Примечание	14	Х	Х	Х	У
Конец посылки импульса	15	Х	Х	Х	Х
Резерв	16	У	У	У	У

Таблица 9.3. Длительности сигналов и времена их распознавания в системе №4

Сигнал	Длительность сигнала (мс)	Время распознавания (мс)
Р	150±30	80+20
Х или У	100±20	40±10
ХХ или УУ	350+70	200±40
х или у	35±7	10+5

Система №4 использует односторонние каналы связи и может применяться для любых типов кабеля, однако она несовместима с линиями межконтинентальной связи, использующими обработку речевых сигналов с распределением времени (TASI). В Европе сравнительные тесты систем №3 и №4 проводились с 1949 по 1954 годы. Однако ни результаты Тестов, ни оценка систем экспертами не выявили предпочтение одной системы над другой. В связи с этим обе системы были приняты для ис-

пользования в европейских странах. На практике система №4 распространилась значительно быстрее и шире, чем система №3.

**Система №5** была стандартизована ITU-T в 1964 г. в первую очередь для обработки межконтинентальной нагрузки. Спецификации представлены в рекомендациях Q.140-Q.164 (Зеленая книга, Женева, 1973).

Система использует шесть частот, разделенных интервалом 200 Гц, в полосе от 700 до 1700 Гц; регистровые сигналы посылаются импульсами, каждый из которых представляет двухчастотную комбинацию. Один импульс соответствует одной цифре, а между импульсами передается пауза. Следует заметить, что вышеприведенные характеристики практически совпадают с введенной несколько позже на сетях СССР многочастотной сигнализацией в коде «2 из 6» (глава 6).

С точки зрения линейной сигнализации, в системе №5 в отличие от более ранних систем использованы линейные сигналы с самопроверяющим кодом. В наибольшей степени преимущество линейных сигналов, которые непрерывно самоконтролируются, сказывается при их использовании в каналах подводных кабелей с TAS1. Для линейной сигнализации система №5 использует внутрисполосные двухчастотные сигналы  $f_1=2400$  Гц и  $f_2=2600$  Гц «от звена к звену» для всех линейных сигналов, кроме сигнала «Вмешательство телефонистки».

Таблица 9.4. Примеры линейных сигналов в системе сигнализации №5

Сигнал	Направление	Частота
Занятие	Прямое	2400 Гц
Готовность (подтверждение занятия)	Обратное	2600 Гц
Вмешательство телефонистки	Прямое	2600 Гц/850 мс
Ответ	Обратное	2400 Гц
Подтверждение ответа	Прямое	2400 Гц
Отбой	Прямое	2400 Гц+ 2600 Гц
Разъединение	Обратное	2400 Гц +2600 Гц

Еще одним важным отличием системы №5 от предыдущих систем является использование двусторонних соединительных линий, что обусловлено высокой стоимостью длинных линий и различной для разных частей света телефонной нагрузкой, передаваемой в противоположных направлениях. Возникающая при этом проблема встречного занятия канала с обеих сторон решается в системе №5 следующим образом: на попытку двойного занятия автоматически указывает частота принимаемого сигнала, которая будет такой же, что и передаваемая частота, т.е. 2400 Гц, а не 2600 Гц. Посылка же частоты 2600 Гц является сигналом «Готов к приему номера» и служит нормальным ответом системы на сигнал «Занятие».

Сигнализация в процессе установления начинается посылкой непрерывного линейного сигнала «Занятие», который подтверждался обратным линейным сигналом «Готов к приему номера». Затем следуют импульсные регистровые сигналы, которые указывают на начало посылки импульсов набора, затем посылается информация о номере вызываемого абонента и сигнал окончания набора номера.

В 1968 году ИТУ-Т была стандартизована система сигнализации №5Вis использующая те же сигнальные частоты, а также дополнительные сигналы блокировки в прямом и обратном направлениях, поддерживающие целый ряд дополнительных возможностей протокола сигнализации. Развитие системы №5Вis было отодвинуто на задний план появлением системы общекабельной сигнализации №6.

## 9.2. СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ R1

Протокол сигнализации R1, являющийся первым региональным стандартом ИТУ-Т и первоначально ориентированный на использование в Северной Америке, использует многочастотную регистровую сигнализацию с кодом «2 из 6» и внутриполосную линейную сигнализацию. R1 является системой сигнализации «от звена к звену» и обладает более высокой скоростью передачи сигнальной информации, чем у системы R2, однако информационные возможности у R1 несколько ниже, так как каждая комбинация частот имеет только одно значение.

Линейная сигнализация в системе R1 по аналоговым и цифровым каналам осуществляется по-разному. По аналоговым каналам передается непрерывный сигнал с частотой  $2600 \pm 5$  Гц в обоих направлениях. Сигнальный код аналоговой версии R1 показан в таблице 9.5.

Таблица 9.5. Коды линейных сигналов системы R1 (аналоговой)

Состояние линии	Состояние сигнализации		
	Сигнал в прямом направлении	Сигнал в обратном направлении	Направление
Контроль исходного состояния	1	1	<—>
Занятие	0	1	—>
Задержка набора номера	0	1	<—
Начало набора номера	0	70-130 мс	
Посылка вызова в прямом направлении	65-135 мс		—>
Ответ	0		<—
Отбой вызванного абонента	0	1	<—
Разъединение	1	0 или 1	—>

При цифровом варианте линейный сигнал с частотой 2600 Гц обычно не передается по разговорным каналам, кроме случая, когда цифровые системы последовательно соединяются с аналоговыми каналами и образуют составной канал. Цифровой вариант системы R1 предназначен для использования в цифровом тракте 1544 кбит/с (система ИКМ-24, рекомендация G.733). Линейная сигнализация осуществляется по двум выделенным сигнальным каналам, для чего используется восьмой бит каждого канала 1 раз в шесть циклов, как было показано в главе 3 (таблица 3.1). Сигнальный код цифровой версии R1 показан в таблице 9.6.

Таблица 9.6. Коды линейных сигналов системы R1 (цифровой)

Состояние линии	Код временного интервала			
	Прямое направление		Обратное направление	
	A	B	A	B
Контроль исходного состояния	0	0	0	0
Занятие	1	1	0	0
Подтверждение занятия	1	0	1	1
Ответ	1	0	1	1
Отбой	1	0	0	0
Разъединение	0	0	0 или 1	0 или 1
Подтверждение разъединения	0	0	0	0

Для регистровой сигнализации R1 использует шесть частот (700,900, 1100, 1300, 1500 и 1700 Гц) для передачи в прямом направлении адресной информации кодом «2 из 6». Регистровые сигналы передаются в виде импульсов, состоящих из комбинации двух частот, и пауз между импульсами. Сигнальный код регистровой сигнализации подобен коду для системы №5 и приведен в таблице 9.7. Длительность сигнала начала набора КР равна  $100 \pm 10$  мс. Все другие сигналы имеют длительность  $68 \pm 7$  мс. Интервал между сигналами должен составлять  $68 \pm 7$  мс.

### 9.3. СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ R2

Протокол сигнализации R2 второго регионального стандарта ITU-T., первоначально названный «система MFC Берн», в настоящее время используется во многих европейских, латиноамериканских и развивающихся странах для национальных и международных соединительных линий. Характеристики системы R2 были в общих чертах намечены на конференции, состоявшейся в Берне в ноябре 1962 г.

Линейная сигнализация R2 существует в двух совершенно различных модификациях: аналоговая версия линейной сигнализации R2 и цифровая R2D. В аналоговом варианте передача линейных сигналов осуществляется с использованием тональных сигналов вне полосы разговор-

Таблица 9.7. Регистровые сигналы R1

Сигнал	Сигнальные частоты (Гц) $\pm 1,5\%$					
	700	900	1100	1300	1500	1700
Начало набора КР1			—			—
Начало набора КР2				—		—
Цифра 1	—	—				
Цифра 2	—		—			
Цифра 3		—	—			
Цифра 4	—			—		
Цифра 5		—		—		
Цифра 6			—	—		
Цифра 7	—				—	
Цифра 8		—			—	
Цифра 9			—		—	
Цифра 10				—	—	
Код 11	—					—
Код 12		—				—
Конец набора СТ					—	—
Прием монеты	—		—			
Возврат монеты			—			—
Контроль посылки вызова (таксофон)	—					—

ных частот в системах уплотнения с частотным разделением каналов (ЧРК) на частоте 3825Гц, как это было показано в главе 7. В цифровом варианте для линейной сигнализации используются выделенные сигнальные каналы цифрового тракта со скоростью 2048 бит/с (ИКМ-30, рекомендация G.732).

В аналоговой версии R2 сигналы передаются методом «от звена к звену». Исходному состоянию соответствует наличие тонального сигнала. Время распознавания изменения состояния составляет  $20 \pm 7$  мс. В таблице 9.8 приведены сигнальные коды R2 передачи линейных сигналов (аналоговая версия). Передача линейного сигнала осуществляется наличием (1) или отсутствием (0) тонального сигнала и предназначена исключительно для однонаправленных соединительных линий.

При занятии на исходящей АТС отключается тональный сигнал в прямом направлении. Если после занятия нужно сразу же передать сигнал «Разъединение», то тональный сигнал поддерживается в выключенном состоянии не менее 100 мс для достоверного его распознавания на входящей АТС.

Таблица 9.8. Коды линейных сигналов системы R2 (аналоговой)

Состояние линии	Состояние сигнализации	
	Прямое направление	Обратное направление
Контроль исходного состояния	1	1
Занятие	0	1
Ответ	0	0
Отбой	0	1
Разъединение	1	1 или 0
Блокировка	1	0

При ответе вызываемого абонента Б входящая АТС прекращает посылку тонального сигнала 3825 Гц в обратном направлении.

В случае отбоя вызываемого абонента Б входящая АТС начинает посылку тонального сигнала 3825 Гц в обратном направлении. В случае же отбоя вызывающего абонента А, т.е. при разъединении, исходящая АТС начинает посылку тонального сигнала 3825 Гц в прямом направлении. При распознавании этого сигнала на входящей АТС разрушается установленное соединение, и начинается процесс освобождения. При этом на исходящей АТС соединительная линия остается заблокированной до тех пор, пока не будет завершен процесс освобождения. Блокировка на исходящей АТС продолжается до тех пор, пока отсутствует тональный сигнал в обратном направлении. Появление тонального сигнала в обратном направлении, сопровождаемое наличием тонального сигнала в прямом направлении, переводит соединительную линию в исходное состояние. После этого линия может быть занята для нового вызова.

Итак, тональный сигнал может направляться в сторону входящей АТС в следующих ситуациях:

- при занятии до ответа вызываемого абонента;
- при ответе вызываемого абонента;
- при отбое вызываемого абонента.

В случаях разъединения в предответном состоянии сигнал «Разъединение» посылается исходящей АТС путем посылки тонального сигнала в прямом направлении. Входящая АТС после распознавания этого тонального сигнала выключает тональный сигнал в обратном направлении, освобождает коммутационные блоки, участвующие в данном соединении, и начинает процесс разъединения на входе. После того, как разъединение на входящем конце закончено, посылается тональный сигнал в обратном направлении, и соединительная линия переходит в исходное состояние. Для того чтобы исключить ложное срабатывание при совпадении сигнала ответа и сигнала разъединения от исходящей АТС, переход из состояния посылки тонального сигнала к выключению тонального сигнала в

обратном направлении осуществляется после завершения определенного тайм-аута. Процедура разъединения в разговорном состоянии отличается тем, что посылка тонального сигнала в обратном направлении не прекращается. После распознавания сигнала «Разъединение» на входящей АТС передача сигнала «Отбой» не осуществляется. Разъединение в состоянии отбоя выполняется аналогичным образом.

Передавать рассмотренные выше линейные сигналы системы R2 через аналоговый вход системы передачи с ИКМ в случае использования цифровых соединительных линий, как это имело место в системе R1, невозможно, поскольку эти сигналы передаются за пределами полосы разговорных частот по сигнальному каналу с частотой 3825 Гц.

Разработан специальный цифровой вариант линейной сигнализации системы R2, предназначенный для использования в цифровых соединительных линиях с ИКМ (рекомендация G.732). Подробное изложение этого варианта приводится в рекомендациях Q.421-Q.424. Версия R2D использует шестнадцатый временной интервал тракта 2.048 Мбит/с, как это было показано в первом параграфе главы 3: восемь бит временного интервала обслуживают два телефонных канала; из битов a, b, c и d, обслуживающих канал, используются только первые два. В таблице 9.9 показан сигнальный код R2D.

Таблица 9.9. Коды линейных сигналов системы R2D (цифровой)

Состояние линии	Сигнальный код в 16-м временном канале			
	Прямое направление		Обратное направление	
	a <sub>f</sub>	b <sub>f</sub>	a <sub>b</sub>	b <sub>b</sub>
Контроль исходного состояния	1	0	1	0
Занятие	0	0	1	0
подтверждение занятия	0	0	1	1
Оттает	0	0	0	1
Отбой	0	0	1	1
Разъединение	1	0	0 или 1	1
Подтверждение разъединения	1	0	1	0
Блокировка	1	0	1	1

В цифровом варианте линейной сигнализации системы R2D в нормальных условиях работы выделенный сигнальный канал a, отражает состояние вызывающего абонента А и отмечает рабочее состояние коммутационного оборудования исходящей АТС. Канал b<sub>f</sub> обеспечивает обнаружение повреждения в прямом направлении. Канал a<sub>b</sub> отмечает со-



стояние вызываемого абонента Б. Канал  $b_b$  характеризует состояние коммутационного оборудования входящей АТС, т.е. находится ли оно в рабочем состоянии или в состоянии занятия.

В исходном состоянии в прямом и обратном направлениях посылаются сигналы 10, т.е.:  $a_f = a_b = 1$ ;  $b_f = b_b = 0$ . При появлении исходящего вызова, т.е. при занятии, состояние  $a_f$  меняется с 1 на 0. После распознавания сигнала занятия на стороне входящей АТС посылается в обратном направлении сигнал  $a_f = 1$ ;  $a_b = 1$  в качестве подтверждения занятия. При ответе вызываемого абонента направляется сигнал  $a_b = 0$ . Когда вызываемый абонент кладет трубку, со стороны входящей АТС передается сигнал  $a_b = 1$  и  $b_b = 1$ . Распознавание сигнала отбоя на стороне исходящей АТС или необходимость разъединения абонента приводит к передаче в канал сигнала  $a_f = 1$ ;  $b_f = 0$ . Когда разъединение полностью выполнено, и произошло полное освобождение коммутационного оборудования на стороне входящей АТС, устанавливается состояние  $a_b = 1$ ;  $b_b = 0$ . Это свидетельствует о переводе соединительной линии в исходное состояние и о готовности к обработке следующего вызова.

В качестве межрегистровой сигнализации R2 использует сквозную «из конца в конец» самопроверяющую сигнализацию двухчастотными посылками в коде «2 из 6»: 1140, 1020, 900, 780, 660 и 540 Гц для сигналов в обратном направлении и 1380, 1500, 1620, 1740, 1860 и 1980 Гц для сигналов в прямом направлении. Нужно заметить, что частоты регистровых сигналов, используемые в R2, отличаются от рассмотренных выше в этой же главе систем №5 и R1. Сравнение этих частот приведено в таблице 9.10.

Таблица 9.10. Сравнение частотных сигналов в системах R2, R1 и №5

Частота	Используется в коде R2	Используется в коде №5 и R1
540	+	
660	+	
700		+
780	+	
900	+	+
1020	+	
1100		+
1140	+	
1300		+
1380	+	
1500	+	+
1620	+	
1700		+
1740	+	
1860	+	
1980	+	

Таблица 9.11. Сигналы группы I прямого направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Реальные значения частот (Гц)	Значение сигнала
1	I-1	1300+1500	Цифра 1
2	I-2	1300+1620	Цифра 2
3	I-3	1500+1620	Цифра 3
4	I-4	1300+1740	Цифра 4
5	I-5	1500+1740	Цифра 5
6	I-6	1620+1740	Цифра 6
7	I-7	1300+1860	Цифра 7
8	I-8	1500+1860	Цифра 8
9	I-9	1620+1860	Цифра 9
10	I-10	1740+1860	Цифра 0
11	I-11	1300+1980	Доступ к входящей телефонистке (код 11)
12	I-12	1500+1980	i) Доступ к телефонистке стола замедленного обслуживания (код 12) ii) Запрос не принимается
13	I-13	1620+1980	i) Доступ к испытательной аппаратуре (код 13) ii) Спутниковое звено не включено
14	I-14	1740+1980	i) Требуется исходящий полуконтакт эхоградителя ii) Спутниковое звено не включено
15	I-15	1860+1980	i) Сигнал окончания набора (код 15) ii) Конец процесса идентификации

Сигналы в прямом направлении разделяются на две группы, называемые I и II. Сигнал будет иметь категорию I или II в соответствии с посылаемыми в обратном направлении сигналами от входящей АТС или транзитного узла. Переход значений из группы I в группу II осуществляется по сигналу А3 или А5 в обратном направлении. Возвращение значений сигналов в группу I возможно только если переход в группу II осуществлялся по обратному сигналу А5, а не А3. Сигналы прямого направления группы I приведены в таблице 9.11, а сигналы прямого направления группы II приведены в таблице 9.12.

Первые десять комбинаций в таблице 9.11, т.е. комбинации от 1-1 до 1-10, представляют собой цифры номера вызываемого абонента. В случае международной связи с помощью этих же сигналов может кодиро-

Таблица 9.12. Сигналы группы II прямого направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Реальные значения частот (Гц)	Значение сигнала
1	II-1	1300+1500	Абонент без приоритета
2	II-2	1300+1620	Абонент с приоритетом
3	II-3	1500+1620	Оборудование с техническим обслуживанием
4	II-4	1300+1740	Резерв
5	II-5	1500+1740	Телефонистка
6	II-6	1620+1740	Передача данных
7	II-7	1300+1860	Абонент (или телефонистка без возможности вмешательства)
8	II-8	1500+1860	Передача данных
9	II-9	1620+1860	Абонент с приоритетом
10	II-10	1740+1860	Телефонистка с возможностью вмешательства
11	II-11	1300+1980	Резерв
12	II-12	1500+1980	
13	II-13	1620+1980	
14	II-14	1740+1980	
15	II-15	1860+1980	

ваться код языка междугородной группы (I-1 означает французский язык; I-2 - английский язык; I-3 - немецкий язык; I-4 - русский язык).

Значение сигнала I-11 зависит от его расположения внутри последовательности. Если этот сигнал передается в качестве первого сигнала прямого направления, то он означает, что далее последует код страны, что соединение требует эхозаградителей и что должен быть включен исходящий полукомплект эхозаградителей. Если же сигналу I-11 предшествует код языка, о котором было сказано выше, то он означает адрес рабочего места телефонистки входящей станции, и за ним всегда следует только сигнал I-15- окончание набора.

Аналогично использование сигнала I-12, который в случае, если он является первым сигналом в последовательности адресных сигналов прямого направления, означает, что далее последует код страны, однако эхозаградители не требуются. В случае если сигналу I-12 предшествует код языка, то он означает доступ к телефонному оператору стола замедленного обслуживания на междугородной АТС.

Сигналы прямого направления группы II направляются в ответ на сигналы обратного направления А-3 или А-5 и дают информацию о том, используется ли международная связь или связь внутри страны. Сигналы II-1 и II-9 означают, что вызов поступил по абонентской линии, имеющей

Таблица 9.13. Сигналы группы А обратного направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Реальные значения частот (Гц)	Значение сигнала
1	A-1	1140+1020	Передайте следующую цифру (n+1)
2	A-2	1140+900	Передайте предпоследнюю цифру (n-1)
3	A-3	1020+900	Адрес полный; переход к приему сигналов группы В
4	A-4	1140+780	Перегрузка на национальной сети
5	A-5	1020+780	Передайте категорию вызывающего абонента
6	A-6	900+780	Адрес полный; оплата; переход в состояние разговора
7	A-7	1140+660	Передайте вторую цифру от конца (п-2)
8	A-8	1020+660	Передайте третью цифру от конца (п-3)
9	A-9	900+660	Резерв для национального использования
10	A-10	780+660	
11	A-11	1140+540	Передайте индикатор кода страны
12	A-12	1020+540	Передайте код языка
13	A-13	900+540	Передайте тип канала
14	A-14	780+540	Запрос информации по использованию эхоградителя (требуется ли входящий полукомплект эхоградителя?)
15	A-15	660+540	Перегрузка на международной станции или на ее выходе

определенный приоритет. Сигнал П-5 означает, что вызов поступил с рабочего места телефонного оператора, а П-6 и П-8 означают, что соединения будут использоваться для передачи данных. Редко используемый сигнал П-10 означает вызов от телефонного оператора междугородной связи с возможностью вмешательства в разговор занятого абонента, и его использование подлежит двустороннему соглашению между администрациями связи.

Сигналы в обратном направлении также разделяются на две категории: сигналы А и сигналы В, приведенные в таблицах 9.13 и 9.14, соответственно.

Сигналы обратного направления группы А требуются для подтверждения сигналов прямого направления группы I и иногда - для подтверж-

Таблица 9.14. Сигналы группы В обратного направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Реальные значения частот (Гц)	Значение сигнала
1	В-1	1140+1020	Резерв для национального использования
2	В-2	1140+900	Передайте специальный информационный тональный сигнал
3	В-3	1020+900	Абонентская линия занята
4	В-4	1140+780	Перегрузка (встречающаяся после перехода от сигналов группы А к сигналам группы В)
5	В-5	1020+780	Несуществующий номер
6	В-6	900+780	Абонентская линия свободна; оплата
7	В-7	1140+660	Абонентская линия свободна; без оплаты
8	В-8	1020+660	Абонентская линия неисправна
9	В-9	900+660	Резерв для национального использования
10	В-10	780+660	
11	В-11	1140+540	
12	В-12	1020+540	
13	В-13	900+540	
14	В-14	780+540	
15	В-15	660+540	

дения сигналов прямого направления группы II. Помимо этого, сигналы группы А передают следующую специальную информацию:

- сигнал передачи следующей цифры А-1 запрашивает передачу следующей цифры  $n+1$  после приема цифры  $n$ ;

- сигнал А-2 запрашивает ранее переданную цифру  $n-1$ , т. е. предыдущую перед приемом цифры  $n$ ;

- о сигнале А-3 уже было сказано ранее: он означает переход к приему сигналов в прямом направлении другой группы;

- сигнал А-4 означает либо перегрузку ступеней коммутации международной или междугородной станций, либо завершение тайм-аута в обмене сигналами, либо перегрузку внутри национальной сети. Таким образом, каждая комбинация частот может иметь два, а иногда три различных значения. Для национальных применений имеется возможность добавить третьи группы для сигналов в прямом и обратном направлениях.

Высокая достоверность, обеспечиваемая протоколом R2, связана и с использованием кода «2 из 6», который сам по себе позволяет проверить, правильный ли сигнал был принят (как это имеет место и в R1). Кроме того, почти во всех ситуациях сигнал в прямом направлении поступает до тех пор, пока не будет получен соответствующий сигнал подтверждения в обратном направлении. Приемный регистр может запросить информацию у передающего регистра в любой момент, во время передачи независимо от хронологического порядка. Так, например, любой передаваемый двухчастотный сигнальный код может быть многократно повторен по запросу от принимающей стороны.

Исходящая АТС посылает различные сигналы в прямом направлении, включая адресную информацию, код страны и индикацию эхокомпенсации, категорию вызываемого абонента и окончание посылки. Входящая или транзитная станция возвращает сигналы перегрузки, подтверждения принятия полного адреса, состояния вызываемой линии, а также сетевые сигналы. Последующее действие системы определяется сигналами в обоих направлениях, создавая таким образом гибкую интерактивную сигнализацию.

Типичный цикл последовательности обмена многочастотными сигналами протокола R2 из рекомендации Q.440 приведен на рис.9.2.

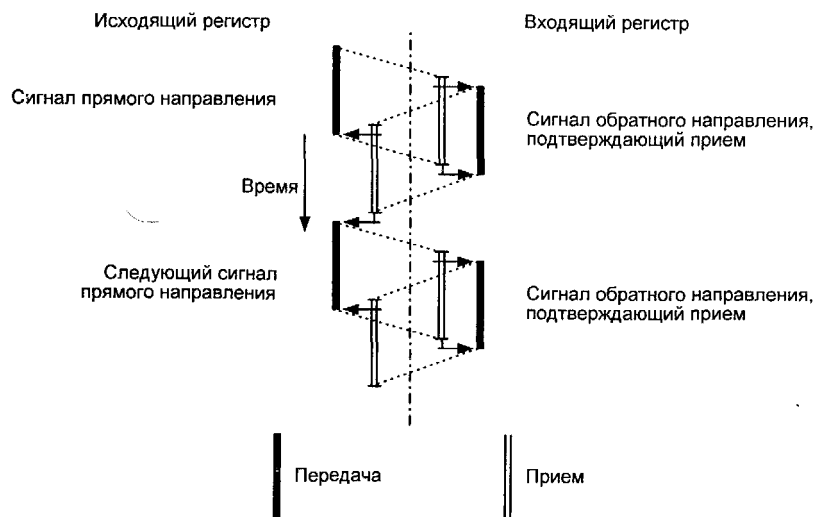


Рис. 9.2. Пример обмена многочастотными сигналами протокола R2

Рассмотрим типовой обмен многочастотными сигналами. Передатчик на исходящей станции А посылает сигнал индикации первой передаваемой цифры. Регистр на дальнем конце декодирует сигнал и подтверждает его прием, давая команду передатчику послать в обратном направле-

нии сигнал «Передать следующую цифру». Этот обмен сигналами продолжается до тех пор, пока не будут переданы все цифры.

На этой стадии входящая станция Б, распознав, что приняты все цифры, сигнализирует станции А перейти к посылке второго набора сигналов (сигналы В). Получив этот сигнал, станция А передает категорию вызывающего абонента. Если это обычный пользователь, то специальной обработки не требуется, и станция Б определяет состояние вызываемой линии. Если линия свободна, в сторону станции А посылается соответствующий сигнал, по которому вызывающий абонент подключается к исходящей соединительной линии, а регистр освобождается. Если линия занята, на станцию А передается соответствующий сигнал, а от станции А возвращается тональный сигнал «Занято». То есть, система сигнализации взаимодействует с системой управления процедурами обслуживания вызовов, включая функции маршрутизации, автоматическое определение номера, управление тарификацией и разъединение соединения.

# Глава 10

## СИСТЕМА ОБЩЕКANAЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ №7

*Il n'est de bonheur que dans les voies communes, фр.шц.  
(Счастье, можно найти лишь на проторенных дорогах)*

Ф. Шатобриан. «Рене»

### 10.1. ВВЕДЕНИЕ

Последние десятилетия характеризуются все более значительным воздействием компьютерных технологий на телефонию. Это обусловило и появление новых идей в области протоколов межстанционной сигнализации. Первые шаги в этом направлении были обусловлены введением цифровых систем передачи ИКМ, начиная с T1, АТ&Т в 1962, и программного управления коммутационными узлами и станциями, начиная с ESS# I.АТ&Т в 1965 году

Из-за первоначально большой стоимости управляющих процессоров и памяти узлов коммутации с программным управлением к началу 70-х годов перед инженерами-телефонистами возникли следующие задачи:

1) сохранение дорогостоящих ресурсов управляющего процессора, расходуемых во время сканирования каждой соединительной линии для протоколов сигнализации по выделенным сигнальным каналам;

2) сокращение времени установления соединения и снижение тем самым непроизводительного использования соединительных линий.

Решение этих задач было найдено на пути заимствования некоторых наиболее полезных технологий передачи данных. Этот подход был первоначально опробован при разработке (1964- 1968 гг.. Зеленая книга ИТУ-Т) системы сигнализации по общему каналу №6 (ОКС6). Система ОКС6 полностью удаляет сигнализацию из разговорного тракта, используя отдельное общее звено сигнализации, по которому передаются все сигналы для нескольких трактов. Однако работающая по относительно медленным звеньям сигнализации с модемной связью на скорости 2400 или 4800 бит/с система ОКС6 не могла решить в достаточной степени две упомянутые выше задачи. Более того, со временем появились другие, более актуальные требования к протоколу общеканальной сигнализации:

3) многоуровневая архитектура протокола ОКС, обеспечивающая возможность модернизации отдельных компонент протокола сигнализации, не затрагивая других его частей;

4) универсальность системы сигнализации для разнообразных применений, включая телефонию, передачу данных, услуги ISDN, услуги для



абонентов сетей мобильной связи, а также функции сетевого управления, эксплуатации и технического обслуживания;

5) обеспечение надежности связи, при которой потеря одного звена сигнализации не должна оказывать значительное отрицательное влияние на качество обслуживания в сети связи;

6) наличие качественных спецификаций, достаточно исчерпывающих для того, чтобы обеспечить различным производителям АТС самостоятельное внедрение протокола ОКС. Если спецификации чересчур подробны, сдерживается творчество производителя АТС. Если детализация системы недостаточна, различные реализации протокола ОКС не смогут взаимодействовать друг с другом. Одной из причин возникновения этих трудностей является зависимость между процессами управления обслуживанием вызовов в АТС и процедурами ОКС. Для достижения правильного баланса требуется тщательная разработка спецификаций, что достаточно подробно обсуждалось в главе 2.

Разработанная по этим требованиям система общеканальной сигнализации №7 стала применяемым во всем мире стандартом для международной и национальных телефонных сетей. Протокол ОКС7 обеспечивает все преимущества ОКС6 по обслуживанию вызовов и предоставляет также новые возможности по созданию телекоммуникационных услуг. Это осуществляется, в частности, с помощью подсистемы обеспечения возможностей транзакций (ТСАР) и организуемых на ее базе прикладной подсистемы подвижной связи стандарта GSM (MAP), прикладной подсистемы интеллектуальной сети (INAP) и др.

Целью разработки протокола ОКС7 также является высокая надежность передачи информации с минимальной задержкой, без потерь и без дублирования сигнальных сообщений. Помимо архитектуры самого протокола это достигается оптимизацией построения национальных сетей сигнализации ОКС7. Первая сеть общеканальной сигнализации, состоящая из 20 транзитных пунктов сигнализации STP, была введена в эксплуатацию компанией AT&T в 1976 в городах Мэдисон, Висконсин и Чикаго.

Принципы построения сети сигнализации, режимы связности, иерархическая структура и другие сетевые аспекты ОКС7 находятся несколько в стороне от тематики данной книги. К сожалению, несмотря на явную актуальность этой проблематики, отсутствуют современные книги на русском языке, поэтому автор вынужден адресовать заинтересованного читателя к прекрасным монографиям Трэвиса Руссела [126] и Ричарда Мантефилда [122], а также к рекомендации Q.705 Белой книги ITU-T и выразить надежду, что интенсивное развитие российской сети сигнализации ОКС7 найдет отражение в технической литературе.

Соответствие протокола ОКС7 эталонной модели взаимодействия открытых систем (ВОС или OSI в английской аббревиатуре) показано на

рис. 10.1. Здесь сравнивается архитектура протокола ОКС7 с уровнями OSI. Следует подчеркнуть, что именно многоуровневая архитектура протокола обеспечивает гибкость введения служб и легкость техобслуживания сети сигнализации.

Нижние уровни протокола ОКС7 состоят из трех уровней подсистемы передачи сообщения МТР и подсистемы управления соединениями сигнализации SCCP. Эти три уровня МТР представляют собой:

- уровень 1 звена передачи данных сигнализации,
- уровень 2 звена сигнализации,
- уровень 3 сети сигнализации.

Первые два уровня МТР обеспечивают функции звена сигнализации между двумя непосредственно связанными пунктами сигнализации.

Возможности, которые содержатся на сетевом уровне модели OSI, распределены в ОКС7 между третьим уровнем МТР и SCCP. Это обусловлено следующими соображениями: 1) не все протоколы сигнализации требуют использования расширенных возможностей адресации SCCP и передачи сообщений, не ориентированных на соединение, и 2) путем выделения функций SCCP в отдельную подсистему оказалось возможным оптимизировать характеристики третьего уровня МТР. Подсистема SCCP является потребителем функциональных возможностей, расположенных в уровнях МТР, и обеспечивает как сетевые услуги в отсутствие соединения, так и услуги, ориентированные на соединение.

Верхние уровни в протоколе ОКС7 включают ТСАР и пользовательские подсистемы, упомянутые выше, а также сервисные элементы прикладного уровня (ASE), подсистему эксплуатации, технического обслуживания и административного управления (ОМАР) и другие прикладные подсистемы. Эти уровни используют услуги передачи, предоставляемые уровнями МТР и SCCP.

ISUP протокола ОКС7 обеспечивает функции сигнализации, необходимые для обслуживания вызовов в сети ISDN, а также для поддержки дополнительных услуг ISDN.

ТСАР обеспечивает набор возможностей для обслуживания вызова без установления соединения. Эти возможности можно использовать в одном узле для того, чтобы вызвать выполнение процедуры в другом узле. Пример такого использования - услуга 800, в которой оставшиеся цифры номера после кода 800 преобразовываются централизованной базой данных в физический адрес. Механизм предоставления услуг интеллектуальной сети (IN), поддерживаемый одним из сервисных элементов прикладного уровня (ASE) - подсистемой INAP, опирается на ТСАР.

Аналогичным образом обеспечиваются прикладные возможности и для подсистемы ОМАР технического обслуживания, координации и управления ресурсами сети.

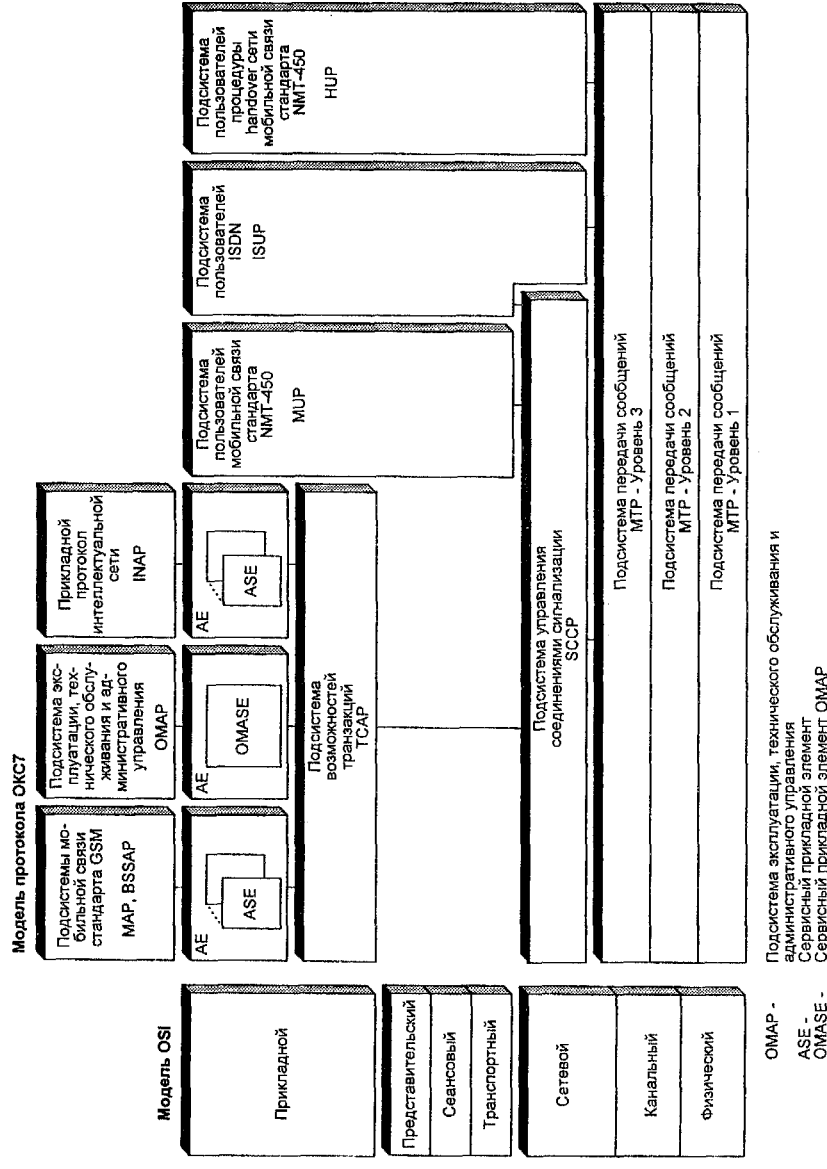


Рис.10.1. Сравнение архитектур протоколов OSI и ОКС7

Описанию этих подсистем посвящены следующие разделы данной главы. Ссылки на соответствующие рекомендации Белой книги ITU-T представлены в табл. 10.1.

Таблица 10.1. Перечень рекомендаций ITU-T серии Q по вопросам ОКС7

Описание подсистем, функций, компонент	Рекомендации ITU-T
Введение в ОКС7	Q.700
Подсистема передачи сообщений - МТР	Q.701-Q.704, Q.706, Q.707
Структура сети сигнализации ОКС7	Q.705
Подсистема управления сигнальными соединениями - SCCP	0.711-Q.714, 0.716
Подсистема телефонных пользователей - TUP	Q.721 - Q.725
Дополнительные услуги	Q.730-Q.737
Управление сетью ОКС7 - OMAP, ERDS	Q.750, Q.752-Q.755
Подсистема пользователей ISDN - ISUP	Q.761-Q.764, 0.766, Q.767
Подсистема возможностей транзакций - TCAP	Q.771-Q.775
Тестирование МТР, TUP, ISUP, SCCP, TCAP	Q.780-Q.787
Подсистема мобильной сети - MAP	Q.1051
Подсистема интеллектуальной сети - INAP	Q.1205, Q. 1208, Q. 1211, Q.1213-Q.1215. Q.1218, Q.1219, 0.1290
Соответствие ОКС7 и эталонной модели взаимодействия открытых систем OSI	Q.1400

## 10.2. ПОДСИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ МТР

Как было отмечено в предыдущем разделе, передача сигнальной информации между пунктами сигнализации осуществляется подсистемой передачи сообщений МТР и подсистемой управления сигнальными соединениями SCCP.

Эти подсистемы не анализируют значения передаваемых сообщений, их задача - передавать информацию в неискаженной форме, без потерь, дублирования и ошибок, в установленной последовательности, от одного пункта сигнализации к другому. Благодаря гибкому механизму передачи возможно осуществлять реконфигурацию и управлять сигнальным графиком при отказах в сети.

Уровень 1 подсистемы МТР определяет физические, электрические и функциональные характеристики канала передачи данных для звена сигнализации. Обычно используются каналы 64 кбит/с тракта ИКМ. Выполнение функций 1-го уровня, определяющих интерфейс со средой пе-

редачи, означает независимость функций более высоких уровней (уровни 2-4) от используемой среды передачи.

Уровень 2 подсистемы МТР определяет функции и процедуры, относящиеся к передаче сигнальных сообщений по звену сигнализации между двумя напрямую связанными пунктами сигнализации. Функции уровня 2 определяют структуру передаваемой информации по каждому звену и процедуры обнаружения и исправления ошибок. Сочетание функций уровней 1 и 2 организует звено сигнализации для передачи сигнальных сообщений.

Сигнальная информация передается между пунктами сигнализации в виде сообщений переменной длины, называемых сигнальными единицами.

Существует три типа сигнальных единиц:

- значащая сигнальная единица (MSU), которая используется для передачи сигнальной информации, формируемой подсистемами пользователей или SCCP
- сигнальная единица состояния звена (LSSU), которая используется для контроля состояния звена сигнализации
- заполняющая сигнальная единица (FISU), которая используется для обеспечения фазирования звена при отсутствии сигнального графика.

Тип сигнальной единицы идентифицируется индикатором длины (LI) следующим образом:

- LI=0 - заполняющая сигнальная единица,
- LI=1 или 2 - сигнальная единица состояния звена,
- LI>2 - значащая сигнальная единица.

Наиболее сложной по структуре является значащая сигнальная единица MSU. Ее формат согласно рекомендации ITU-T Q.703 представлен на рис. 10.2. MSU состоит из ряда полей, в которых размещается фиксированное количество битов. Формат MSU определяет каждое из полей внутри сообщения и присвоение значения каждому биту внутри сообщения. Исключение составляет поле сигнальной информации, которое определяется функциями четвертого уровня.

Флаг выполняет роль ограничителя сигнальных единиц, причем начало и конец каждой сигнальной единицы отмечается уникальной 8-битовой последовательностью. Обычно закрывающий флаг одной сигнальной единицы является открывающим флагом следующей сигнальной единицы. Последовательность битов флага следующая: ОП 11110.

Чтобы избежать имитации флага другой частью сигнальной единицы, передающая MSU станция вставляет ноль после каждой последовательности из пяти следующих друг за другом единиц, содержащихся в любой части MSU, кроме флага. Этот ноль изымается на приемном конце

оконечного устройства звена сигнализации уже после обнаружения и от-  
деления флагов.



Рис. 10.2. Формат значащей сигнальной единицы MSU

Обратный порядковый номер BSN, обратный бит-индикатор BIB, прямой порядковый номер FSN и прямой бит-индикатор FIB используются в методе исправления ошибок, описанном ниже.

Индикатор длины LI определяет длину сигнальной единицы, указывает количество байтов, следующих за индикатором длины и предшествующих проверочным битам, и принимает значения от 0 до 63. Превышающее 2 значение LI указывает на то, что данная сигнальная единица - MSU.

Байт служебной информации SIO делится на индикатор службы и на поле подвида службы. Например, SIO может указывать, что сообщение относится к подсистеме ISUP или к SCCP. В российских национальных спецификациях МТР индикатор сети в поле подвида службы кодируется следующим образом:

- 00 - международная сеть
- 01 - резерв для международной сети
- 10 - междугородная сеть
- 11 - местная сеть.

Прямой порядковый номер FSN - это порядковый номер сигнальной единицы, в составе которой он передается. Обратный порядковый номер BSN - это номер подтверждаемой сигнальной единицы. Прямой и обратный порядковые номера - это двоичные числа в циклически повторяющейся последовательности от 0 до 127.

Каждая MSU содержит 16 проверочных битов для обнаружения ошибок.

Поле сигнальной информации SIF может состоять максимум из 272 байтов, форматы и коды которых определяются подсистемой пользователей. В этом случае индикатору длины присваивается значение 63. В первых реализациях ОКС7 используются поля сигнальной информации максимум из 62 байтов в соответствии с ранними спецификациями МТР (Красная книга ИТУ-Т). Поле сигнальной информации SIF содержит информацию, которая должна передаваться между подсистемами пользователей Двух пунктов сигнализации.

МТР не распознает содержимое SIF, кроме этикетки маршрутизации, которая используется для маршрутизации со-

общений в сети сигнализации. Не считая этой информации о маршруте, МТР просто передает содержащуюся в SIF информацию от уровня 4 одной АТС к уровню 4 другой АТС.

Обнаружение ошибок осуществляется с помощью 16 проверочных битов, передаваемых в конце каждой сигнальной единицы. Проверочные биты формируются АТС, которая передает сигнальную единицу. Проверочные биты получаются путем применения образующего полинома к информации в сигнальной единице.

Используется следующий образующий полином:  $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ . Он выбран таким образом, чтобы оптимизировать процесс обнаружения пакетов ошибок при передаче.

Проверочные биты образуются из остатка от деления по модулю  $2x^k$  ( $x^{15}+x^{14}+x^{13}+\dots+x^2+x+1$ ) на образующий полином  $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ , где  $k$  - количество битов в сигнальной единице между последним битом открывающего флага и первым проверочным битом (исключая их самих, а также вставленные для исключения имитации флага биты), и остатка после умножения на  $x^{16}$  и деления на образующий полином  $x^{16}+x^{12}+x^5+1$  содержимого сигнальной единицы также между последним битом открывающего флага и первым проверочным битом (исключая их самих, а также вставленные для исключения имитации флага биты).

Передаваемые проверочные биты являются дополнением до «I» образовавшего остатка 16-битового поля, т.е. «I» меняются на «O» и наоборот. Это изменение производится для того, чтобы минимизировать вероятность ошибки в работе оборудования принимающей станции.

Проверочные биты анализируются на принимающей станции в соответствии с определенным алгоритмом. Если соответствия не обнаружено, регистрируется ошибка, а сигнальная единица стирается. Это стирание MSU приводит в свою очередь в действие механизм исправления ошибок.

Для ОКС7 предусмотрены два метода исправления ошибок. Основной метод исправления ошибок применяется для звеньев сигнализации, в которых время распространения в одном направлении не превышает 15 мс. В противном случае используется метод превентивного циклического повторения. Примером использования метода превентивного циклического повторения может служить установление соединения через спутники. Сообщения, которые были искажены (например, из-за пакетов ошибок при передаче), передаются повторно в той же последовательности, в какой они передавались первый раз, и для уровня 3 не возникает никаких проблем с доставкой сообщений подсистемам пользователей без потерь и дублирования.

Если имеют место постоянные ошибки, уровень 3 информируется об этом для принятия соответствующего решения, например, для изменения маршрутизации сообщений через другое звено сигнализации.

Основной метод исправления ошибок - это метод с положительным или отрицательным подтверждением и повторной передачей сообщений, принятых с искажениями. Функции, входящие в механизм исправления ошибок, представлены на рис. 10.3.

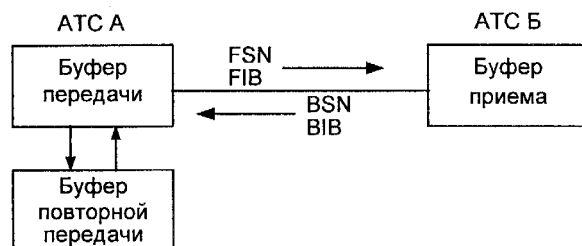


Рис. 10.3. Функции исправления ошибок

Для передачи сигнальной информации от верхнего уровня АТС А к такому же уровню АТС Б сигнальные единицы передаются через уровень 3 МТР на уровень 2 МТР в АТС А. На уровне 2 АТС А имеются буфер передачи и буфер повторной передачи. Буфер передачи используется для сохранения MSU перед ее передачей по звену сигнализации, т.е. действует как запоминающее устройство до тех пор, пока пропускная способность звена сигнализации не позволит послать MSU. Буфер повторной передачи хранит копию MSU для случая ее приема в АТС Б с искажениями.

Каждая MSU содержит прямой порядковый номер (FSN), прямой бит-индикатор (FIB), обратный порядковый номер (BSN) и обратный бит-индикатор (BIB). Когда звено сигнализации функционирует нормально, FIB присваивается конкретное значение (например, 0), и BIB также присваивается это значение (0). Когда MSU принимается уровнем 2 на АТС А, она поступает в буфер передачи. Буфер передачи действует по принципу FIFO, т.е. принятая первой MSU должна первой передаваться. Когда звено сигнализации свободно и подходит очередь для передачи, следующей MSU присваивается величина FSN, равная величине FSN в последней значащей сигнальной единице плюс 1 (по модулю 128). MSU затем передается на АТС Б. В буфер повторной передачи также вводится копия MSU.

В буфере приема на АТС Б FSN сравнивается с ожидаемой величиной (предыдущее значение FSN плюс 1). Если значение FSN совпадает с ожидаемым, MSU направляется на уровень 3 для обработки. Величина FSN копируется в поле BSN, а значение BIB остается неизменным. Величины BSN и BIB указывают АТС А на положительное подтверждение. При приеме правильных величин BSN и BIB на АТС А данная MSU удаляется из буфера повторной передачи.



Если сравнение величины FSN на АТС Б покажет противоречие, например, вследствие функционирования механизма обнаружения ошибок и стирания искаженных MSU, величина ВІВ изменяется на «І», и АТС А получает отрицательное подтверждение. В этом случае BSN присваивается значение последнего правильно принятого FSN.

При приеме отрицательного подтверждения на АТС А передача сигнальных единиц прерывается, и значащие сигнальные единицы, находящиеся в буфере повторной передачи, передаются повторно в том же порядке. Величина FIB меняется на «1», а FIB и ВІВ будут снова иметь одинаковые величины.

Метод исправления ошибок путем *превентивного циклического повторения* является методом с положительным подтверждением, циклическим повторением и упреждающим исправлением ошибок. Это означает, что отрицательное подтверждение не применяется, а для индикации искажения сообщения используется отсутствие позитивного подтверждения. Исправление ошибок достигается программируемым циклическим повторением неподтвержденных MSU. Каждая сигнальная единица содержит FSN и BSN (как и для основного метода), но FIB и ВІВ не используются и устанавливаются в «І».

В период отсутствия новых, предназначенных для передачи MSU начинается повторная передача MSU, хранящихся в буфере повторной передачи. Первоначальные FSN во время повторной передачи сохраняются. Если поступает новая сигнальная единица, циклическое повторение прекращается, а новая MSU передается с FSN, равным последнему присвоенному значению плюс 1 (по модулю 128). Если не принимаются следующие новые MSU, рекомендуется циклическое повторение.

Неискаженная сигнальная единица положительно подтверждается путем приема на АТС А значения BSN, равного присвоенному FSN. После положительного подтверждения соответствующая MSU стирается в буфере повторной передачи и больше недоступна для повторной передачи.

Одним из недостатков данного метода является то, что буферы передачи и повторной передачи могут перегружаться. Для предотвращения потери сообщения применяется процедура, называемая вынужденным повторением. Количество MSU и количество их байтов, хранящихся в буфере повторной передачи, непрерывно контролируются. Если тот или другой параметр достигает предварительно установленного предельного значения, новые MSU не принимаются, а приоритет отдается повторной передаче MSU, хранящихся в буфере повторной передачи. Цикл повторной передачи продолжается до тех пор, пока значения двух действующих параметров не упадут ниже указанных предельных значений.

Уровень 3 МТР ориентирован на выполнение функций сети сигнализации. Процедуры уровня 3 обеспечивают надежную передачу сигнальной информации от одной АТС к другой даже в случае отказов на уровнях 1 и 2. Уровень 3 обеспечивает управление звеньями сигнализации и включает функции обработки сигнальных сообщений для их маршрутизации в сети сигнализации, а также функции управления самой сетью сигнализации.

Функции управления сетью сигнализации разделяются на следующие группы:

1. Управление сигнальным графиком, включающее в себя реконфигурацию сигнального графика в ответ на изменения в состоянии сети.
2. Управление звеньями сигнализации.
3. Управление маршрутами сигнализации, заключающееся в передаче информации о состоянии сети сигнализации.

Функция обработки сигнальных сообщений определяет доставку сигнальных единиц по сети сигнализации. Каждый пункт сигнализации в пределах сети сигнализации идентифицируется с помощью 14-битового кода или адреса пункта сигнализации. Код пункта назначения (DPC) идентифицирует пункт сигнализации назначения сообщения, а код исходящего пункта (OPC) идентифицирует исходящий пункт сигнализации.

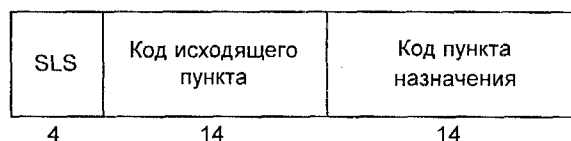
Когда сигнальная информация принимается функцией обработки сообщений от уровня 4, эта информация включает этикетку маршрутизации. Структура этикетки маршрутизации представлена на рис. 10.4.

С помощью анализа кода DPC функция обработки сообщений может определить, к какой станции должна быть передана сигнальная единица. На основе этого анализа осуществляется выбор соответствующего звена сигнализации. Если существуют два или более звеньев сигнализации к требуемому пункту назначения, функция обработки сообщений выполняет разделение нагрузки по звеньям. В этом случае используется поле селекции звена сигнализации (SLS), которое идентифицирует выбранное звено сигнализации. SLS состоит из четырех бит, следующих за кодом OPC.

При приеме функцией обработки сообщений сигнальной единицы от уровня 2 анализируется DPC, чтобы определить, предназначена ли данная сигнальная единица для принимающего пункта сигнализации или она адресована другому пункту сигнализации. Если сообщение предназначено для принимающего пункта сигнализации, оно доставляется к соответствующей подсистеме пользователя. Это определяется анализом байта служебной информации (рис. 10.2). Если сообщение предназначено для другого пункта сигнализации, анализ DPC дает указание, как выполнить маршрутизацию сообщения. В этом случае пункт сигнализации,

производящий анализ DPC, действует как транзитный пункт сигнализации. Важно, что сообщение перенаправляется без участия уровня 4 и тем самым позволяет избежать значительных издержек при обработке каждого сообщения.

В российских национальных спецификациях МТР используется следующий метод кодирования исходящего пункта DPC (и пункта OPC) для междугородной сети связи: 8 первых бит определяют код зоны ABC, а 6 последних битов - номер пункта сигнализации SP в зоне. Кодирование исходящего пункта DPC для местных и зональных сетей связи осуществляется таким образом: 7 первых бит определяют номер соты тысячного узлового района, а оставшиеся 7 бит - номер пункта сигнализации SP в этом соты тысячном районе. Тип сети связи, как уже упоминалось выше в этом параграфе, определяется содержимым индикатора сети SIO.



SLS - поле селекции звена сигнализации Рис. 10.4.  
Структура этикетки маршрутизации SLS

Функция управления сигнальным графиком обеспечивает процедуры, необходимые для поддержания потока сигнального графика в случае нарушений в сети сигнализации. К таким нарушениям относятся, в частности, отказ звеньев сигнализации или отказ транзитных пунктов сигнализации.

Функция управления сигнальным графиком используется для изменения сигнального трафика. Кроме того, в случае перегрузки пункта сигнализации, функция используется для снижения нагрузки на этот пункт сигнализации. Для достижения этого определены отдельные процедуры перехода на резервное звено сигнализации, возврата на исходное звено сигнализации, запрещения управления звеном сигнализации и управления потоком сигнального трафика.

Процедура перехода на резерв осуществляет перенос сигнального трафика от недоступного звена сигнализации на альтернативное звено сигнализации. Типичный пример, когда инициируется процедура перехода на резерв, - отказ звена сигнализации. Переход на резерв должен осуществляться без потери сообщения, дублирования или нарушения последовательности передачи сообщений. Это достигается введением специальных средств, которые гарантируют передачу сообщений, хранящихся в буфере повторной передачи недоступного звена сигнализации на альтернативное звено. Если отсутствует альтернативный путь для передачи сигнальной информации, пункт назначения считается недоступ-

ным, и соответствующим образом информируется подсистема пользователя.

Процедура возврата на исходное звено сигнализации возвращает маршрутизацию сообщений сигнализации обратно в условия, существовавшие перед переходом на резерв. Используются специальные процедуры для управления последовательностью сообщений, которые гарантируют, что сообщения не потеряны или не передаются в неправильной последовательности. Возврат на исходное звено сигнализации инициируется, когда причины, вызвавшие переход на резерв, устраняются, например, когда звено сигнализации восстанавливается.

Процедура запрещения управления звеном сигнализации используется для облегчения техобслуживания или тестирования. Процедура не вызывает изменения состояния на уровне 3, оставляя звено доступным для отправки сообщений техобслуживания и тестирования. Если в сети сигнализации возникают аварийные ситуации, в результате которых появляется необходимость использования запрещенных звеньев сигнализации, процедура запрещения может игнорироваться, и эти звенья сигнализации включаются в работу.

Управление потоком сигнального трафика используется также для ограничения сигнального трафика в источнике в тех случаях, когда сеть сигнализации не в состоянии передать весь сигнальный трафик, предлагаемый подсистемами пользователей.

Функция управления звеньями сигнализации используется для управления звеньями сигнализации, подключенными к конкретной станции. Функция обеспечивает образование звеньев сигнализации и поддержание их нормальной доступности. В случае отказов звена сигнализации функция управления звеньями сигнализации управляет действиями, направленными на восстановление работоспособности, звена.

Основные процедуры, определенные для управления звеньями сигнализации - это активация звена сигнализации и восстановление звена сигнализации.

Активация звена сигнализации является процессом, который приводит звено сигнализации к состоянию готовности обслуживать трафик. Этот процесс включает в себя установление начального фазирования звена сигнализации и проведение тестирования для гарантии правильности функционирования. Деактивация звена сигнализации является процессом, выводящим звено из состояния работы.

Восстановление звена сигнализации сходно с активацией звена сигнализации, но его применяют для повторного введения в работу звена сигнализации после его отказа.

Функция управления маршрутами сигнализации используется для распределения информации о состоянии сети сигнализации с целью бло-

кировать (т.е. предотвратить доступ к ним) или разблокировать маршруты сигнализации. Под маршрутом сигнализации понимается совокупность звеньев сигнализации, соединяющих два пункта сигнализации. Это может быть прямой маршрут, в котором звенья сигнализации соединены напрямую, или маршрут, в котором сигнализация осуществляется через транзитный пункт сигнализации.

Важными процедурами функции управления маршрутами сигнализации являются процедура запрещения передачи, процедура разрешения передачи и тестирование пучка маршрутов сигнализации.

Процедура запрещения передачи инициируется транзитным пунктом сигнализации с целью извещения одного или нескольких смежных пунктов сигнализации, что сообщения не должны маршрутизироваться через этот транзитный пункт сигнализации к конкретному пункту назначения.

Процедура разрешения передачи используется для снятия состояния запрета.

Процедура тестирования пучка маршрутов сигнализации инициируется пунктом сигнализации для проверки: может или нет маршрутизироваться сигнальный трафик к конкретному пункту назначения через транзитный пункт сигнализации. Сообщение о тестировании пучка маршрутов сигнализации содержит текущую маршрутную информацию пункта назначения, принятую транзитным пунктом сигнализации. При приеме данного сообщения транзитный пункт сигнализации сравнивает состояние пункта назначения, указанное в принятом сообщении, с действительным состоянием. Если они совпадают, не предпринимается никаких действий. Если они различны, результат возвращается в этот пункт сигнализации.

Читателю, интересующемуся более детальной информацией о подсистеме МТР, можно порекомендовать обратиться непосредственно к рекомендациям Q.701 - Q.704, Q.706, Q.707 Белой книги ITU-T. Там же приведены достаточно подробные SDL-диаграммы описанных выше процедур, включить которые в книгу не представляется возможным, о чем, вероятно, читатель, уже утомленный обилием SDL-диаграмм в предыдущих главах, вряд ли будет сожалеть. Сэкономленное за этот счет место предлагается отдать краткому резюме по подсистеме передачи сообщений МТР.

Главная задача МТР - передавать сообщения без потерь и дублирования и доставлять их в намеченный пункт назначения в той последовательности, в которой они были переданы. Использование транзитных пунктов сигнализации повышает гибкость МТР. Даже при отказах в сети связи или сети сигнализации МТР может изменить маршрутизацию сообщений для обеспечения доставки сообщений к требуемому пункту назначения без искажения или дублирования.

Уровень 1 МТР определяет физические, электрические и функциональные характеристики звена передачи данных. Более высокие уровни не зависят от принятой системы передачи.

Уровень 2 МТР определяет функции, относящиеся к конкретному звену сигнализации. Информация передается в сигнальных единицах, которые могут являться значащими сигнальными единицами (несущими информацию подсистемам пользователя), сигнальными единицами состояния звена (отражающими состояние звена сигнализации) и сигнальными единицами, используемыми для обеспечения синхронизации. Значащая сигнальная единица (MSU) содержит флаг, ограничивающий MSU, порядковые номера, используемые для защиты от ошибок, индикатор длины, байт служебной информации, указывающий соответствующую подсистему пользователя или SCCP, поле сигнальной информации, содержащее информацию подсистемы пользователя или SCCP, проверочные биты, используемые для обнаружения ошибок.

Для уровня 2 МТР определены два метода исправления ошибок: базовый метод и метод превентивного циклического повторения.

Уровень 3 МТР определяет сетевые функции сигнализации. Функции управления сигнальными сообщениями используются для анализа кода исходящего пункта (OPC) и кода пункта назначения (DPC), позволяя правильно маршрутизировать сообщения к пункту назначения. Функции управления сетью сигнализации определяют ряд услуг и возможностей для управления потоком сообщений сигнализации по сети: например, переход на резерв позволяет перенести передаваемые сообщения с отказавшего звена сигнализации на исправное звено.

### **10.3. ПОДСИСТЕМА SCCP**

Рассмотренная в предыдущем разделе подсистема передачи сообщений МТР представляет собой механизм передачи сообщений, который был специфицирован до того, как была разработана семиуровневая модель взаимосвязи открытых систем (OSI). Подсистема МТР полностью обеспечивает функции, соответствующие уровням 1 и 2 модели OSI, но для обеспечения услуг сетевого уровня модели OSI необходим ряд дополнительных функций.

Эти дополнительные функции реализуются подсистемой управления соединениями сигнализации SCCP. Комбинация МТР и SCCP называется подсистемой службы сети NSP.

Цель SCCP - обеспечить логические соединения для передачи блоков данных сигнализации, ориентированных на соединение или не ориентированных на соединение. То есть, SCCP предоставляет возможность 1 осуществлять по сети связи передачу данных, непосредственно не связанную с конкретным соединением разговорных каналов.

В контексте семиуровневой модели OSI предполагается, что SCCP должна предлагать услуги более высоким уровням. Связь между SCCP и уровнем 4 осуществляется путем использования примитивов. Рис. 10.5. иллюстрирует примитивы, связанные с интерфейсом между SCCP и уровнем 4.

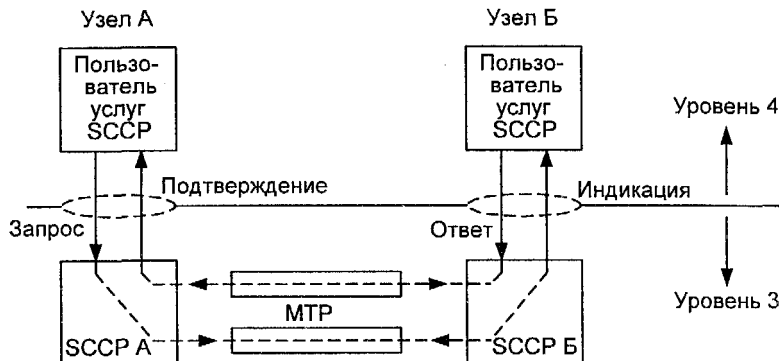


Рис.10.5. Примитивы SCCP/пользовательские подсистемы

Все услуги SCCP подразделяются на услуги, ориентированные на соединение, и услуги, не ориентированные на соединение.

В ориентированных на соединение услугах между двумя соединяющимися узлами перед началом передачи данных устанавливается соединение сигнализации. Оно устанавливается путем обмена местными условными номерами, назначаемыми каждым узлом для идентификации того, к какой транзакции относится данное сообщение. В этом случае любые данные, которые передаются между узлами, включают местные условные номера и, таким образом, связаны с соединением. В результате может обеспечиваться определенное качество обслуживания. Например, в одном классе услуги (класс 3), ориентированном на соединение, возможно гарантировать доставку сообщений в том же порядке, в каком они передаются. Для ориентированных на соединение услуг различаются временные соединения сигнализации и постоянные соединения сигнализации. Управление временным соединением сигнализации включает следующие фазы: фазу установления соединения, фазу переноса данных, фазу освобождения соединения.

В услугах, которые не ориентируются на соединение, SCCP обеспечивает возможность передавать данные по сети сигнализации без установления сигнального соединения. Имеются два различных механизма передачи сообщений сигнализации: с контролем последовательности доставки сообщений и без такого контроля. В последнем случае невозможно гарантировать, что два сообщения, посылаемые с одного узла в опре-

деленном порядке, будут всегда приниматься другим узлом в том же порядке, т.к. они могут по разному маршрутизироваться в сети сигнализации, особенно с учетом возможных отказов.

Сообщения SCCP передаются в поле сигнальной информации SIF значащих сигнальных единиц MSU. Для MSU, передающей сообщение SCCP, формат SIF состоит из этикетки маршрутизации, типа сообщения и параметров. Структура SIF для сообщений SCCP представлена на рис. 10.6.

Необязательная часть	Обязательная переменная часть	Обязательная фиксированная часть	Код типа сообщения	Этикетка маршрутизации
----------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------	------------------------

Рис.10.6. Структура SIF сообщений SCCP

Код типа сообщения состоит из одного байта и является обязательным для всех сообщений SCCP. Код типа сообщения однозначно определяет функцию каждого сообщения SCCP. Примеры типов сообщений для услуг, ориентированных на соединение, следующие:

- запрос соединения (CR) между двумя узлами;
- подтверждение соединения (CC) в ответ на сообщение CR;
- запрос разъединения (RLSD) со стороны любого из узлов;
- подтверждение разъединения (RLC): этот тип сообщения подтверждает, что процесс освобождения соединения завершен;
- данные для прозрачной передачи данных между двумя узлами после установления соединения (DT) и др. Примерами типов сообщений для услуг, не ориентированных на соединение, являются следующие сообщения:
  - данные без соединения (UDT), используемые для передачи данных без установления соединения между двумя узлами;
  - служебное сообщение данных без соединения (UDTS), используемое для индикации невозможности доставки данных, посланных в предыдущем сообщении UDT (если установлена опция «return on error») и др.

Каждое сообщение содержит ряд параметров, которые дополняют Информацию, содержащуюся в коде типа сообщения. В общем случае каждый параметр состоит из названия, индикатора длины и поля данных, как показано на рис. 10.7. Название однозначно определяет параметр и кодируется одним байтом. Индикатор длины указывает длину параметра, а поле данных содержит информацию. Однако не все эти поля включаются в каждый параметр. Параметры могут быть обязательными фиксированными, обязательными переменными или необязательными.



Поле данных	Индикатор длины	Название
-------------	-----------------	----------

Рис. 10.7. Общий формат параметра

Обязательные фиксированные параметры должны всегда содержаться в сообщениях данного типа и иметь фиксированную длину. Положение, длина и порядок обязательных фиксированных параметров однозначно определяются типом сообщения, поэтому названия параметров и индикатор длины не включаются в сообщение.

Обязательные переменные параметры также всегда содержатся в данном типе сообщения, но имеют переменную длину. Название параметра определяется типом сообщения и поэтому не включается в сообщение.

Необязательные параметры могут включаться или не включаться в сообщение данного типа. Каждый необязательный параметр включает название (один байт) и индикатор длины (один байт) перед полем данных, передающим содержание параметра.

Для иллюстрации принципов форматирования SCCP рассмотрим сообщение запроса соединения CR, предназначенное для установления соединения при использовании ориентированной на соединение услуги SCCP. Пример такого сообщения показан на рис. 10.8.

Параметр 4 необязательный	Параметр 3 обязательный переменный	Параметр 2 обязательный фиксированный	Параметр 1 обязательный фиксированный	Тип сообщения
адрес вызывающей стороны	адрес вызываемой стороны	класс протокола источника	местный условный номер	Запрос соединения

Рис. 10.8. Структура сообщения запроса соединения

Тип сообщения в этом примере указывает, что это сообщение о запросе соединения CR. За типом сообщения следуют четыре параметра. Первый параметр является обязательным фиксированным и представляет собой местный условный номер источника, который присвоила исходящая SCCP для идентификации сообщений, относящихся к конкретной транзакции. Второй параметр также является обязательным фиксированным параметром и указывает класс протокола, т.е. тип запрошенной услуги. Третий параметр является обязательным переменным и содержит адрес вызываемой стороны, т.е. указывает, к какой SCCP направлено сообщение. Этот параметр включает индикатор длины, чтобы показать количество цифр адреса, включенных в поле данных параметра. Четвертый параметр является необязательным и содержит адрес вызывающей стороны, т.е. указывает, от какой SCCP передается сообщение. Этот параметр включает индикатор длины и название.

Для SCCP определены четыре класса протокола.

Первые два класса протокола (класс 0 и класс 1) не ориентированы на соединение и не содержат фаз установления и освобождения соединений. Максимальная длина поля данных составляет 256 байтов, поскольку протоколы, не ориентированные на соединение, не обеспечивают сегментирование и сборку.

Другие два класса ориентированы на соединение и включают установление и освобождение сигнальных соединений. В этих классах протокола, ориентированных на соединение, устанавливается соединение сигнализации, передаются данные, а после завершения передачи данных сигнальное соединение освобождается. Данные передаются блоками, которые называются блоками данных службы сети (NSDU) длиной до 256 байтов. Для более длинных сообщений данные сегментируются на блоки по 256 байтов в исходящем узле, после чего каждый блок может передаваться отдельно. Эти блоки затем собираются в узле назначения.

В классе 0 блоки данных службы сети NSDU поступают от передающей SCCP к приемной SCCP независимо друг от друга с использованием MTP. Поэтому блоки NSDU в узел назначения могут поступать не в той последовательности, в которой они были переданы, о чем уже упоминалось выше в этом параграфе.

Класс 1 также является услугой, не ориентированной на соединение. Он подобен классу 0, но включает механизм контроля последовательности блоков данных. Это позволяет исходящему узлу запрашивать доставку блоков NSDU в узел назначения в заданной последовательности. Порядок следования устанавливается подсистемой MTP в ответ на выбор подсистемой SCCP поля селекции звена сигнализации (SLS). Такая процедура работает при нормальных условиях; однако при возникновении отказов в сети отсутствие соединения может, тем не менее, привести к нарушению последовательности сообщений.

Классы 2 и 3 ориентированы на соединение. В классе 2 потоки NSDU могут передаваться в обоих направлениях в фазе передачи данных установления соединения. Для класса 3 возможности класса 2 дополняются путем введения услуги, гарантирующей прием сообщений в том же порядке, в каком они были переданы, даже при наличии отказов.

Пример [121] последовательности сообщений для услуг, ориентированных на соединение, показан на рис. 10.9. В этом примере функции верхнего уровня в узле А требуются связь с соответствующими функциями в узле Б. SCCP-А принимает запрос от функции верхнего уровня в узле А на установление соединения с SCCP-Б. SCCP-А анализирует адреса вызываемой стороны (т.е. адреса SCCP-Б). В результате этого анализа должно устанавливаться соединение сигнализации по соответствующему звену к узлу Б через MTP. Для этого через MTP к SCCP-Б передается

сообщение запроса соединения CR. При приеме этого сообщения CR в узле Б МТР доставляет его к SCCP-Б. Анализируя адрес вызываемой стороны, SCCP-Б определяет, что сообщение CR достигло своего пункта назначения, а также необходимость установления соединения. В сторону SCCP-А передается сообщение подтверждения соединения CC.

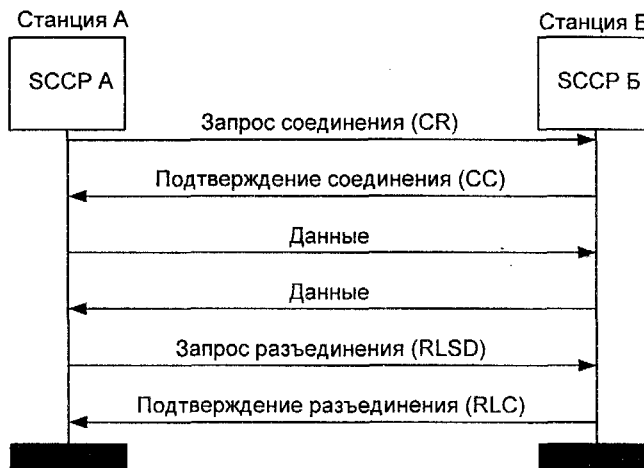


Рис. 10.9. Пример последовательности сообщений: услуга, ориентированная на соединение

Когда произведен обмен сообщениями CR и CC, устанавливается соединение сигнализации и производится передача данных. После окончания передачи данных SCCP-А или SCCP-Б могут инициировать процедуру освобождения путем передачи сообщения запроса разъединения RLSD. Прием сообщения RLSD узлом подтверждается сообщением подтверждения разъединения RLC.

Во время установления соединения (рис. 10.10) присваиваются местные условные номера источника и назначения. Местный условный номер источника выбирается каждой SCCP-А из пула номеров, а местный условный номер назначения выбирается подсистемой SCCP-Б. Комбинация этих местных условных номеров затем действует как справочный номер для однозначной идентификации соединения SCCP. Местные условные номера являются обязательными полями в сообщениях SCCP. После освобождения соединения местные условные номера возвращаются в общий пул на каждом узле и могут использоваться снова для другого соединения.

Класс протокола может быть назначен во время установления соединения. Исходящая функция высшего уровня выбирает предпочтительный класс протокола, и он включается в сообщение CR, передаваемое подсистемой SCCP-А. SCCP-Б может изменить текущий класс протокола на класс

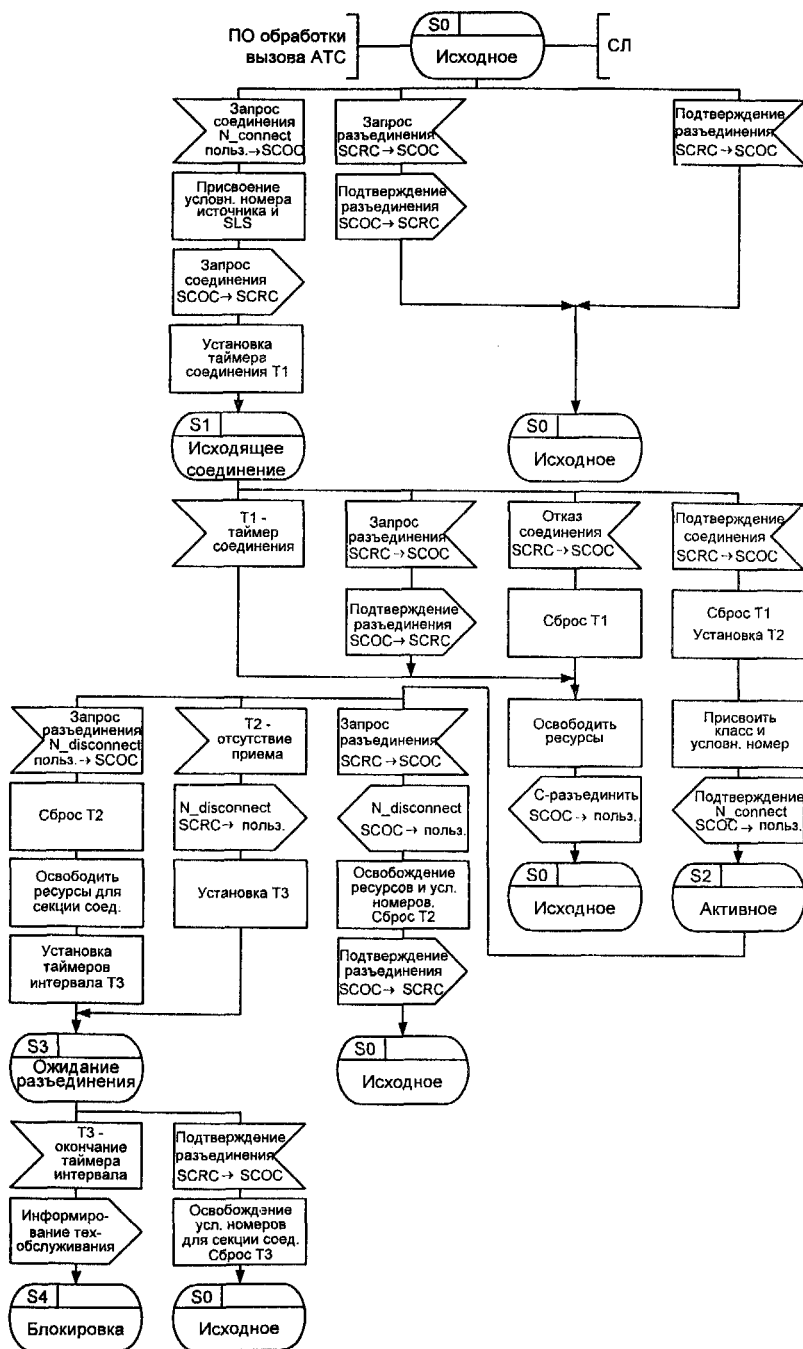


Рис. 10.10. Упрощенная SDL-диаграмма процедуры SCOC установления соединения SCCP процесса OTLOC обработки исходящего вызова

с меньшими ограничениями (например, перевести из класса 3 в класс 2) путем маркировки поля в сообщении CR состоянием, для которого узел Б разрешает только класс 2. Это может понадобиться, если, например, класс 3 недоступен в узле Б.

Если узлы А и Б не имеют прямого звена сигнализации и для установления соединения нужно привлекать третий узел, как показано на рис. 10.11, то SCCP-A анализирует адрес вызываемой стороны и, определив отсутствие прямого звена сигнализации с SCCP-Б, передает сообщение CR в промежуточный SCCP-В. Получив сообщение CR, SCCP-В анализирует адрес вызываемой стороны и определяет, что сообщение предназначено для SCCP-Б. Поскольку SCCP-В имеет прямое звено сигнализации с SCCP-Б, она передает сообщение CR к SCCP-Б. В свою очередь, SCCP-Б возвращает сообщение CC к SCCP-А через SCCP-В. В данном контексте SCCP-В будет считаться пунктом переприема, поскольку его роль состоит в переприеме сообщений между SCCP-А и SCCP-Б.

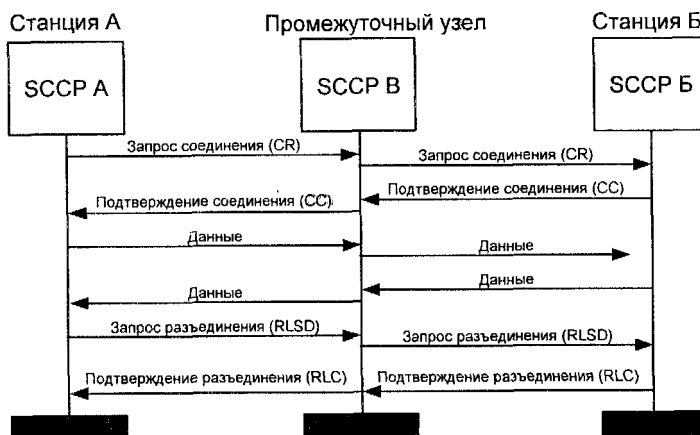


Рис. 10.11. Пример последовательности сообщений: услуга, ориентированная на соединение, с промежуточным узлом

SCCP дает ОКС7 возможность организовать интерфейс по модели OSI между уровнями 3 и 4 и с его помощью предложить сетевые услуги для ряда функций высшего уровня. В более далекой перспективе комбинацию MTP и SCCP можно использовать для обеспечения возможности передачи для ряда протоколов высших уровней, соответствующих 7-уровневой модели OSI, безотносительно к тому, специфицированы ли протоколы как часть ОКС7 или нет, позволяя тем самым операторам сети оптимизировать технические решения в соответствии с конкретными условиями и обеспечивая тем самым большую гибкость в применении различных протоколов.

#### 10. 4. ПОДСИСТЕМА ISUP

Хотя рассмотренные в двух предыдущих разделах подсистемы МТР и SССР обеспечивают весьма мощный механизм передачи, включая возможность динамической маршрутизации, они не могут интерпретировать значения передаваемых сообщений уровня 4. Определяет значение передаваемых сообщений и назначает порядок их передачи, а также взаимодействует с программным обеспечением обслуживания вызовов на станции одна из подсистем пользователя. Для управления установлением соединения и освобождением разговорного тракта, в частности, специфицированы несколько подсистем пользователя ОКС7, в частности, подсистема пользователя телефонной связи (TUP), подсистема пользователя ISDN (ISUP).

Подсистема телефонного пользователя TUP была разработана для управления установлением и разъединением телефонных соединений и являлась европейской версией ОКС7, в то время как на североамериканском континенте гораздо раньше начала внедряться другая подсистема -ISUP. В дополнение к управлению основными телефонными услугами TUP определяет процедуры и форматы для дополнительных услуг. Однако, в силу самой природы ISDN, дополнительные услуги, определенные в ISUP, являются более мощными и используют более современные решения, чем те, которые определены для TUP.

Подсистема пользователя данных DUP была определена на ранней стадии разработки ОКС7 для управления установлением и разъединением соединений передачи данных с коммутацией каналов. Распространение DUP весьма незначительно, и только немногие операторы сети реализовали выделенные сети передачи данных с коммутацией каналов. Требования к передаче данных сегодня удовлетворяются за счет ISUP, в результате чего широкое использование DUP в сетях электросвязи маловероятно.

По этим причинам TUP и DUP не рассматриваются в данной книге. Поскольку сети электросвязи развиваются в направлении ISDN, ISUP устранит необходимость в подсистемах TUP и DUP. ISUP содержит все функции TUP, но эти функции реализуются более гибко. Также обеспечивается одна из важнейших возможностей протоколов сигнализации, о которой немало говорилось в главе 1, - сигнализация из конца в конец, которая позволяет двум станциям обмениваться информацией без участия Промежуточных узлов, анализирующих сообщения.

Подсистема ISUP поддерживает два класса услуг: базовый и дополнительные виды обслуживания. Базовый класс услуг обеспечивает установление соединений для передачи речи и/или данных. Дополнительные виды обслуживания представляют собой все остальные, ориентирован-

ные на соединение услуги, связанные, иногда, с передачей сообщений уже после установления основного соединения.

Активно используя переменные и необязательные поля в структурах данных, ISUP является гораздо более гибкой и адаптируемой к изменениям подсистемой, чем TUP. В этом отношении используемые в ISUP принципы форматирования подобны принципам, описанным для SCCP в предыдущем разделе. В то же время SCCP по своей природе является не относящейся к разговорному каналу подсистемой и использует поэтому местный условный номер для идентификации конкретной транзакции, а ISUP поддерживает канальный подход идентификации транзакции. То есть 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.

Сообщения ISUP передаются в поле SIF значащих сигнальных единиц, как показано на рис. 10.12. Верхняя строка на этом рисунке идентична формату значащей сигнальной единицы MSU на рис. 10.2, который представляется полезным напомнить читателю. 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 и было показано на рис. 10.6. Код идентификации канала (CIC) 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 биты используются, когда необходимо определить, какому ИКМ-поток принадлежит данный речевой интервал.

Код типа сообщения состоит из поля в один байт и обязателен для всех сообщений. Этот код однозначно определяет функциональное назначение и общую структуру каждого сообщения ISUP.

Любое сообщение включает ряд параметров. Каждый параметр имеет название, которое кодируется одним байтом. Длина параметра может быть фиксированной или переменной. Как это имело место для SCCP, предусмотрены следующие три категории параметров: фиксированные, переменные, обязательные, необязательные.

Фиксированные обязательные параметры всегда включаются в сообщения данного типа и имеют фиксированную длину. Позиция, длина и порядок расположения параметров однозначно определяются типом сообщения, так что названия параметров и индикаторы длины не включаются в сообщение.

Переменные обязательные параметры всегда обязательны для данного типа сообщения и имеют переменную длину. Для обозначения нача-





ла каждого параметра используется специальный указатель. Указатель представляет собой байт, который можно использовать при обработке SIF для поиска конкретной порции информации. Это исключает необходимость анализировать все сообщение для поиска этой информации. Название каждого параметра подразумевается в типе сообщения, так что названия обязательных параметров не включаются в само сообщение.

Необязательные параметры могут присутствовать или отсутствовать в конкретном типе сообщения. Каждый необязательный параметр содержит название (один байт) и индикатор длины (один байт) перед содержимым параметра.

Пример формата сообщения ISUP из рекомендации ITU-T Q.763 приведен на рис. 10.13.

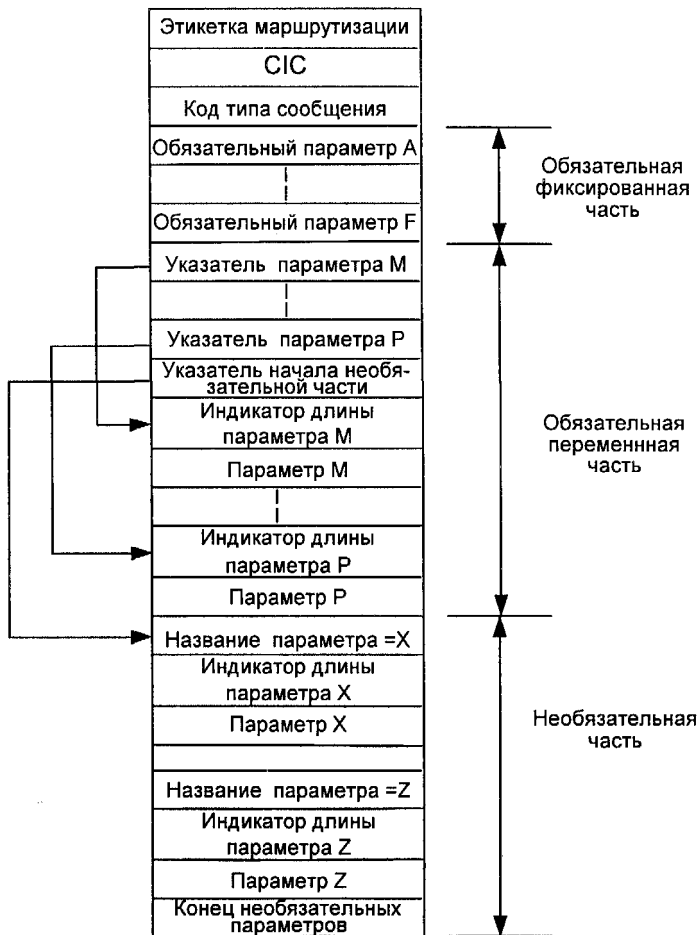


Рис. 10.13. Структура параметров в ISUP

Для ISUP специфицированы ряд типов сообщений и параметров. Примерами таких типов сообщений являются:

- начальное адресное сообщение (IAM),
- запрос информации (INR),
- сообщение о принятии полного адреса (ACM),
- сообщение ответа (ANM),
- подтверждение выполнения модификации соединения (CMC),
- отказ модифицировать соединение (RCM),
- блокировка (BLO),
- подтверждение блокировки (BLA),
- сообщение ответа от абонентского устройства с автоматическим ответом (например, терминал передачи данных) (CON),
- сообщение ответа (ANM),
- освобождение (REL),
- завершения освобождения (RLC) и др.

Для российской версии протокола ISUP введены некоторые дополнительные сообщения [44], которые должны быть упомянуты здесь, несмотря на отрицательное отношение автора книги к целесообразности их введения. Это дополнительное сообщение об отбое вызывающего абонента (CCL) для поддержки процедуры двустороннего отбоя с целью определения номера вызывающего абонента после отбоя при злонамеренном вызове. Введены также сообщение об оплате (CRG), которое передается в обратном направлении после сообщения ANM или CON с целью тарификации вызова, и сообщение посылки вызова (RNG), которое передается в начале каждой посылки вызова при входящем полуавтоматическом соединении (повторный вызов). Все эти ситуации достаточно подробно рассматривались в предыдущих главах.

Начальное адресное сообщение IAM является первым сообщением, которое должно передаваться при установлении соединения. Оно содержит адресные цифры (например, цифры, набранные абонентом для маршрутизации вызова). В результате его передачи происходит занятие канала станцией. Тип сообщения IAM кодируется 00000001. Формат IAM включает также указанные ниже параметры.

Фиксированный обязательный параметр длиной 1 байт определяет природу устанавливаемого соединения. Этот параметр характеризует статус устанавливаемого соединения, например, наличие или отсутствие эхограждителя, включение в соединение спутникового канала и т.п.

Другой фиксированный обязательный параметр длиной 2 байта характеризует прямое направление вызова и определяет возможности соединения, например, соединение из конца в конец или доступность ISUP по всему соединению.

Еще один фиксированный обязательный однобайтный параметр определяет категорию вызывающей стороны, т.е. является ли вызывающая сторона абонентом или оператором, включая указание языковой группы и т.п.

Последний фиксированный обязательный однобайтный параметр описывает требования к среде передачи, например, запрашивается канал 64 Кбит/с.

В адресном сообщении IAM имеется один обязательный переменный параметр длиной 4-11 байт, определяющий номер вызываемого абонента (например, набираемые цифры номера), а также необязательные параметры: номер вызывающего абонента длиной 4-12 байт и непосредственно информация «пользователь-пользователь» длиной 3-131 байт, позволяющая абонентам обмениваться данными в ходе процедуры установления соединения.

Сообщение о принятии полного адреса АСМ передается входящей станцией для индикации успешного получения достаточного количества цифр для маршрутизации вызова к вызываемому абоненту. Тип сообщения АСМ кодируется 00000110.

Общий формат АСМ включает также фиксированный обязательный параметр длиной 1 байт, определяющий статус устанавливаемого соединения точно так же, как это имело место для IAM (наличие или отсутствие эхоградителя, включение в соединение спутникового канала и т.п.).

Другой фиксированный обязательный параметр длиной 2 байта также аналогичен параметру в IAM, но характеризует обратное направление вызова, для которого и определяет возможности соединения, например, соединение из конца в конец или доступность ISUP по всему соединению.

Кроме этого, в АСМ могут включаться необязательные индикаторы вызова в обратном направлении длиной 3 байта и информация «пользователь - пользователь» длиной 3-131 байт, как описано для IAM.

Как видно из приведенных выше примеров, ISUP широко использует поля необязательных параметров, тем самым увеличивая гибкость предоставляемых операторами сети услуг. Однако такая гибкость, с другой стороны, увеличивает затраты на анализ сообщений в АТС. Например, рассмотренное выше сообщение IAM согласно спецификации ITU-T может содержать до 14 необязательных параметров и до 131 байта информации пользователь-пользователь. Такой размер некоторых сообщений ISUP может вызвать проблемы, если в одно сообщение одновременно включено слишком много необязательных полей. 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, даже с учетом вышеупомянутой «ложки дегтя в бочке с медом», которую всегда можно надлежащим образом учитывать, не злоупотребляя необязательными параметрами, метод форматирования ISUP является чрезвычайно гибким и обеспечивает реализацию как уже сформулированных, так и перспективных требований.

Рис. 10.14 иллюстрирует процедуру установления и разъединения базового соединения. При приеме запроса установления соединения от вызывающего абонента исходящая АТС А анализирует информацию о маршруте и формирует начальное адресное сообщение IAM. Анализ номера вызываемого абонента позволяет исходящей АТС А определить направление маршрутизации вызова. В приведенном на рис. 10.14 примере вызов направляется к транзитной АТС В. Информация в фиксированном обязательном параметре IAM указывает на тип требуемого вызывающим абонентом соединения - соединение 64 Кбит/с. Эта информация посылается к транзитной АТС В, в результате чего соответствующий разговорный тракт проключается в обратном направлении к вызывающему абоненту.

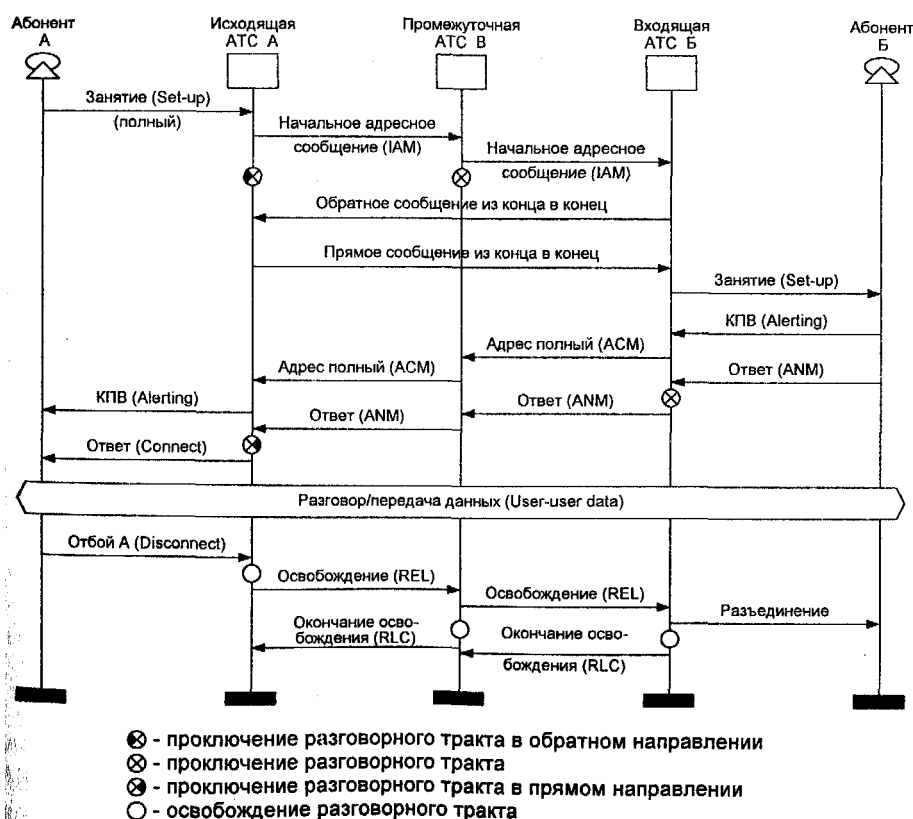


Рис. 10.14. Установление и разъединение базового соединения в ISUP

Проклочение тракта только в обратном направлении на этой стадии позволяет вызывающей стороне слышать тональные сигналы, посылаемые сетью, но препятствует передаче информации от вызывающей стороны в разговорный тракт. Если используется блочный режим, все адресные цифры, необходимые для маршрутизации вызова к вызываемому абоненту, включаются в сообщение IAM. Если используется режим «овер-лэп» (overlap), IAM посылается тогда, когда приняты только необходимые для маршрутизации к транзитной АТС В цифры, а другие адресные цифры передаются через сеть в последующих адресных сообщениях.

Транзитная АТС В принимает IAM и анализирует содержащуюся в сообщении информацию. Анализ цифр номера вызываемого абонента на транзитной АТС В определяет дальнейший маршрут к входящей АТС Б. Анализ остальной информации, содержащейся в IAM, определяет выбор соответствующего разговорного тракта, например, канал 64 Кбит/с. Далее IAM передается к АТС Б, от которой также проклочается разговорный тракт.

При поступлении сообщения IAM во входящую АТС Б производится анализ номера вызываемого абонента и того, требуется ли добавочная информация от исходящей АТС А перед подключением к вызываемому абоненту. Если требуется добавочная информация, то на исходящую АТС А направляется сообщение из конца в конец, в котором формулируется это требование. Заметим, что транзитной АТС В не нужно анализировать это сообщение из конца в конец, так как для такого сообщения имеет место прозрачная передача. Исходящая АТС предоставляет соответствующую информацию, посылая ответное сообщение из конца в конец.

После приема необходимой информации входящей АТС Б вызываемый абонент информируется о входящем вызове, а от входящей АТС Б к транзитной АТС В посылается сообщение АСМ о принятии полного адреса. Сообщение АСМ о принятии полного адреса затем передается к исходящей АТС А. Прием сообщения о принятии полного адреса на любой станции, участвующей в установлении соединения, указывает на успешную маршрутизацию вызова к абоненту Б и позволяет удалить из памяти маршрутную информацию, связанную с соединением.

Когда вызываемый абонент отвечает на вызов, входящая АТС Б проклочает разговорный тракт и передает сообщение об ответе на транзитную АТС В, которая, в свою очередь, пересылает сообщение ответа на исходящую АТС А. При приеме сообщения ответа исходящая АТС проклочает разговорный тракт в прямом направлении. Таким образом, устанавливается соединение вызывающего и вызываемого абонентов, начинается тарификация вызова и осуществляется разговор или передача данных.

В отличие от TUP, как вызывающий, так и вызываемый абоненты могут инициировать немедленное разъединение соединения, т.е. ISUP использует метод одностороннего отбоя. На рис. 10.14 вызывающий абонент А первым направляет сигнал разъединения к исходящей АТС А. Исходящая АТС начинает разъединение соединения и передает сообщение об освобождении REL на транзитную станцию В, которая передает сообщение освобождения входящей АТС Б и начинает освобождение разговорного тракта. После освобождения разговорного тракта и готовности к обслуживанию нового вызова транзитная АТС В посылает сообщение об окончании освобождения RLC на исходящую АТС А. Точно так же при приеме сообщения освобождения REL выполняется разъединение разговорного тракта на входящей АТС Б.

Следует заметить, что описанный выше принцип организации процедуры разъединения, гарантирующий максимально оперативное разъединение соединения по желанию любого из абонентов, увеличивает скорость обработки вызова в сети и отличается от организации разъединения не только в TUP, но и в ранних версиях ISUP.

Первоначальные спецификации ISUP определяли тройную последовательность передачи сообщений разъединения: сообщение освобождения (REL - release), запрос разъединения (RLSD - released) и окончание освобождения (RLC - release complete). Эта процедура была заменена процедурой, описанной выше и максимально унифицированной с процедурами разъединения SCCP.

Подсистема ISUP поддерживает целый ряд дополнительных возможностей для телефонных услуг и услуг передачи данных, которые не обеспечивает TUP. Некоторые из таких дополнительных возможностей реализуются в российской АТСЦ-90 и приводятся в табл. 10.2 в качестве примера.

Принципиальное отличие услуг идентификации номера вызывающего абонента в табл. 10.2 от процедуры АОН, описанной в главе 8, заключается в указанных в таблице режимах управления включением и выключением идентификации номера абонента.

Автоматическая входящая связь (DDI) дает возможность установить связь с абонентом учрежденческой автоматической телефонной станции (УАТС) без вмешательства оператора УАТС. В ISUP определены процедуры для обеспечения DDI как для аналоговой, так и для цифровой УАТС.

Основные процедуры переадресации вызова сходны с услугой переадресации вызова в TUP. Однако организация переадресации вызовов в ISUP может инициироваться в трех различных режимах: при занятости Призываемого абонента (1), когда нет ответа от вызываемого абонента в

течение определенного времени (2) и для всех вызовов без дополнительных условий (3).

Таблица 10.2. Некоторые дополнительные услуги ISUP

Q.731 DDI - Прямой набор CLIP - Представление номера вызывающего абонента CLIR - Запрет представления номера вызывающего абонента COLP - Представление номера вызываемого абонента COLR - Запрет представления номера вызываемого абонента MCID - Идентификация злонамеренного вызова SUB - Дополнительная адресация
Q.732 CPB - Переадресация при занятости абонента Б CFNR - Переадресация при отсутствии ответа абонента Б CFU - Переадресация без дополнительных условий CD - Отклонение вызова
Q.733 CW - Извещение об ожидающем входящем вызове CH - Прерывание и возобновление того же самого вызова TP - Переносимость терминала
Q.734 CONF - Конференц-связь ЗРТУ - Связь трех участников
Q.735 CUG - Замкнутая группа пользователей MLPP - Приоритетное обслуживание
Q.737 UUS - Сигнализация "пользователь - пользователь"

Услуга CH - прерывание соединения с последующим его возобновлением - предоставляет возможность вызывающему и вызываемому абонентам прервать соединение во время разговора.

Услуга TP 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 посылки 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 содержать параметры, указывающие, что требуется соединение передачи данных, в результате чего эхоаградители не были подключены. Если во время соединения появилась необходимость перехода на режим разговора, могут потребоваться эхоаградители. Процедура модификации во время соединения позволяет подключать эхоаградители 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 SMS, подтверждая таким образом то, что может начинаться режим разговора.

Сигнализация «пользователь-пользователь» позволяет передавать данные между вызывающим и вызываемым абонентами через сеть сигнализации. Как будет показано ниже в этом же разделе, для сигнализации «из конца в конец» узлы в сети не анализируют данные «пользователь-пользователь». 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». При первом виде обслуживания информация «пользователь-пользователь» включается в начальное адресное сообщение (IAM), сообщение о принятии полного адреса (ACM), сообщение ответа (ANM) и разъединения (REL). При втором виде обслуживания происходит обмен информацией «пользователь-пользователь» во время установления соединения, между сообщением о принятии полного адреса и сообщением ответа. При третьем виде обслуживания 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 ОКС7. В реальных условиях некоторые АТС работают с более ранней версией ОКС7, 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 соединение на другую станцию, которая поддерживает улучшенную версию ISUP; и, наконец, информировать вызывающего абонента, что новая услуга еще не доступна на запрошенном маршруте.

Аналогичные процедуры определены, если на АТС Б принимаются нераспознаваемые параметры или значения параметров. Если возможно продолжить установление соединения без нераспознаваемой информации, АТС Б обрабатывает соединение. Если невозможно продолжить соединение без этой информации, выполняются процедуры разъединения.

В примере на рис. 10.14 были показаны сообщения типа «из конца в конец», заслуживающие краткого комментария. Сигнализация «из конца в конец» позволяет станциям передавать и принимать сигнальную информацию без ее анализа промежуточными АТС (например, междугородной АТС). Сигнализация «из конца в конец» 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 междугородные АТС, но междугородные АТС 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 SCCP.

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 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 SССР сигнализации «из конца в конец» для передачи сигнальной информации используется подсистема SССР. Также имеются два метода передачи информации: режим, не ориентированный на соединение, и режим, ориентированный на соединение.

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

При ориентированном на соединение методе в сообщении ISUP вставляется запрос соединения 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 SССР, которая затем уже непосредственно отвечает подсистеме SССР исходящей АТС сообщением подтверждения соединения СС. Затем осуществляется передача данных с использованием стандартных процедур SССР.

Описанный выше метод сигнализации «из конца в конец» предоставляет возможность устанавливать логические соединения для обмена сигнальной информацией между конечными 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.

По аналогии с предыдущим разделом подведем некоторые итоги данного раздела, посвященного подсистеме ISUP.

ISUP имеет более гибкую технологию форматирования, чем TUP, причем эта гибкость обеспечивается введением полей переменной длины и необязательных полей. Технология форматирования для ISUP аналогична той, которая используется для SCCP. Поле сигнальной информации ISUP включает в себя этикетку маршрутизации, код идентификации канала, тип и параметры сообщения. Тип сообщения длиной в один байт однозначно определяет функции сообщения. Параметры могут быть обязательными фиксированной длины, обязательными переменной длины и необязательными.

Процедуры для установления базового соединения аналогичны тем, которые применяются для TUP. Кроме того, ISUP позволяет использовать сигнализацию «из конца в конец» в фазе установления соединения, которая, в свою очередь, может использовать метод прохождения по сети с привлечением генерируемых для соединения данных маршрутизации или метод SCCP. Процедуры разъединения для ISUP используют сообщения освобождения (release) и окончание освобождения (release complete). Процедуры разъединения для ISUP являются более быстрыми, чем для TUP, и они могут инициироваться как вызывающим, так и вызываемым абонентами.

ISUP поддерживает дополнительные функциональные возможности для использования в ISDN, включая процедуру прерывания соединения с последующим возобновлением, которая позволяет вызывающему и вызываемому абонентам временно прервать соединение, и процедуру модификации вызова во время соединения. Также обеспечиваются дополнительные возможности, позволяющие взаимодействовать различным версиям ISUP.

ISUP обеспечивает больший диапазон дополнительных услуг по сравнению с TUP - средства реализации дополнительных услуг являются более гибкими; обеспечивается более широкий спектр абонентских услуг. ISUP обеспечивает возможность сигнализации «пользователь-пользователь», в рамках которой абоненты могут обмениваться данными по каналу сигнализации без анализа этих данных сетью.

### **10.5. ПОДСИСТЕМА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРАНЗАКЦИЙ TCAP**

Подсистема TCAP - это протокол, который вместе с соответствующими услугами сетевого уровня (SCCP и MTP) обеспечивает передачу через сеть информации, не относящейся к каналу.

Одно из применений TCAP заключается в предоставлении механизма доступа удаленной АТС для инициализации услуги внутри другой АТС. Примером такого использования TCAP является реализация услуги автоматического ответного вызова при занятости вызываемого абонента. Если

абонент А набирает номер абонента Б, который в настоящее время занят другим разговором, то абонент А может набрать код услуги и повесить трубку. Когда вызываемый абонент Б освобождается от первого разговора и становится доступным для нового вызова, АТС абонента Б информирует об этом АТС абонента А с помощью посылки сообщения ТСАР. АТС абонента А посылает вызывной сигнал вызываемому абоненту. После того, как он снимает трубку, осуществляется обычная процедура установления соединения с АТС абонента Б самим абонентом Б. В этом примере имеет место механизм посылки сообщений от АТС Б к АТС А, не связанный с конкретным установлением соединения,

В общем виде вариантами применения ТСАР являются ситуации, когда установление основного соединения наряду с сигнальным соединением невозможно или не требуется (например, при организации доступа к сетевым базам данных, при регистрации местонахождения абонента для связи с подвижными объектами, при обеспечении некоторых дополнительных услуг, при реализации функций эксплуатации, техобслуживания и управления сетью и др.).

Поясним эти ситуации. В ряде случаев для хранения определенной информации сети может быть использована база данных, хранящаяся в каком-либо выделенном узле сети. Действительно, если данная информация маршрутизации относится только к одному виду службы, то ее хранение в нескольких станциях сети вряд ли целесообразно. Когда требуется получить доступ к информации маршрутизации, между станцией и базой данных происходит обмен информацией, не относящейся к каналу. Этот обмен и обеспечивается подсистемой ТСАР.

Еще одно упомянутое выше использование ТСАР связано с необходимостью для различных видов служб наземной подвижной связи иметь информацию о местонахождении подвижного объекта и будет рассмотрено в параграфе 10.7.

Дополнительные услуги могут использовать ТСАР для обеспечения передачи информации, не относящейся к каналу. Например, может быть организована услуга вызова с априорным определением состояния вызываемого абонента. При реализации данной услуги исходящая АТС посылает не относящееся к каналу сообщение к входящей АТС для проверки, свободен или нет вызываемый абонент. Если вызываемый абонент свободен, исходящая станция начинает установление разговорного тракта через сеть. Если вызываемый абонент занят, исходящая АТС может отменить попытку установления соединения. С помощью такой услуги за счет установления только тех соединений, для которых вызываемый абонент свободен, использование коммутационного оборудования сети связи может оказаться более эффективным.

Используется TCAP и для развития инфраструктуры эксплуатации, техобслуживания и управления сетью. Эти функции, как правило, требуют передачи большого объема не относящейся к каналу информации между узлами. Подсистема эксплуатации и технического обслуживания (ОМАР) рассматривается в параграфе 10.9.

Применения TCAP могут разделяться на те, которые требуют ответов в реальном масштабе времени, и те, которые не требуют оперативных ответов. Например, если какой-то АТС требуется получить доступ к сетевой базе данных для получения специализированной информации маршрутизации во время установления соединения, то реальный масштаб времени необходим. Причем существенна каждая миллисекунда, т.к. время передачи информации в TCAP прибавляется ко времени ожидания ответа после набора номера вызывающим абонентом. С другой стороны, для применений в реальном масштабе времени обычно предусматривается передача небольшого количества данных. Например, базе данных передается номер вызываемого абонента, а от базы данных возвращается информация о маршрутизации. Все это требует небольшого объема данных.

В применениях TCAP вне реального масштаба времени скорость передачи информации не является критическим фактором. Например, если требуется передача большого объема статистических данных от АТС к центру технической эксплуатации (ЦТЭ), то время передачи в секундах (или даже в минутах) не является критическим. Более важным в данном случае является надежность передачи информации.

Во всех известных сегодня вариантах применения TCAP непосредственно пользуется услугами SCCP; а транспортный, сеансовый и представительский уровни модели OSI отсутствуют.

Протокол TCAP состоит из двух подуровней: нижнего - подуровня транзакции (TSL) и верхнего - компонентного подуровня (CSL).

Подуровень транзакции управляет установлением и разъединением соединений и определяет три типа сообщения: начало, продолжение и конец. Сообщение начала инициирует транзакцию, а сообщение продолжения используется во время транзакции.

Подуровень компоненты управляет действиями на удаленном узле и возвращением результатов таких действий. С этой целью осуществляется обмен между соответствующими подуровнями двух узлов путем посылки и приема компонент. Компонента состоит из запроса выполнения операции или ответа на запрос. Например, если станция А приняла номер телефона от вызывающего абонента, который необходимо преобразовать в специализированные данные маршрутизации с помощью базы данных сети, то эта станция посылает компоненту базе данных, запрашивая выполнение преобразования номера. Параметр компоненты содержит

этот номер телефона. По завершении преобразования в базе данных компонента возвращается на станцию А в качестве ответа на запрос. Ответ может быть успешным (в этом случае может посылаться компонента возвращения результата) или неуспешным (в этом случае посылается компонента возвращения ошибки). Компонента ответа содержит параметр, включающий в себя информацию маршрутизации.

Операции, запрашиваемые подуровнем компоненты, можно разделить на четыре категории, называемые классами, в соответствии с уровнем ответа, ожидаемого по завершении операции.

К классу 1 относятся операции, для которых как успешный, так и ошибочный результаты их выполнения сообщаются узлу, который инициировал запрос выполнения операции. Примером такого рода операции является случай, когда АТС запрашивает удаленную базу данных преобразовать телефонный номер в данные маршрутизации. В данном случае база данных обязана послать обратно на АТС сообщение либо об успешном завершении операции с указанием пересчитанного номера в качестве результата, либо о неудачном завершении операции с указанием причины отказа.

Для класса 2 сообщается только об отказах при завершении операции. Эта категория может использоваться, когда, например, необходимо проведение тестирования какой-то функции, и ответ нужен только при наличии неисправности, препятствующей завершению теста.

Операции класса 3 используются, когда необходимо сообщить только об успешных результатах. Они могут использоваться в том случае, когда сбой подозревается и вероятным исходом операции является отказ. Считается, что операция была неуспешна, если не было получено сообщения об успешном результате.

В случае, когда ни об успешном завершении, ни об отказе не надо сообщать, операция относится к классу 4. Например, если узел желает послать предупреждение о некоем событии нескольким другим узлам, то ответ или подтверждение не требуется.

Сообщения ТСАР состоят из элементов информации, каждый из которых состоит из трех полей, располагаемых в фиксированном порядке и аналогичных структуре «название, длина и информация», описанной для SCCP и ISUP в двух разделах 10.3 и 10.4. В рекомендациях ITU-T для ТСАР эти же поля называются тег, длина и содержимое (рис. 10.15).

Тег идентифицирует тип посылаемого информационного элемента и влияет на значение поля содержимого. Тег занимает 1 байт и кодируется следующим образом: значение класса занимает 2 бита, форма - 1 бит, а код тега занимает 5 бит.

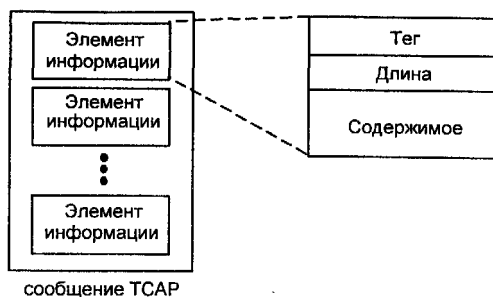


Рис. 10.15. Структура элемента информации

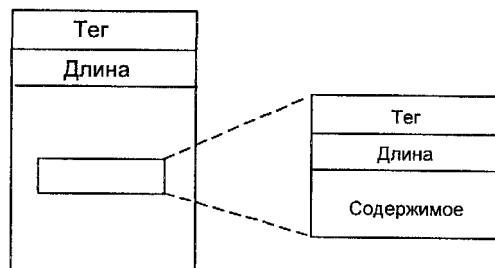


Рис. 10.16. Элемент информации конструктора

Класс тега может принимать следующие значения: 00 - универсальный, 01 - прикладной, 10 - контекстно-зависимый, 11 - частное использование. Универсальный тег 00 соответствует рекомендации X.208 и используется, например, для X.400. Прикладной тег 01 используется в рамках ОКС7. Если значение класса равно 10, то это подразумевает контекстно-зависимый класс, где одни и те же компоненты в различных сообщениях могут быть интерпретированы по-разному, в зависимости от их использования внутри данного сообщения. Контекстно-зависимый класс применяется, когда компоненты являются частью последовательности компонентов. Это называется конструктором, подразумевая, что каждая компонента строится с помощью другой компоненты (см. рис. 10.16 из рекомендации Q.733).

Такой рекурсивный подход позволяет осуществлять предельно гибкое форматирование TCAP при сохранении независимости от конкретных применений. Каждое применение может использовать элементы информации примитива или конструктора для построения простых или сложных сообщений, отвечающих требованиям этого применения. И, наконец, частный класс подразумевает, что данная компонента ориентирована на какой-либо национальный стандарт.

Форма представляет собой 1 бит, принимающий значение 0, если тег является примитивом, или значение 1, если тег представляет собой конструктор.

Код тега может занимать и большее число разрядов. Тогда он находится в следующем байте. Однако в подавляющем большинстве применений значение кода умещается в 5 разрядах в первом же байте.

Поле длины указывает размер поля содержимого.

Поле содержимого включает в себя информацию, передаваемую элементом. Поле содержимого состоит из серии информационных элементов порции транзакции (TRIEs), каждый из которых соответствует общему формату «тег, длина, содержимое». В случае, когда более чем один информационный элемент находится в поле содержимого, то и он использует ту же самую структуру и сам состоит из тега, длины и содержимого (рис.10.15).

Сообщение ТСАР состоит из двух частей. Первая часть, называемая порцией транзакций, содержит информацию, необходимую для идентификации природы транзакции. Эта часть транзакции является необходимым полем для всех сообщений ТСАР. Вторая часть рассматривается как компонентная часть и является элементом содержимого для различных применений. Содержимое может состоять и из единственной величины. В этом случае элемент информации называется примитивом, как уже упоминалось выше.

Один TRIE содержит компонентную часть и состоит из тега компонентной части, длины компонентной части и содержимого компонентной части. В расширенном варианте рекурсивного подхода содержимое компонентной части состоит из ряда элементов информации компоненты, в начале каждого из которых стоит тег типа компоненты и поле длины компоненты (рис. 10.17).

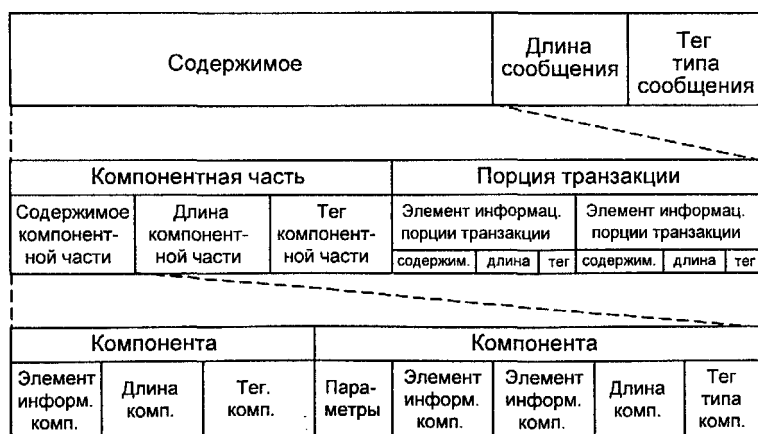


Рис. 10.17. Принцип организации формата сообщения ТСАР



Рассмотренный выше рекурсивный подход, используемый ТСАР, в котором поле содержимого одного элемента информации содержит тег, длину, содержимое других элементов информации, является важным отличием между методом форматирования ТСАР, требующим подхода, не зависящего от применения, и методом форматирования ISUP, по своей сути являющимся зависимым от применений.

Рекурсивное использование тега, длины, содержимого может увеличить служебную информацию сообщения. Например, в простых сообщениях некоторая часть информации, которая неявно присутствует в типе сообщения, должна быть выражена в явном виде для соответствия общей структуре сообщения. Тем не менее, этот метод является очень гибким, и это намного перевешивает недостатки подхода «тег, длина, содержимое» в применениях, не относящихся к каналу.

В подсистеме ТСАР имеется весьма ограниченный набор процедур, который подразделяется на процедуры подуровня компоненты и процедуры подуровня транзакции. Данный подход ограничения набора собственных процедур поддерживает независимость ТСАР от применений, а всевозможные дополнительные процедуры, которые необходимы для реализации различных прикладных услуг, специфицируются в соответствующих прикладных подсистемах (INAP, MAP, OMAP и др.).

Процедуры подуровня компоненты ТСАР иллюстрируются примером на рис. 10.18.

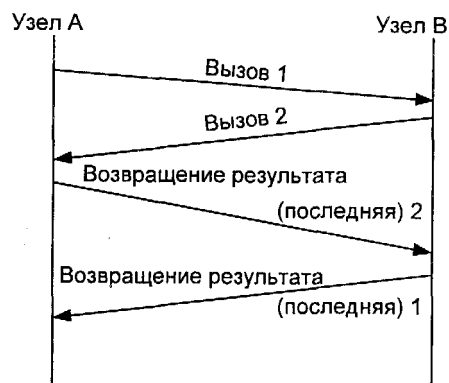


Рис. 10.18. Пример многократного вызова процедуры

На этом рисунке узел А посылает компоненту вызова (1) к узлу В, но узлу В требуется больше информации для начала обработки компоненты. Тогда узел В инициирует свою собственную компоненту вызова (2), запрашивая ответ от узла А в компоненте возвращения результата (2). Проанализировав результат, узел В отвечает на первичный вызов компонентой возвращения результата. Это происходит, когда узел А является стан-

цией, которой требуется трансляция телефонного номера в информацию маршрутизации из базы данных в узле Б. В данном случае базе данных требуется больше информации из узла А. Например для обеспечения соответствующей информации маршрутизации, может потребоваться номер вызывающего абонента. После поступления этой информации в базу данных первичный вызов может быть обработан, и информация маршрутизации поступает на станцию А в виде параметра в составе компоненты возвращения результата (последней).

Спецификации ТСАР включают ряд процедур для использования в стандартных условиях. В частности, если компонента вызова получена с синтаксической ошибкой, то в обратную сторону посылается компонента отказа с указанием причины неисправности.

Примером процедур подуровня транзакции в структурированном диалоге может являться следующая ситуация. Станция А инициирует начало структурированного диалога посылкой сообщения начала. Идентификатор исходящей транзакции (OTID), выбираемый станцией А и включаемый в сообщение начала, обозначен через X. Станция Б анализирует сообщение начала и соглашается установить диалог. Станция Б возвращает сообщение продолжения для подтверждения этого решения. Эта же станция выбирает OTID со значением Y для его включения в сообщение продолжения. Поле идентификатора входящей транзакции (DNID) содержит идентификатор X, соответствующий номеру, выбранному станцией А. Получив сообщение продолжения от АТС Б станция А анализирует информацию и посылает сообщение продолжения станции Б. В этом случае OTID имеет значение X, а DTID - значение Y. После приема и анализа сообщения продолжения от АТС А станция Б определяет, что диалог может быть завершен и возвращает сообщение конца. В сообщении конца отсутствует OTID, а DTID равен X.

В этом примере станция Б инициировала окончание диалога, но данную функцию так же могла бы выполнить и станция А. Случай, когда любая из двух АТС инициирует сообщение конца, называется базовым методом окончания диалога. Существует другой метод окончания диалога, называемый подготовленным. Обычное применение подготовленного конца - случай, когда станция нуждается в информации из базы данных, но не знает, какую базу данных запросить. В этом случае запрос циркулярно передается нескольким базам данных с ожиданием, что только одна из них ответит положительно. Чтобы избежать необходимости ожидания отрицательного ответа от всех баз данных, кроме одной, диалог считается законченным, если не получено положительного ответа. Диалог продолжается далее только между АТС и базой данных, ответившей положительно.

## 10. 6. ПОДСИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЕТИ INAP

Революционная концепция конструирования телекоммуникационных услуг, созданная в 1984 г. в Bell Laboratory и получившая наименование интеллектуальной сети (IN), строится также исключительно на базе системы общеканальной сигнализации ОКС7.

Действительно, согласно концепции IN для ввода новой телекоммуникационной услуги нужно не вносить изменения в уже существующие коммутационные узлы и станции, а построить новый узел, поддерживающий функции этой новой услуги, которая с помощью ОКС7 будет доступна всем абонентам этого нового и ранее установленных узлов.

Сетевые функции IN могут находиться в различных узлах: функции коммутации услуги SSF (Service Switching Function) будут сосредоточены в узле коммутации услуги SSP (Service Switching Point); функции управления услугой SCF (Service Control Function) сосредотачиваются в узле управления услугой SCP (Service Control Point); функции данных услуги SDF (Service Data Function) будут сосредоточены в узле данных услуги SDP (Service Data Point). Так как все эти функции и узлы могут быть разделены между собой как логически, так и физически, их взаимодействие осуществляется по специальному протоколу INAP.

Спецификации этого прикладного протокола интеллектуальной сети INAP приведены в рекомендации Q.1218. Российская национальная версия протокола INAP-R построена в соответствии со стандартом ETS 300 374-1: 1994 г. Европейского института стандартизации (ETSI). Именно из этого стандарта взят приведенный на рис. 10.19 пример взаимодействия двух географически разделенных функций INAP.

Имеются два основных варианта архитектуры INAP. Первый предназначен для множественного взаимодействия нескольких прикладных процессов со взаимной координацией, а второй вариант ориентирован на взаимодействие одного прикладного процесса с другим.

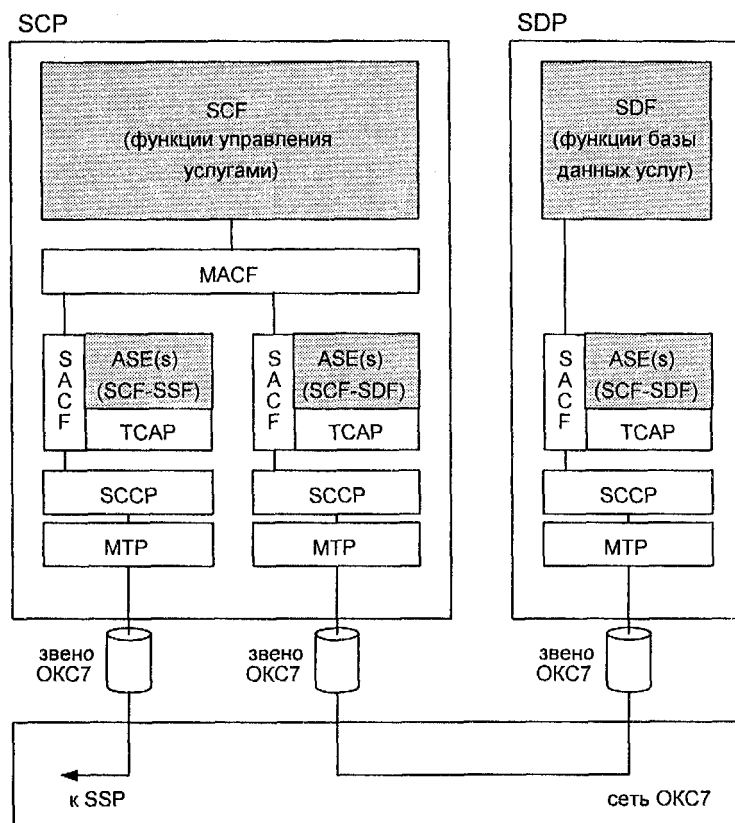
В случае единичного взаимодействия координационные функции при использовании прикладных элементов ASE выполняются функцией SACF на основании полученных примитивов. SAO представляет совокупность SACF с набором прикладных элементов ASE, которые используются при одиночном взаимодействии между парой физических элементов.

В случае множественного взаимодействия функция MACF выполняет координационные функции среди нескольких SAO, каждый из которых взаимодействует с SAO, находящимся в удаленном физическом узле.

В рекомендациях ITU-T и стандартах ETSI спецификации INAP приводятся на языке ASN. 1, рассмотренном в главе 2. INAP является пользовательским протоколом ROSE, о чем также упоминалось в главе 2.

INAP поддерживает любое распределение функциональных элементов по физическим узлам и рассчитан на возможность максимального распределения, т.е. один функциональный элемент в одном узле.

При использовании INAP в качестве интерфейса между географически разделенными функциональным элементом управления услугами SCF и функциональным элементом базы данных услуг SDF протокол INAP использует прикладную подсистему возможностей транзакций TCAP, которая, в свою очередь, использует услуги подсистемы управления соединениями сигнализации SCCP, не ориентированные на соединение, и подсистему передачи сообщений MTP, как это показано на рис. 10.19.



MACF - функция управления множественными связями, SACF - функция управления одиночной связью, ASE - прикладной элемент.

Рис. 10.19. Поддержка взаимодействия географически распределенных функций SCF и SDF протокола INAP

### 10.7. ПОДСИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ MAP И BSSAP СТАНДАРТА GSM

В параграфе 10.5 отмечалось использование подсистемы возможностей транзакций TCAP для обслуживания абонентов мобильной связи.

Для пользователей сотовых сетей связи подсистема TCAP обеспечивает, в частности, поддержку роуминга. Данный термин происходит от английского глагола to roam (бродить) и означает предоставление абонентам сотовой сети возможности пользоваться связью за пределами зоны действия конкретной операторской компании, обслуживающей этих абонентов.

Для организации такой услуги помимо необходимости существования в требуемых регионах сотовых систем, действующих в том же стандарте GSM и имеющих экономические соглашения с исходной операторской компанией, требуется постоянно обновлять сетевую базу данных для того, чтобы хранить в ней текущие местоположения абонентов сотовых сетей.

Одним из протоколов поддержки функционирования мобильных абонентов сотовой телефонной сети является прикладная подсистема Mobile Application Part (MAP). Эта подсистема, базирующаяся на протоколе TCAP, используется для передачи информации роуминга и другой сигнальной информации из одной сотовой сети в другую. Для понимания функций протокола MAP важно подчеркнуть, что он не только и не столько обеспечивает передачу информации между сотовыми системами, но и организует активацию тех или иных операций с удаленного конца, то есть активирует услуги в сотовой сети, которой принадлежит абонент А, с помощью определенных сообщений, поступающих из другой сотовой сети, а также сообщает в обратном направлении результат активации тех или иных услуг.

К основным процедурам MAP относятся регистрация местоположения абонента для сохранения возможности осуществления исходящих и приема входящих вызовов в пределах всей сети; перерегистрация и стирание предыдущей информации о местоположении абонента; дополнительные виды обслуживания; изменение абонентских данных как в HLR, так и в VLR; передача информации о тарификации и др.

Важной функцией MAP и TCAP является процедура хэнд-овера, обеспечивающая переключение вызова на более качественный радиоканал, управляемый как тем же, так и другим MSC, как это показано на рис. 10.20.

Сценарии и SDL-диаграммы процедур MAP читатель сможет найти в документе I-ETS 300 044 Европейского института по стандартизации в телекоммуникации ETSI, неоднократно упомянутого в книге.

Информация о местоположении абонента должна обновляться каждые несколько минут с помощью сообщений TCAP, передаваемых между мобильными коммутационными центрами для идентификации этого мобильного абонента. Для этого каждый абонент сотовой сети всегда должен быть включен в собственную базу данных, называемую HLR (home location register), которая сохраняет информацию о том, где находится тот

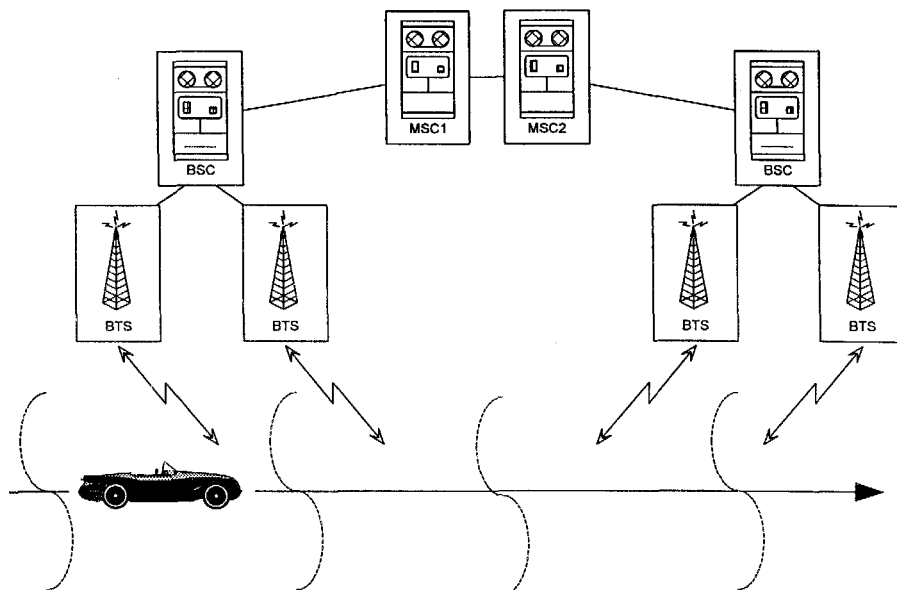


Рис. 10.20. Процедура хенд-овера между BTS и между MSC

или иной мобильный абонент. Эта запись обновляется каждые несколько минут.

Сигнализация ОКС7 используется для выполнения этого обновления, то есть для получения сообщения в базу данных HLR из базы данных VLR (visitor location register) коммутационного узла, в котором временно находится мобильный абонент. Когда вызываемому абоненту поступает входящий вызов, основной регистр HLR определяет, каким образом можно соединиться с абонентом в зависимости от его текущего местоположения. По мере перемещения абонента из одной зоны в другую содержимое основного регистра HLR постоянно обновляется с помощью сообщений ОКС7. Такой механизм позволяет мобильному абоненту абсолютно свободное передвижение в пределах всей сети без риска потерять входящие вызовы, как это показано на рис. 10.21.

Помимо TCAP и MTP протокол MAP также использует подсистему управления соединениями сигнализации SCCP, причем только не ориентированные на соединение классы услуг (классы 0 и 1).

Другая подсистема BSSAP представляет собой протокол для взаимосвязи станций центров коммутации MSC с контроллерами базовых станций BSC. На рис. 10.22 представлена структура BSSAP, состоящая из трех частей: прикладной части управления системой базовых станций BSSMAP (Base Station System Management Application Part), прикладной части для прямой передачи DTAP (Direct Transfer Application Part) и части с функцией разделения сообщений. BSSAP пользуется услугами MTP и SCCP обеих категорий: ориентированной и не ориентированной на соединение.

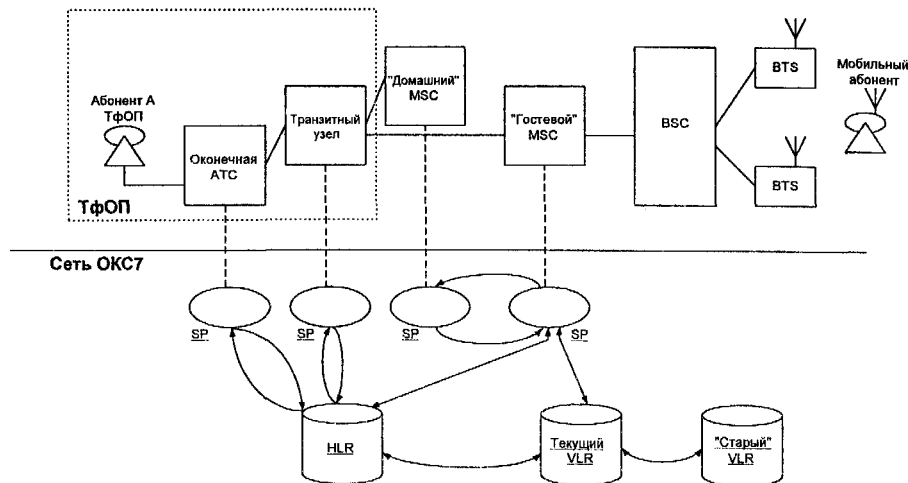


Рис. 10.21. Функционирование сети сигнализации ОКС7 для поддержки услуг мобильной связи

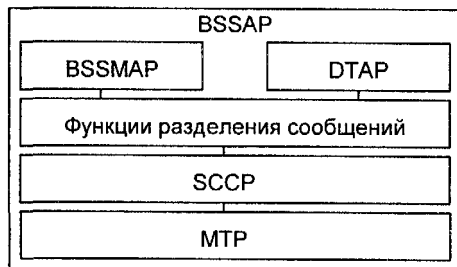


Рис. 10.22. Структура прикладной части BSSAP

### 10.8. ПОДСИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ MUP И HUP СТАНДАРТА NMT

Подсистема MUP ОКС7 предназначена для обеспечения связи при передвижении абонентов между центрами коммутации МТХ сотовых сетей связи стандарта NMT-450 или NMT-900, т.е. для обеспечения роуминга, уже рассмотренного в параграфе 10.7. MUP поддерживает сигнализацию «из конца в конец» между коммутационными узлами МТХ для обновления данных о местоположении подвижного абонента, регистрации и отмены дополнительных услуг, информации маршрутизации и др. Сигнализация MUP передается с помощью тех же сигнальных единиц MSU, структура которых приведена на рис. 10.23. Читателю рекомендуется сопоставить этот рисунок с рис. 10.2 и рис. 10.12 данной главы.

Номер транзакции всегда назначается иницирующей транзакцией МТХ и состоит из идентификатора МТХ (12 бит), четырех резервных бит и непосредственно уникального номера транзакции (16 бит).

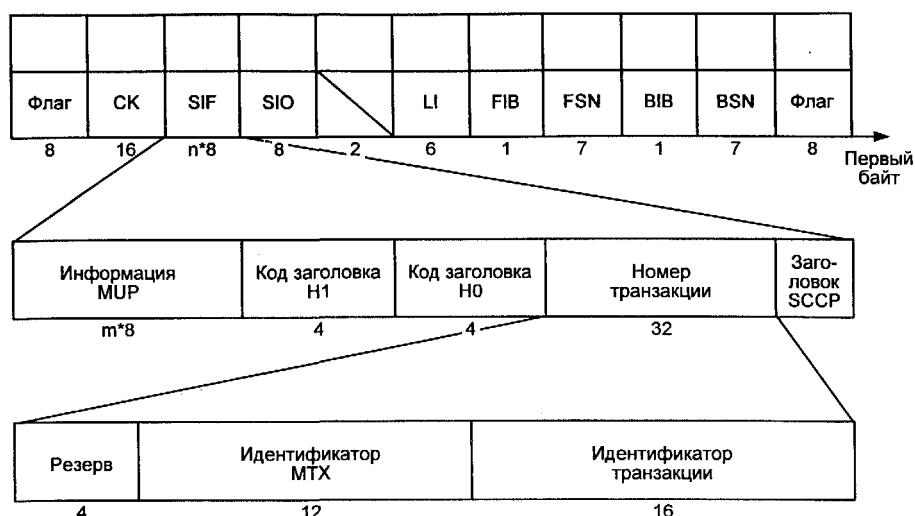


Рис. 10.23. Формат единицы сигнального сообщения

Код заголовка Н0 идентифицирует специфику группы сообщений, в то время как код заголовка Н1 определяет сообщение в группе.

Используются следующие коды заголовка Н0:

0001 - сообщения прямого направления о данных местоположения (LDF - location data forward messages);

0010 - сообщения прямого направления о категории/дополнительных услугах (CSF - category/supplementary services forward messages);

0011 - сообщения обратного направления о данных местоположения (LDB - location data backward messages);

0100 - сообщения обратного направления: категория/дополнительные услуги (CSB - category/supplementary services backward messages);

0101 - резерв;

0100 - сообщения управления и администрирования (MAM - management and administration messages);

ОНО - сигнальные сообщения роуминга (RSM - roaming signalling messages).

Подсистема MUP содержит следующие типы сообщений группы LGF о данных местоположения, передаваемых в прямом направлении, каждое из которых идентифицируется кодом заголовка Н1: сообщение обновления данных местоположения (LUM - location updating message) и сообщение отмены данных местоположения (LCM - location cancellation message).

MUP содержит следующие сообщения прямого направления группы CSF о данных категории/дополнительных услугах, каждое из которых кодируется определенным заголовком Н1: сообщение обновления кате-



тории/дополнительных услуг (CSU - category/supplementary services updating message); сообщение регистрации/отмены дополнительных услуг (SRM - supplementary services registration/cancellation message); сообщение регистрации/отмены предыдущих дополнительных услуг (PSR - pre-supplementary services registration/cancellation message).

В подсистеме MUP используются следующие типы сообщений из группы LBD, каждое из которых определяется следующим кодом заголовка HI: сообщение подтверждения обновления данных местоположения (LUA - location updating accepted message); сообщение отказа в обновлении данных местоположения (LUR - location updating rejected message) и сообщение подтверждения отмены данных местоположения (LCA - location cancellation accepted message).

MUP содержит следующие сообщения группы CSB, каждое из которых кодируется собственным заголовком HI: сообщение о доступных категориях/дополнительных услугах (CSA - category/supplementary services accepted message); сообщение регистрации дополнительных услуг/подтверждения отмены (SRA supplementary services registration/cancellation acknowledgement message); сообщение предварительной регистрации дополнительных услуг/подтверждения отмены (PSA - pre-supplementary services registration/cancellation acknowledgement message).

В MUP включены следующие два типа сообщений технического и административного управления, имеющие следующие коды заголовка HI: сообщение с информацией о рестарте (RES - restart information message) и сообщение подтверждения информации о рестарте (REA - restart information acknowledgement message).

Другая рассматриваемая в этом параграфе подсистема пользователя HUP протокола ОКС7 предназначена для сигнализации при передаче соединения (хенд-овер) между обслуживающими вызов телефонными станциями подвижной связи (MTX) стандарта NMT-450L. Сигнализация HUP осуществляется только между MTX, непосредственно соединенными прямыми телефонными каналами для передачи речи.

Функции HUP охватывают случаи сигнализации из «конца в конец» между MTX для следующих основных ситуаций: межузловое обновление данных (сигнализация, не связанная с телефонным соединением) и межузловой хенд-овер (сигнализация, связанная с конкретным соединением).

Сигнализация HUP передается через сеть посредством значащих сигнальных единиц. Для сообщений о проведении хенд-овера в поле служебной информации (SIF) этих сигнальных единиц используется стандартная этикетка, которая имеет длину 40 бит и размещена в начале поля служебной информации. Структура этикетки следующая:

СІС Телефонный канал, используемый для установления соединения (12 бит)	ОРС Код пункта источника сигнального сообщения (14 бит)	ОРС Код пункта назначения сигнального сообщения (14 бит)
---	--	---

Рис. 10.24. Структура этикетки НУР

Для сообщений о проведении измерений этикетка также имеет длину 40 бит и размещена в начале поля служебной информации. Структура этикетки аналогична рис. 10.24 и также содержит код пункта назначения DPC сигнального сообщения (14 бит) и код пункта источника сигнального сообщения ОРС (14 бит). Вместо СІС в этикетке НУР размещается код логического канала LOC, который однозначно указывает логический канал, предназначенный для проведения одного из многих диалогов НУР, и также имеет длину 12 бит.

Код логического канала определяет логический канал, относящийся к определенному порядковому номеру диалога и придаваемый прямому сигнальному сообщению исходящим МТХ. Для обратного сигнала, относящегося к этому же диалогу, используется тот же код LOC. Четыре наименее значащих бита в LOC используются для идентификации одной (среди нескольких) сигнальных линий, связывающих исходящий пункт и пункт назначения.

### 10.9. ПОДСИСТЕМА ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОМАР

Как уже отмечалось ранее в данной главе, пользователем ТСАР является подсистема эксплуатации и техобслуживания (ОМАР). ОМАР позволяет персоналу техобслуживания и эксплуатации контролировать и управлять оборудованием, связанным с сетью сигнализации ОКС7. Таким образом, эксплуатационный персонал может управлять сетью сигнализации из центра технической эксплуатации с помощью протокола, обеспечивающего средства обмена со всеми другими узлами сети. ТСАР же используется для обеспечения передачи информации, не относящейся к каналу, между пунктом управления и узлом (узлами), задействованным для обеспечения функций технического обслуживания и эксплуатации.

К обеспечиваемым ОМАР функциям относятся следующие: управление данными маршрутизации, аттестационные испытания канала, проверочное тестирование маршрутизации МТР и выдача данных об измерениях. Многие элементы ОМАР находятся еще в стадии специфицирования, например, некоторые типы форматов сообщений.

К числу относительно полностью специфицированных функций следует отнести управление данными маршрутизации. Каждый пункт сигнализации в сети хранит данные маршрутизации, используемые для пе-

передачи сообщения от одного узла другому. Для эффективной работы сети сигнализации в целом важно, чтобы эксплуатационный персонал мог дистанционно наблюдать и управлять такими данными. В ОМАР специфицированы процедуры для добавления, изменения или удаления данных маршрутизации, хранящихся в удаленных пунктах сигнализации. Также определены процедуры для проверки достоверности таблиц маршрутизации (MTP, SCCP) и кодов исходных точек (MRVT, OMASE). Все эти процедуры базируются на подсистеме TCAP.

В качестве примера рассмотрим тестирование достоверности маршрутизации MTP (MTP Routing Verification Test - MRVT), базирующееся на рекомендациях Q.753 и Q.754 Белой книги ITU-T. Каждая станция в сети сигнализации ОКС7 хранит данные, используемые MTP для передачи сообщений. Эти данные могут быть сложными, особенно если используется несколько транзитных пунктов сигнализации. Цель MRVT заключается в обеспечении согласованности данных по всей сети. Так, тестом проверяется, чтобы сообщения никогда не передавались по петле, чтобы при возможности посылки сообщения одним пунктом сигнализации другому имелась бы также и обратная маршрутизация. MRVT также определяет слишком длинные пути в сети, слишком большие задержки при передаче сигнальной информации в сети. MRVT может инициироваться всякий раз, когда вводятся новые данные MTP (или изменяются существующие данные), периодически или по запросу персонала эксплуатации и техобслуживания.

Процедура включает в себя посылку пунктом сигнализации сообщения MRVT (проверочное тестирование маршрутизации MTP) по всем возможным направлениям согласно указателю пункта назначения. Сообщение направляется через сеть и фиксирует перечень используемых транзитных пунктов сигнализации. Когда сообщение поступает в пункт сигнализации назначения, направляется сообщение подтверждения достоверности маршрутизации MRVA (MTP Routing Verification Acknowledgement), содержащее результат проверки. При необходимости весь список узлов с детальными результатами проверки возвращается инициатору процедуры для сверки данных с хранимыми записями с помощью сообщения MRVR (MTP Routing Verification Result). На рис. 10.25 представлен пример сценария успешной проверки. Процедура работает посредством генерирования кода индикации канала (CIC) на каждой станции. Две величины сравниваются, и если они одинаковы, сигнальные данные, используемые в канале, можно считать правильными. Если две величины не одинаковы, можно предположить, что сигнальные данные на одной из станций искажены и надо предпринять дальнейшие шаги.

Для подтверждения корректности данных в каналах связи используются аттестационные испытания канала. Рассмотрим две станции, соеди-

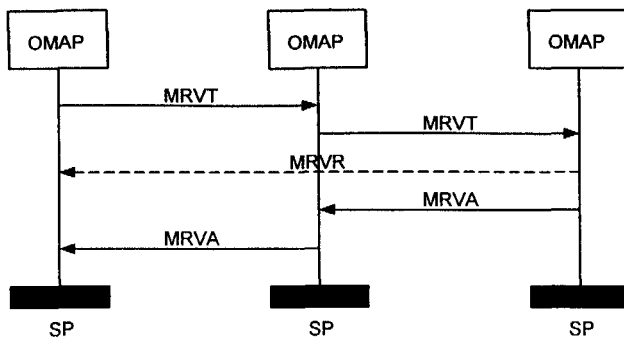


Рис. 10.25. Пример тестирования маршрутизации МТР подсистемой ОМАР

ненные трактами передачи. Каждая станция хранит данные об определенных временных каналах, используемых для обслуживания вызова. Процедура CVT позволяет персоналу проконтролировать, что обе станции хранят корректные данные, которые позволяют обслужить вызов. Процедура может быть использована в тех случаях, если неисправность не позволяет использовать определенные каналы.

Для эффективного управления сетью сигнализации необходимо измерять эксплуатационные характеристики и характеристики готовности соответствующего оборудования. В ОМАР определены процедуры для инициирования и завершения проводимых измерений. Измерения могут производиться периодически на регулярной основе (например, для общего управления сетью) либо по запросу (например, во время исследования эффективности сети или работы в условиях неисправностей). Средства выдачи данных об измерениях обеспечивают возможность сбора данных измерений из различных частей сети сигнализации.

Сложность и разнообразие аспектов технического обслуживания, эксплуатации, тестирования и управления сетью сигнализации являются столь широкомасштабными, что даже существующие рекомендации ИТУ-Т еще не могут считаться завершенными. Тем более, автору вряд ли целесообразно пытаться сейчас предложить читателю более подробное описание ОМАР в ограниченном объеме данной книги.

# Глава 11

## АНАЛИЗ, ТЕСТИРОВАНИЕ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛОВ СИГНАЛИЗАЦИИ

*The proof of the pudding is in the eating, англ.  
Проверка пудинга состоит в том, что его съедают.*

### 11.1. АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СКАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ СИГНАЛИЗАЦИИ

В предыдущих главах автору удавалось игнорировать известную формулировку лорда Кельвина: «Когда вы в состоянии измерять то, о чем вы говорите, и выражать это в *числах*, значит вы что-то знаете в данной области; но если вы не можете ни измерить, ни выразить свои знания в *числах*, то ваши знания по обсуждаемому вопросу неудовлетворительны» [34]. Это было обусловлено тем, что использованные в этих главах методы более оперируют логическими символами, чем числами, что характерно для теории телекоммуникационных протоколов, и что рассматривалось в главе 2.

Однако для проектирования программно-управляемых блоков сигнализации в цифровых узлах коммутации, для разработки эффективных алгоритмов сканирования соединительных линий и т.п. эти методы отнюдь не являются достаточными. Точно так же недостаточно для решения таких задач и одной только интуиции инженеров по проектированию средств обработки сигнализации в АТС. Здесь, по мнению автора, целесообразно привлечение аппарата теории телетрафика для оценки вероятностно-временных характеристик процедур обработки сигнализации, величин задержек в определении тех или иных сигналов, вероятностей отказов для различных протоколов сигнализации, количества соединительных линий, обслуживаемых одним управляющим устройством, и т.п.

Исходные временные параметры для этих оценок содержатся в описаниях протоколов сигнализации в предыдущих главах в виде величин тайм-аутов, рекомендуемых отрезков времени распознавания тех или иных сигналов и др. В качестве более общих временных ограничений, инвариантных относительно конкретных протоколов сигнализации, используются данные рекомендации Q.543 ITU—T, приведенные в табл. 11.1. В этой таблице указаны средние задержки для основных этапов установления соединения, а также граничные значения задержек, которые не

должны быть превышены с вероятностью 0.95. Эти параметры в таблице 11.1 приводятся как для расчетной нагрузки типа А, так и для пиковой нагрузки типа В, превышающей значения нагрузки типа А на 35%.

Таблица 11.1. Временные ограничения согласно рекомендации Q.543

Параметр	Нагрузка типа А (мс)		Нагрузка типа А +35% (мс)	
	средняя	95%	Средняя	95%
Задержка сигнала "Ответ станции" (dial tone sending delay)	400	600	800	1000
Задержка занятия соединительной линии (incoming response delay)	300	400	400	600
Задержка установления соединения (call setup delay)- исходящий вызов	300	400	500	800
Задержка установления соединения (call setup delay)- транзитный вызов	250	300	400	600
Задержка проключения разговорного тракта (through connection delay) - исходящий и транзитный вызовы	250	300	300	400
Задержка проключения разговорного тракта (through connection delay) - местный и входящий вызовы, включая посылку вызова	650	900	1000	1600

Рассматриваемая в данном параграфе модель обработки протоколов сигнализации в блоках сигнализации цифровых систем коммутации основывается на базовой дисциплине периодического опроса и схематически представлена на рис. 11.1. В модели управляющее устройство (УУ) блока сигнализации осуществляет периодическое (с периодом  $\tau$ ) сканирование входных очередей сигналов, поступающих с интенсивностями  $\lambda_i$  ( $i=1,2,\dots,N$ ).

Длительность выполнения этой процедуры в каждом периоде сканирования составляет время опроса всех  $N$  очередей сигналов ( $T_1=Nt_0$ ), подключенных к данному УУ, и случайное время  $T_2$  обслуживания сигналов, поступивших за предыдущий период, зависящее от интенсивностей  $\lambda_i$  и величины  $\tau$ .

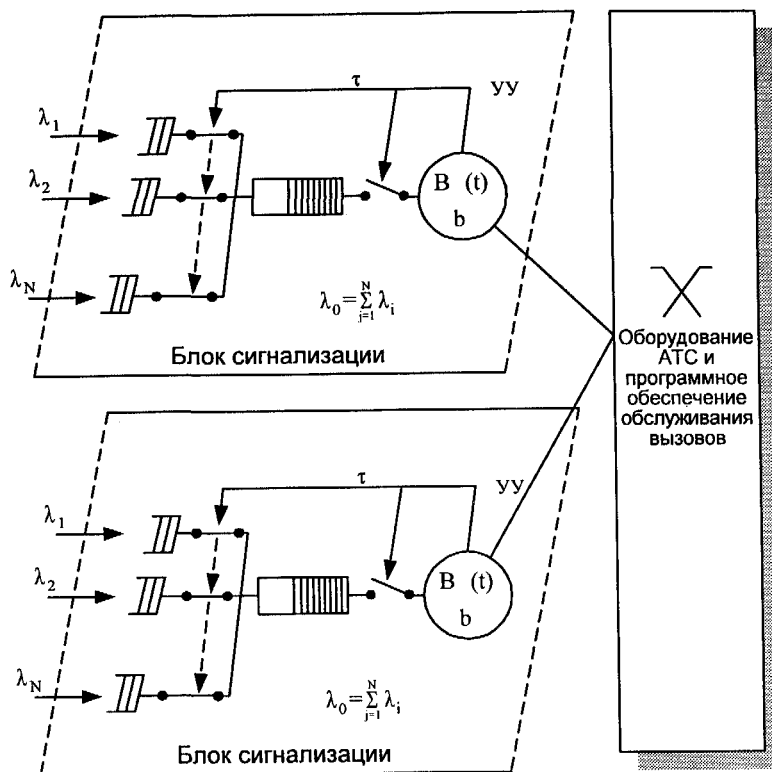


Рис. 11.1. Модель обработки протоколов в соответствующих блоках сигнализации цифровых систем коммутации

При каждом изменении состояния соединительной линии запускается программа обработки сигналов в УУ, продолжительность выполнения которой является случайной величиной с функцией распределения  $B(t)$  и математическим ожиданием  $1/\mu$ . Поток сигналов, поступающих в УУ через регистр, создает  $N$  источников ( $N$  соединительных линий, обслуживаемых блоком сигнализации). Промежутки между моментами инициирования сигналов в каждом источнике имеют экспоненциальное распределение с математическим ожиданием  $1/\lambda$ , т.е. имеет место пуассоновская нагрузка второго рода [98]. Интенсивность поступления сигналов в УУ в этом случае зависит от текущего состояния системы - от числа уже поступивших сигналов:

$$\lambda_i = \begin{cases} \lambda(N-i), & i = \overline{0, N}, \\ 0, & i > N. \end{cases} \quad (11.1)$$

Численные значения периода  $\tau$  обуславливаются необходимостью достоверного распознавания сигналов управления и взаимодействия для конкретных оборудования узла и системы сигнализации. Например, обычно  $\tau=20$  мс при приеме сигналов управления длительностью  $45\pm 5$  мс многочастотным кодом «2 из 6» (глава 6);  $\tau=10$  мс при сканировании импульсов набора номера и т.д.

Далее в параграфе представлены аналитические решения следующих трех задач определения и оптимизации характеристик обработки протокола сигнализации:

- 1) выбор оптимальной величины периода сканирования  $\tau$ ;
- 2) расчет функции распределения  $\Pi(t)$  длительности обслуживания сигналов, поступивших в течение предыдущего периода  $\tau$ ;
- 3) оценка оптимального числа  $N$  соединительных линий блока сигнализации с заданным качеством обслуживания  $\xi$ .

Для данной модели дифференциально-разностные уравнения размножения, описывающие динамику рассматриваемого процесса, с учетом (11.1) принимают вид:

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -N\lambda P_0(t), \\ \frac{dP_k(t)}{dt} = (k - N)\lambda P_k(t) + (N - k + 1)P_{k-1}(t), \quad k = 1, 2, \dots, N - 1 \\ \frac{dP_N(t)}{dt} = \lambda P_{N-1}(t). \end{cases}$$

Решением этих уравнений является биномиальное распределение числа сигналов, поступающих в интервале  $[\tau)$ , вида

$$P_k = \binom{N}{N-k} e^{-N\lambda\tau} (e^{\lambda\tau} - 1)^k. \tag{11.2}$$

Основной характеристикой процедуры сканирования в УУ блока сигнализации является функция распределения  $\Pi(t)$  длительности обработки сигналов в интервале  $[\tau)$ , которая при экспоненциальном распределении времени выполнения программ обработки сигналов в УУ имеет вид:

$$\Pi(t) = e^{-N\lambda\tau} \left\{ 1 + \sum_{k=1}^N \binom{N}{N-k} (e^{\lambda\tau} - 1)^k \left[ 1 - e^{-\mu t} \sum_{j=0}^{k-1} \frac{(\mu t)^j}{j!} \right] \right\}. \tag{11.3}$$

Используя два комбинаторных соотношения:

$$\sum_{k=1}^N \binom{N}{N-k} p^k k = Np(1+p)^{N-1} \quad \text{и} \quad \sum_{k=1}^N \binom{N}{N-k} p^k k^2 = Np(1+Np)(1+p)^{N-2},$$



можно определить математическое ожидание длительности обработки сигналов

$$E[t] = N \frac{1 - e^{-\lambda t}}{\mu} \quad (11.4)$$

и дисперсию этой случайной величины

$$D[t] = N \frac{1 - e^{-2\lambda t}}{\mu^2}. \quad (11.5)$$

На рис. 11.2. представлены графики функций распределения  $\Pi(t)$ , рассчитанные по формуле (11.3), при постоянной суммарной нагрузке на УУ  $N\lambda=2$  сигн./мс,  $\tau=10$  мс,  $\mu=5$  сигн./мс и различных значениях емкости блока сигнализации:  $N=8$  (кривая 1),  $N=16$  (кривая 2),  $N=32$  (кривая 3),  $N=64$  (кривая 4),  $N=256$  (кривая 5),  $N=512$  (кривая 6). Штриховая кривая 7 построена по результатам [118] и соответствует пуассоновской нагрузке первого рода от бесконечного числа источников с той же интенсивностью.

Полученные выражения позволяют определить допустимую емкость блока сигнализации при заданном качестве обслуживания, удовлетворяющем условию  $\Pi(t_c) > 1 - \xi$ , где значения вероятности потерь  $\xi$ , задаются обычно в пределах  $10^{-6} < \xi < 10^{-2}$ . Следует заметить, однако, что величина  $t_c$  - наибольшая возможная доля интервала  $\tau$ , предоставляемая для обработки сигналов, в свою очередь зависит от числа  $N$  подключаемых к данному блоку соединительных линий.

Рассмотрим более детально операции УУ блока сигнализации, выполняемые в каждом временном интервале  $\tau$ . Первая из этих операций - опрос всех соединительных линий, обслуживаемых УУ, на предмет выявления изменений в их состояниях, т.е. определение наличия сигналов. Длительность выполнения этой операции  $T_0 = N t_{0i}$ , где, как правило,  $t_{0i} = (0,05-0,02)1/\mu$ ;  $i=1,2,\dots,N$ .

Следующая операция, которую выполняет УУ, - это вывод сигналов управления и взаимодействия. Инициаторами этой операции являются как рассматриваемый блок сигнализации, так и другие модули и блоки узла коммутации. Средняя длительность данной операции

$$t_B = \frac{\alpha_B N \lambda \tau}{\mu_B}, \quad (11.6)$$

где  $\alpha_B$  - коэффициент, учитывающий соотношение между входящим в УУ и исходящим графиками и принимающий для комплектов соединительных линий значения порядка 1. Интенсивность  $\mu_B$  обслуживания сигналов вывода обычно в 5-25 раз превышает величину  $\mu$ .

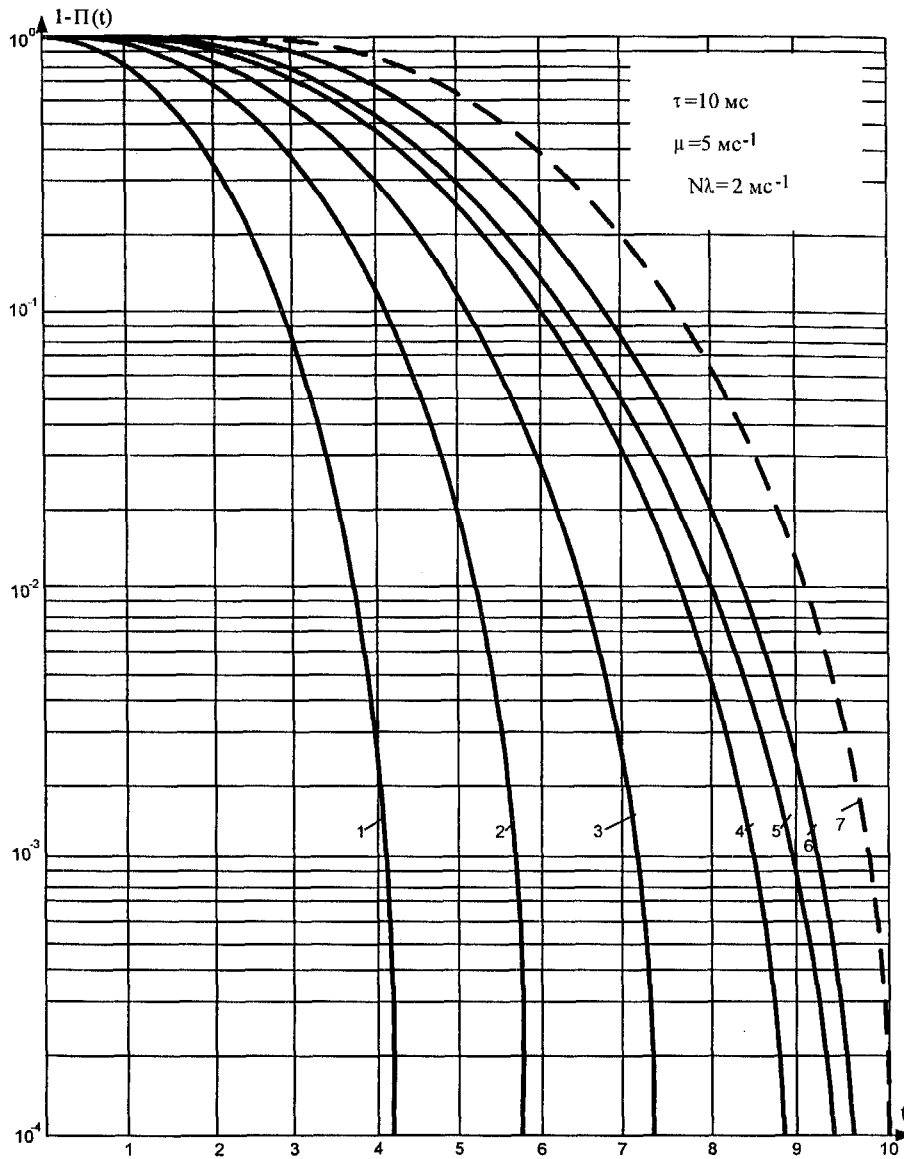


Рис. 11.2. Графики функции распределения длительности сканирования сигналов при различных значениях емкости  $N$  блока сигнализации

Длительность третьей операции - межпроцессорного обмена  $t_M$  - зависит от целого ряда факторов (числа УУ в узле коммутации, архитектуры узла коммутации, скорости межмодульного обмена, распределения функций между УУ и т. д.) и может быть упрощенно представлена в виде суммы двух составляющих: времени организации сеанса межпроцессорного обмена  $t_{M1}$  (не зависит от  $N$ ) и времени передачи информации  $t_{M2}$ , определяемого выражением, аналогичным (11.6). Наконец,  $t_k$  - доля периода  $t$ , предоставляемая операциям контроля, слабо зависит от величины  $N$ .

Тогда наибольшая возможная доля интервала  $t$ , предоставляемая для обработки сигнала

$$t_c \cong \tau - N \left[ t_0 + \frac{\alpha_B \lambda}{\mu_B} + \frac{\alpha_M \lambda}{\mu_M} \right] - t_k - t_{M1}. \quad (11.7)$$

Алгоритм определения допустимого значения  $N$  с учетом приведенных формул имеет вид:

Шаг 1. Присвоить  $N=8$ .

Шаг 2. Определить  $t = \max\{t_c, 0\}$ , где  $t_c$  вычисляется по формуле (11.7). Вычислить  $\Pi(t)$  по формуле (11.3). Проверить выполнение неравенства  $1 - \Pi(t_c) < \xi$ . Если неравенство выполняется, перейти к шагу 3, в противном случае перейти к шагу 4.

Шаг 3. Присвоить  $N=2N$ . Перейти к шагу 2.

Шаг 4. Присвоить вспомогательным переменным  $NA=NB=N/2$ .

Шаг 5. Присвоить  $NB=NB/2$ ;  $N=NA+NB$ . Определить  $t_c$  по формуле (11.7). Вычислить  $\Pi(t_c)$  по формуле (11.3). Проверить выполнение неравенства  $1 - \Pi(t_c) < \xi$ . Если неравенство выполняется, положить  $NA=N$ , в противном случае положить  $N=NA$ .

Шаг 6. Проверить условие  $NB=1$ . Если условие не выполняется, вернуться к шагу 5. При выполнении условия считать текущее значение  $N$  допустимым числом соединительных линий для данного УУ и завершить работу алгоритма.

Следует заметить, что, несмотря на допущение об экспоненциальном распределении промежутков между моментами поступления сигналов, дающее относительно более пессимистичную оценку допустимой емкости  $N$  в классе эрланговских распределений, адекватность предложенной модели подтверждается рядом экспериментальных данных.

На количественные характеристики процессов обработки сигнализации и на величину  $N$ , в частности, существенное влияние оказывает значение периода сканирования  $\tau$ , которое может варьироваться в значительных пределах.

Будем считать оптимальным такое значение периода  $\tau$ , при котором достигается минимум суммарных временных затрат на процедуру опроса соединительных линий в единицу времени, усредненных на бесконеч-

ном интервале времени. Эти суммарные затраты можно разделить [19] на две части: затраты времени на опрос линии  $S_1$ , зависящие от частоты опроса, и временные затраты  $S_2$  на задержку в определении сигналов.

Очевидно, что чем больше период сканирования  $\tau$ , тем затраты на опрос в единицу времени меньше:

$$S_1 = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{S_1(t)}{t} = \lim_{t \rightarrow \infty} T_0 \frac{\left[ n + \frac{\Delta t}{t} \right]}{n\tau + \Delta t} = \frac{T_0}{\tau}, \quad (11.8)$$

где скобки  $[\cdot]$  означают целую часть числа:  $n=1,2,\dots; 0 \leq \Delta t \leq T$ .

Затраты на задержки в определении сигналов увеличиваются с ростом периода  $\tau$  и пропорциональны (с некоторым коэффициентом  $\chi$ ) среднему времени ожидания  $W$  определения произвольного сигнала, т.е. времени от момента изменения состояния в соединительной линии до завершения обработки сигнала в УУ. Здесь коэффициент пропорциональности  $\chi$  имеет смысл штрафа за единицу времени задержки при определении сигналов.

Чтобы найти математическое ожидание задержки  $W$ , целесообразно использовать результат Лангенбаха-Бельца [120]:

$$W = W_1 + \frac{1}{2\mu} \left( \frac{\text{Var}[K]}{E[K]} + E[K] - 1 \right),$$

где  $W_1$  - математическое ожидание задержки сигнала, первого в группе сигналов, поступивших в предыдущий период опроса  $\tau$ ,  $K$  - число сигналов в группе ( $K=0,1,2,\dots$ ).

Для рассматриваемой модели это выражение принимает вид:

$$W = \frac{\tau}{2} + T_0 + \frac{1}{2\mu} \left( \frac{\text{Var}[K]}{E[K]} + E[K] - 1 \right). \quad (11.9)$$

Здесь использована достаточно очевидная «фольклорная» теорема, что среднее время от момента поступления произвольного сигнала до начала следующего периода опроса равно  $\tau/2$  и не зависит от вида потока сигналов. Джэнс [117] привела элементарное доказательство того факта, что отличное от  $\tau/2$  среднее время возможно только для детерминированного поступления сигналов. В последнем случае это среднее время, как и значение  $E(K)$ , определяется без использования вероятностных соображений.

Если предположить, что поток поступления сигналов - пуассоновский (пуассоновская нагрузка первого рода [98]), то

$$E[K] = \text{Var}[K] = \lambda\tau$$

и, наконец,

$$S_2 = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{S_2(t)}{t} = \chi \left( \frac{\tau}{2} + T_0 + \frac{\lambda \tau}{2\mu} \right). \quad (11.10)$$

Функция  $S_1(\tau)$  монотонно убывает с ростом  $\tau$ , а функция  $S_2(\tau)$  - монотонно возрастает, и, следовательно, функция  $S_1(\tau)+S_2(\tau)$  имеет единственный минимум [19], являющийся решением уравнения:

$$\frac{\chi}{2} \left( 1 + \frac{\lambda}{\mu} \right) - \frac{T_0}{\tau^2} = 0.$$

Тогда оптимальное значение периода опроса

$$\tau_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2T_0}{\chi \left( 1 + \frac{\lambda}{\mu} \right)}}. \quad (11.11)$$

В качестве примера практического использования полученного результата (11.11) рассмотрим задачу выбора оптимального периода сканирования сигнализации от рабочих мест телефонисток справочной службы 09.

Число рабочих мест  $N=60$ . Время обращения к одному входу (рабочему месту) для УУ составляет 20 мкс, следовательно,  $T_0=60 \cdot 0,02=1,2$  мс. Полагаем, что задержка в определении сигналов (освобождение от обслуживания предыдущего вызова, включение в обслуживание после перерыва и др.) на 5 с существенно нарушает ритм службы. Исходя из этого, штраф за задержку в определении сигналов составляет 0,2 сигнала/с. Суммарная интенсивность поступления сигналов  $\lambda=3$  сигнала/с, а  $\mu=15$  сигналов/с. По формуле (11.11) определяется оптимальное значение периода опроса:

$$\tau_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2,4 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 1,2}} = 100 \text{ мс}.$$

Таким образом, решение оптимизационной задачи определения типа соединительных линий  $N$  и величины периода сканирования  $\tau$  предлагается осуществлять с помощью двух независимых процедур:

- I. Отыскание при закреплённом значении  $\tau$  (по приведенному выше алгоритму) минимального значения  $N$ , при котором выполняется ограничение на качество обслуживания

$$\Pi(t) \geq 1 - \xi. \quad (11.12)$$

- II. Отыскание при фиксированном значении  $N$  по формуле (11.11) оптимального значения  $\tau$ . Величинам входит в формулу (11.11) через значение  $T_0$ , а именно

$$T_0 = N \bar{t}_{oi}, \quad (11.13)$$

$$\text{где } \bar{t}_{oi} = 0,35/\mu, \quad (11.14)$$

$$\text{т.е. } \tau_{\text{опт}} = 0,84 \sqrt{\frac{N}{\chi(\lambda + \mu)}}. \quad (11.15)$$

Такой подход приемлем в ситуациях, когда по тем или иным соображениям (технологическим, организационным и т.п.) можно априорно зафиксировать значение  $\tau$  или  $N$ . В первом случае «работает» процедура I, во втором - процедура II.

В общем случае необходима одновременная оптимизация и по  $N$ , и по  $\tau$ . Это может быть достигнуто следующим образом. Напомним, что определение минимально допустимого значения  $N$  реализуется двухэтапным итерационным процессом. На первом этапе ищется интервал, содержащий искомое значение  $N$ , путем удваивания значения его правой границы. На втором этапе значение  $N$  в этом интервале определяется путем неоднократного деления отрезка пополам. Основой «принятия решения» на обоих этапах (шаг 2 алгоритма на этапе 1 и шаг 5 - на этапе 2) является анализ выполнения условия (11.12), где значение функции распределения  $\Pi(t)$  вычисляется по формуле (11.3). Так вот, для обеспечения оптимизации по обоим параметрам необходимо для каждого испытываемого значения  $N$  предварительно вычислять по формуле (11.15) оптимальное для данного  $N$  значения  $\tau_{\text{опт}}(N)$  и только после этого обратиться к формуле (11.3) для определения  $\Pi(t)$ , подставляя туда  $N$  и  $\tau_{\text{опт}}(N)$ .

## 11.2. ПРОТОКОЛ-ТЕСТЕРЫ

### РОССИЙСКИХ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ

Из материала предыдущих глав книги читатель уже, вероятно, сделал вывод, что отладка и тестирование программно-аппаратных средств реализации протоколов сигнализации являются одними из наиболее трудоемких и ответственных задач при разработке новых и адаптации существующих коммутационных узлов и станций. В связи с этим чрезвычайно важно наличие эффективных программно-аппаратных средств тестирования протокольных реализаций систем сигнализации.

Протокол-тестеры международных систем сигнализации, рассмотренных в главе 9, и протоколов ОКС7 разрабатываются и производятся целым рядом зарубежных компаний. Информацию об этих протокол-тестерах можно без труда получить в представительствах производящих их компаний и в многочисленных журналах, посвященных телефонии и измерительной технике, поэтому автор не счел возможным утомлять читателя конспективным изложением этих материалов.

Совсем иначе обстоят дела с тестированием протоколов сигнализации Взаимосвязанной сети связи (ВСС) Российской Федерации и сетей

связи других входивших ранее в СССР стран, рассмотренных в главах 3-8 данной книги. Но прежде одно соображение общего характера. По мнению автора, существуют две главные проблемы поддержки всего набора протоколов сигнализации российских сетей связи:

- 1) спецификации протоколов сигнализации: точные, формальные, верифицируемые, строгие;
- 2) тестеры протоколов сигнализации, строго соответствующие этим спецификациям.

Первой из этих двух проблем посвящены практически все предыдущие главы книги.

В данном параграфе рассматривается вторая проблема: тестирование конкретных программно-аппаратных реализации протоколов сигнализации. Тестирование протоколов сигнализации включает тестирование конформности, диагностическое тестирование и оценку производитель-

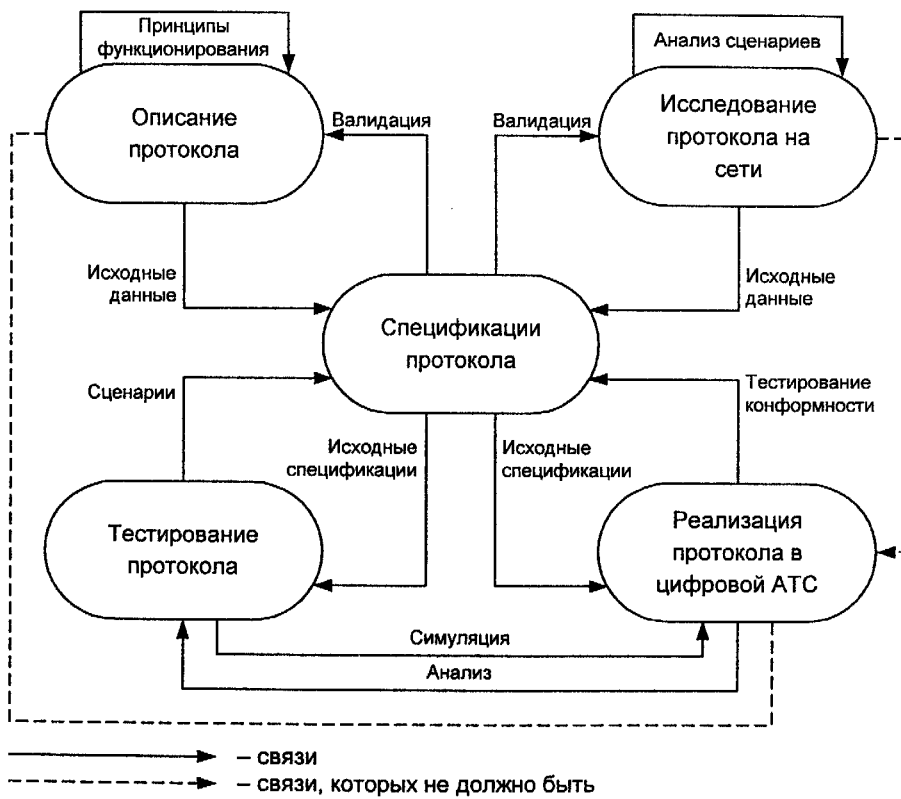


Рис. 11.3. Концептуальная модель спецификации и тестирования протоколов сигнализации

ности [121]. Общая концептуальная модель спецификации и тестирования протоколов сигнализации представлена на рис. 11.3.

Задача реализации функций имитации и анализа протокола сигнализации в блоке «Тестирование» на рис. 11.3, как правило, более сложна, чем разработка программно-аппаратных средств такой системы сигнализации для конкретной АТС в блоке «Реализация» на том же рисунке.

Разработка протокол-тестера для каждой конкретной описанной в книге системы сигнализации является уникальной инженерной задачей, но, тем не менее, имеются общие черты. Поэтому представленная на рис. 11.4 функциональная схема протокол-тестера трехпроводных аналоговых соединительных линий *TWA-4* по спецификациям главы 4 может служить примером излагаемого подхода. Этот тестер выполняет синтез параметров передаваемых сигналов, измерение параметров принимаемых сигналов, анализ результатов измерений и вывод результатов.

Каждый этап представлен соответствующим программным или программно-аппаратным модулем. Протокол-тестеры реализуют все необходимые логические функции по анализу конкретных протоколов сигнализации в трех основных режимах: ручном, параметрическом и статистическом.

В режиме ручного тестирования оператор сам выбирает конкретные сценарии и управляет последовательностью действий. Следует подчеркнуть, что речь идет именно о тех сценариях на языке MSC, которые приводились во всех предыдущих главах книги, посвященных тем или иным протоколам сигнализации.

В режиме автоматического и/или параметрического тестирования оператор заранее настраивает те или иные сценарии, потом запускает протокол и распечатывает результаты.

В этом же режиме возможно еще выполнение функций обучения. Для этого тестер отключается от реального канала, подсистема переходит в режим петли, при котором все передаваемые сигналы возвращаются на протокол-тестер, в связи с чем оператор может наблюдать за последовательностью шагов того или иного протокола сигнализации. Таким образом, функции обучения позволяют оператору изучать работу протокола сигнализации, наблюдая за тем, как тестер в автоматическом режиме выполняет всю необходимую последовательность действий по установлению и разъединению соединений.

Пример настройки длительностей импульсов, пауз и межцифровых интервалов при декадном способе передачи адресной информации приведен на рис. 11.5, а пример настройки параметров АОН - на рис. 11.6.



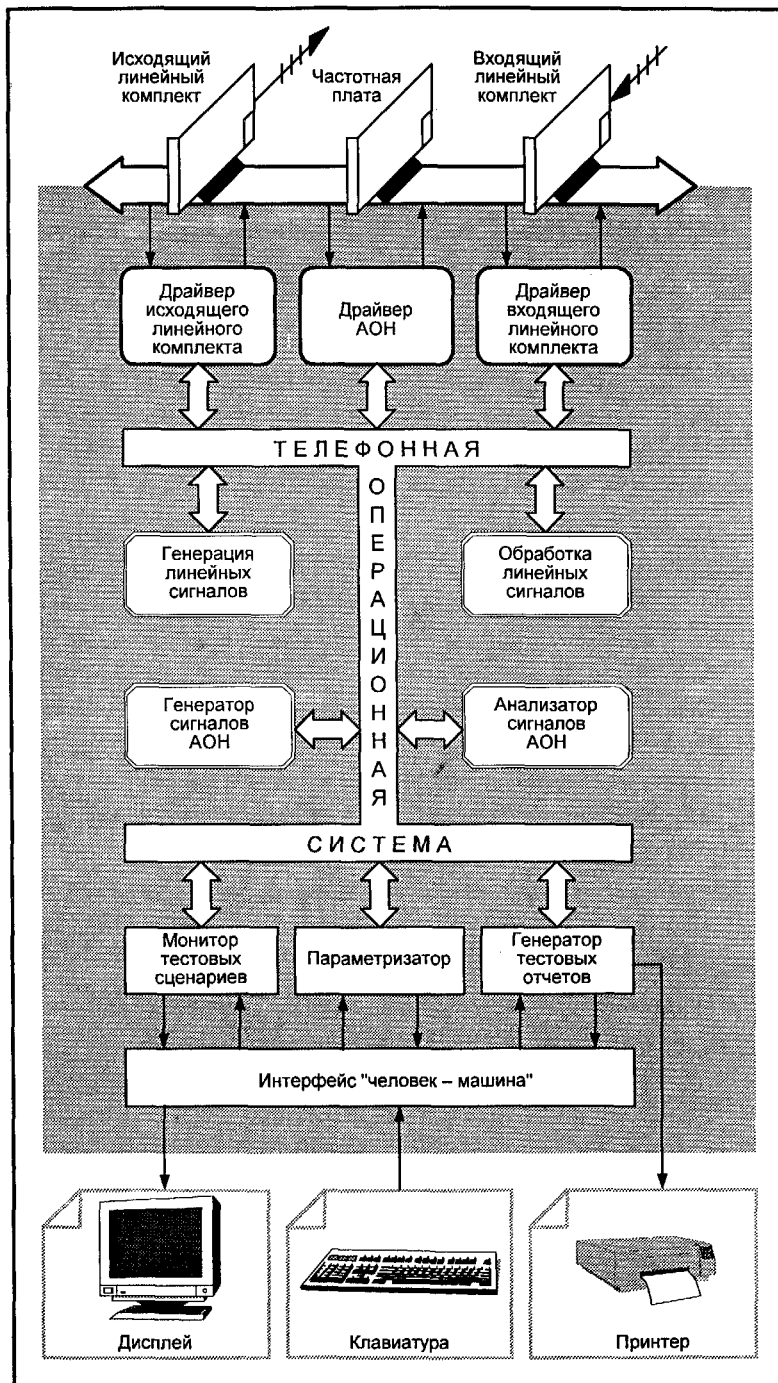


Рис. 11.4. Функциональная структурная схема протокол-тестера

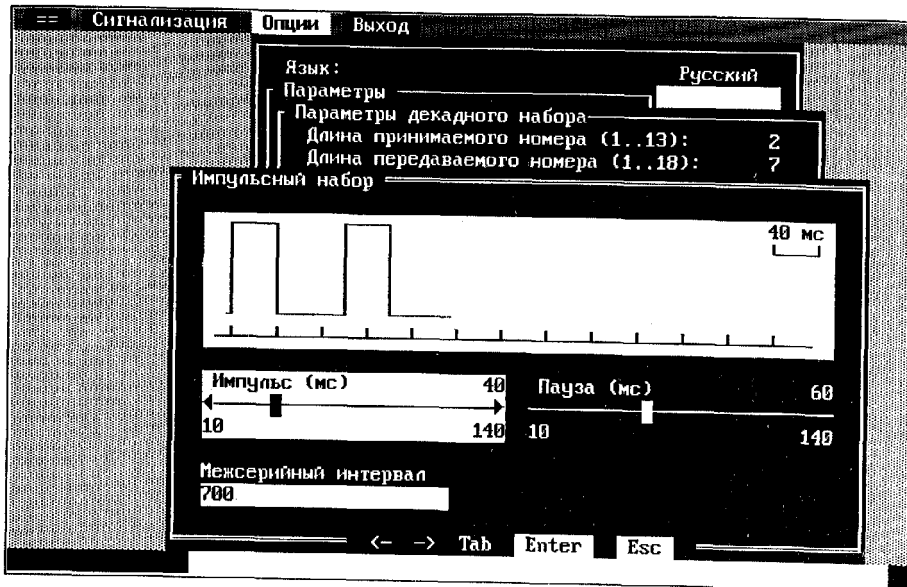


Рис. 11.5. Настройка длительностей импульсов, пауз и межцифровых интервалов при декадном способе передачи адресной информации

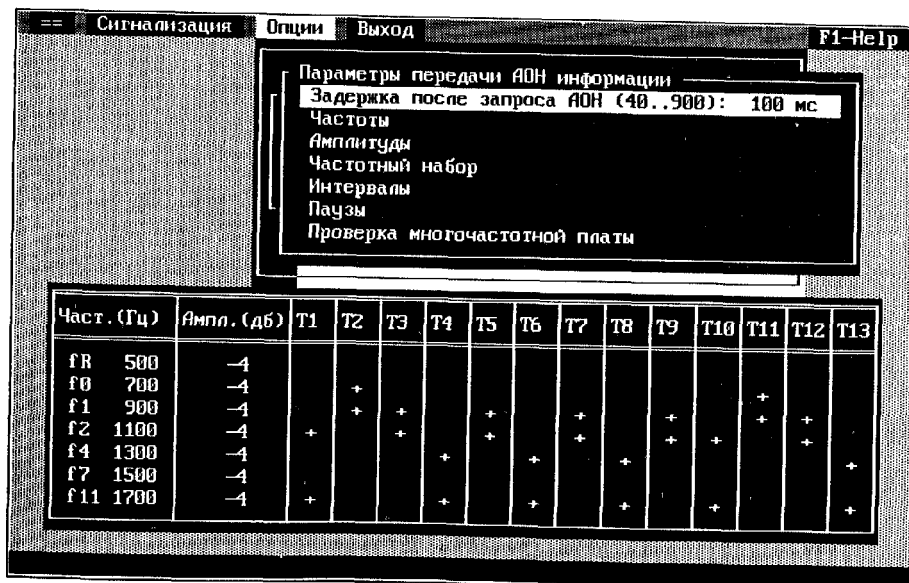


Рис. 11.6. Настройка параметров АОН

Перечень протокол-тестеров систем сигнализации приведен в табл. 11.2. Особо следует обратить внимание на правый столбец этой таблицы, в котором приведены номера соответствующих параграфов данной книги.

Таблица 11.2. Типы протокол-тестеров

Наименование	Описание функционирования	Номер параграфа
<i>Аналоговые протокол-тестеры</i>		
TWA-4	Трехпроводные аналоговые соединительные линии, включает универсальный комплект входящих, исходящих и входящих междугородных соединительных линий	4.2 4.3
FWA-8	Четырехпроводные аналоговые соединительные линии (E&M), включает комплекты входящих, исходящих соединительных линий сельских телефонных сетей	3.4 7.1 7.2 7.3
VFA-1	Аналоговые 4-проводные соединительные линии с одночастотной системой сигнализации 2600 Гц	5.2 5.3
<i>Цифровые протокол-тестеры</i>		
DSA-6	1 Мбит тракты ИКМ с сигнализацией 2ВСЧС для местных входящих, исходящих и входящих междугородных соединительных линий	3.2 3.3
Опция Т	Сельские цифровые двусторонние универсальные входящие и исходящие местные и междугородные соединительные линии с сигнализацией 2ВСК.	3.4
Опция N	Сельская сигнализация 1 ВСЮ "норка" для входящих, исходящих и входящих междугородных цифровых соединительных линий	7.1 7.2
Опция I	Сельская сигнализация 1ВСК индуктивным кодом для двусторонних универсальных местных и междугородных цифровых соединительных линий	7.3
Опция F	Одночастотная сигнализация 2600 Гц для входящих и исходящих цифровых соединительных линий (СЛМ, ЗСЛ)	5.2 5.3
<i>Опции для протокол-тестеров всех типов</i>		
Опция А1	Функция АОН: прием запроса и посылка кодограммы	8.2
Опция А2	Функция АОН: посылка запроса и прием кодограммы	8.3
Опция S	Многочастотная сигнализация "импульсный челнок"	6.1
Опция P1	Многочастотная сигнализация "импульсный пакет-1"	6.2
Опция P2	Многочастотная сигнализация "импульсный пакет-2"	6.3

Аппаратная часть протокол-тестера представляет собой процессорную систему, базирующуюся на IBM PC совместимом компьютере и содержащую следующие функциональные подсистемы: управляющую подсистему, визуализации данных, аппаратные интерфейсы протоколов сигнализации, диалоговую подсистему и др. При этом подсистема визуализации обеспечивает представление тестовой диагностической информации на экране монитора, в том числе и в виде отметок в заранее выбранных сценариях MSC.

Управляющая подсистема выполняет все основные логические функции по симуляции и анализу обмена сигналами в соответствии с протоколом сигнализации. Эта же подсистема управляет работой других связанных с ней подсистем и обеспечивает мониторинг, диспетчеризацию приема/передачи сигналов, а также контроль за состоянием интерфейса (определение моментов появления тех или иных сигналов). Она же включает в себя наборы тестов, предназначенных для проверки логики сигнализации, контролирует время обработки сигналов, анализирует допустимость последовательностей сигналов, а также обеспечивает возможность передачи заведомо ошибочных команд в соответствии с выбранным сценарием протокола сигнализации. Пример такого тестирования приведен на рис. 11.7.

Линейная сигнализация по трехпроводной СИ  
Входящее соединение  
Нормальный режим  
Тест:  
Отбой А (система с двусторонним отбоем)

Состояние проводов		Состояние проводов		Состояние проводов		Сигнал	Время
А	В	А	В	А	В		
прд	прм	прд	прм	прд	прм		
↓/x	<-	<-	->				13:28:18.697
->						П	13:28:18.700
x	->	x	<-	↓	->		13:28:18.741
-			↓/x		->	Ш	13:28:18.744
-R	-	↓	↓/x	↓	->		13:28:18.791

Конец набора номера

Сообщения  
ожидание сигнала  
ОТВЕТ АБОНЕНТА В

А: - В: ↓/x С: ->

ТМА-4 АТС

ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ  
← →  
ЗАНЯТИЕ  
← →  
ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ  
← →  
НАБОР НОМЕРА  
← 2963786 →  
ОТВЕТ АБОНЕНТА В  
← →  
РАЗГОВОР  
← = = = = →  
ОТБОЙ АБОНЕНТА А  
← →  
ОТБОЙ АБОНЕНТА В  
← →  
РАЗЪЕДИНЕНИЕ  
← →  
КОНТРОЛЬ ИСХ. СОСТ.  
← →

Выход из теста Esc

Рис. 11.7. Пример тестирования по одному из возможных сценариев

Целесообразность применения протокол-тестеров в каждом конкретном случае определяется реальной проектной прагматикой. Но, по край-

ней мере, две области применения обеспечивают высокую эффективность использования рассмотренных выше протокол-тестеров: отладка программно-аппаратных средств реализации протоколов сигнализации во вновь разрабатываемых или адаптируемых коммутационных узлах и решение конфликтных ситуаций при установке новых цифровых систем коммутации в окружении существующих аналоговых и цифровых АТС предыдущих поколений.

### 11.3. КОНВЕРТЕРЫ ПРОТОКОЛОВ СИГНАЛИЗАЦИИ

Традиционный и наиболее приемлемый для операторов сети электросвязи подход к решению проблемы взаимодействия с различными системами сигнализации в аналоговых и смешанных аналого-цифровых телефонных сетях России и стран СНГ состоит в реализации *встроенных* программно-аппаратных интерфейсных средств, специально разрабатываемых для каждого типа цифровой АТС.

При таком подходе, наряду с очевидными преимуществами, имеются определенные недостатки: относительно дорогой и длительный период адаптации цифровой АТС, снижение гибкости сетевых функций технического обслуживания, тарификации и т.п. К тому же кратковременная потребность в поддержке устаревающей системы сигнализации для каждой цифровой АТС может не успеть компенсировать затраты на разработку.

Альтернативный подход к этой проблеме заключается в использовании конвертеров сигнализации. Представляя собой автономные сетевые модули, эти конвертеры могут избавить тот или иной проект установки коммутационного оборудования от вышеперечисленных недостатков.

Одним из примеров такого применения является конвертация сигнализации по трехпроводным соединительным линиям в абонентскую сигнализацию по двухпроводным аналоговым линиям с частотным набором номера - *конвертер 3/2*.

Такой конвертер может использоваться для подключения по трехпроводным соединительным линиям телефонной станции малой емкости, имеющей только двухпроводные абонентские интерфейсы для связи с опорной АТС. В этом случае конвертер обеспечивает прямой входящий набор к абонентам этой малой АТС со стороны ГТС при входящей связи. Конвертер принимает информацию о номере вызываемого абонента со стороны трехпроводной линии в декадном коде, обеспечивая поддержку стандартного протокола сигнализации по трехпроводной СЛ согласно спецификациям главы 4, занимает свободную двухпроводную абонентскую линию и передает номер тональными сигналами DTMF в сторону малой АТС.

Другим важным примером является *цифровой конвертер R2 DTMF/R1.5 MFS*, предназначенный для преобразования межстанционной сигнализации R2 по рекомендациям ИТУ-Т Q.400-Q.490 (глава 9) в российский протокол сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам (глава 3) с передачей номера вызываемого абонента декадным кодом или многочастотным кодом «импульсный челнок» (глава 6).

На рис. 11.8 представлены варианты использования этого конвертера на Взаимоувязанной сети связи России. Конвертер обеспечивает взаимодействие АТС, выполняя при этом следующие функции: прием и обработку линейных сигналов в 16-м канальном интервале по протоколу R2 (глава 9); прием и обработку линейных сигналов в 16-м канальном интервале по 2ВСК (глава 3); прием и обработку сигналов регистровой сигнализации в разговорном канале в частотном коде DTMF; прием и обработку в разговорном канале регистровых сигналов многочастотной сигнализации кода «2 из 6» методом «импульсный челнок» (глава 6); передачу линейных сигналов в 16-м канальном интервале по протоколу R2 (глава 9); передачу линейных сигналов в 16-м канальном интервале по 2ВСК (глава 3); передачу регистровых сигналов в многочастотном коде DTMF; передачу в разговорном канале регистровых сигналов многочастотной сигнализации в коде «2 из 6» методом «импульсный челнок» (глава 6); прием запроса и выдачу информации АОН (глава 8).

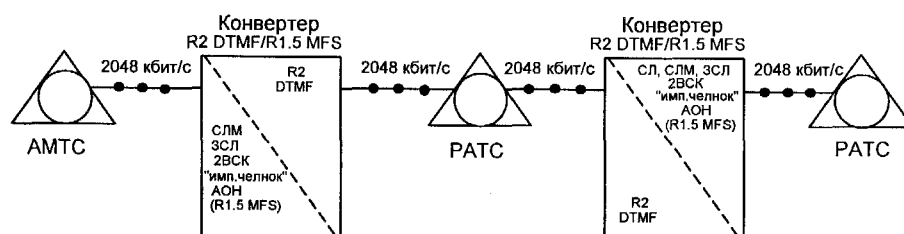
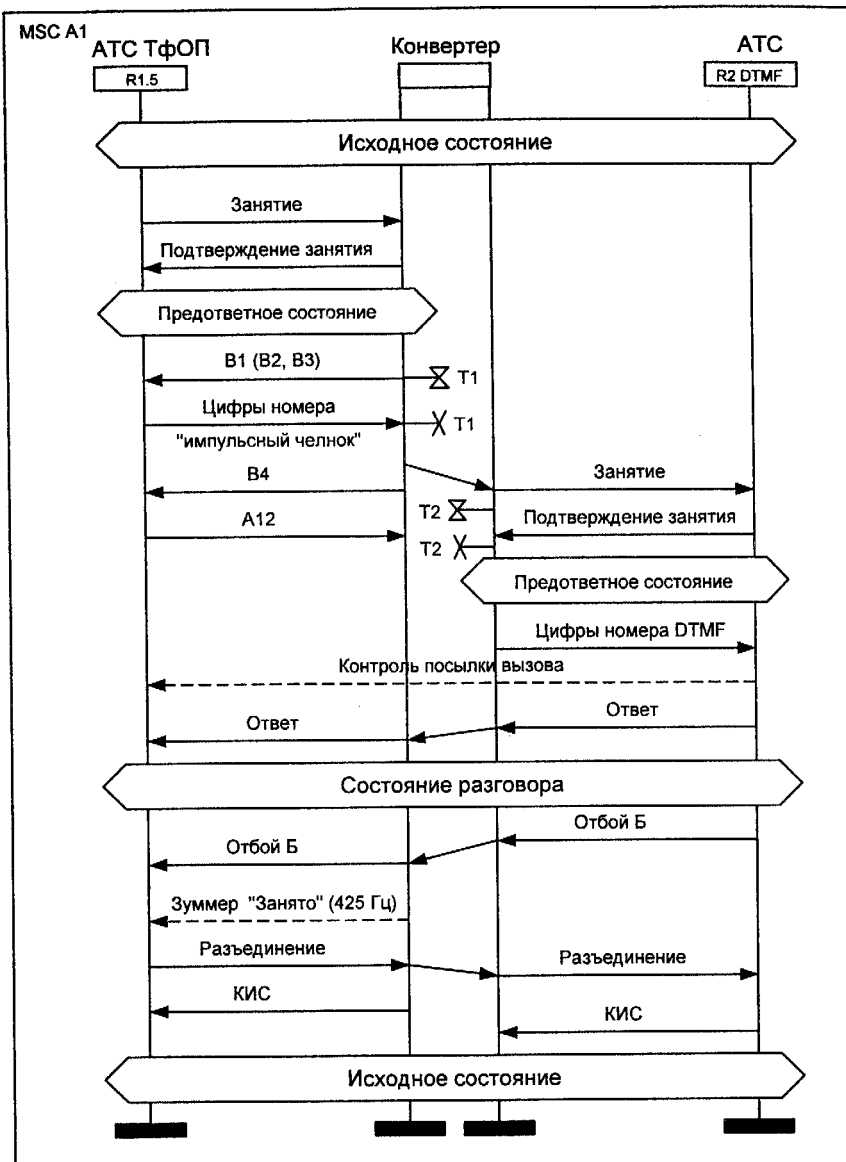


Рис. 11.8. Варианты использования конвертера R2 DTMF/R1.5 MFS

Логика преобразования протоколов сигнализации с помощью конвертера R2 DTMF/R1.5 MFS представлена примерами на рис. 11.9 а и 11.9 б.

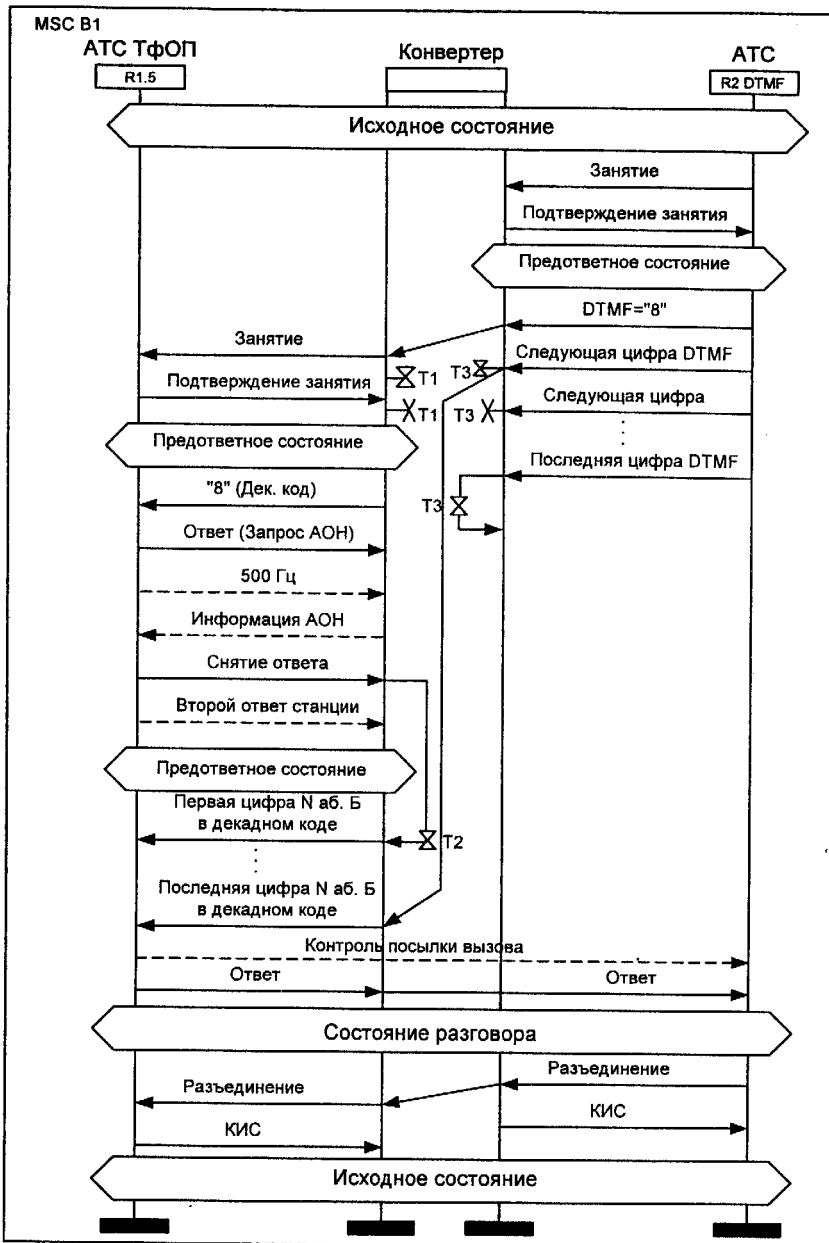
Еще одной моделью конвертера является *конвертер E&M/3WA*, предназначенный для преобразования интерфейса E&M с управлением сигнальным каналом, например, по протоколу R1 по рекомендациям ИТУ-Т Q.310-Q.332 (глава 9) в протокол сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям (глава 4). Схема включения этого конвертера приведена на рис. 11.10.



T1 - время ожидания частотного сигнала прямого направления = 250-300 мс (устанавливается каждый раз после передачи сигнала обратного направления)

T2 - время ожидания сигнала подтверждения занятия = 1 с. Если сигнал подтверждения занятия не распознан, то передается сигнал "Разъединение", а в сторону ATC ТфОП - "Б занят"

Рис. 11.9. Сценарий конвертации протоколов R2 и «R1.5» а) Входящее местное соединение. Абонент Б свободен



- T1 - время ожидания сигнала "Подтверждение занятия"
- T2 - время ожидания второго запроса АОН в случае неуспешного завершения первого = 3 с
- T3 — 3 с - время определения последней цифры в коде DTMF (в случае работы с накоплением)

Рис.11.9. Сценарий конвертации протоколов R2 и «R1.5» б) Исходящее местное соединение. Прием информации АОН



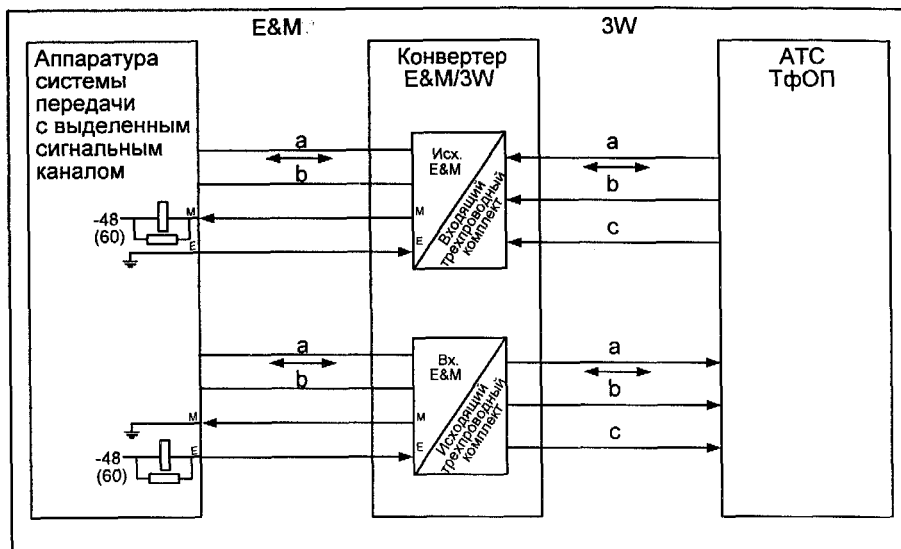


Рис. 11.10. Схема включения конвертера E&amp;M/3WA

#### 11.4. ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ

В заключительной части этой главы, посвященной инструментальным средствам для систем сигнализации (анализ, тестирование, конвертация), следует упомянуть о необходимости оперативной и подробной информации о сертифицированных функциональных возможностях той или иной АТС и, в первую очередь, - о поддерживаемых этой АТС протоколах сигнализации из числа описанных в данной книге.

Этой цели, в частности, служит справочная база данных СОТСБИ, содержащая информацию о сертификатах соответствия Министерства связи Российской Федерации на оборудование связи, включая краткое техническое описание данного оборудования. Название СОТСБИ расшифровывается как «Сертифицированное Оборудование Телефонных Сетей -Банк Информации» и содержит данные о сертификатах по 30 разделам, в том числе приведенные в табл. 11.3.

Для коммутационных узлов и станций, упоминающихся в этих девяти разделах СОТСБИ, информация о поддерживаемых ими протоколах сигнализации является наиболее объективной оценкой технического уровня адаптации коммутационного оборудования к условиям работы на сети связи страны.

Наличие такой информации у операторов телекоммуникационных сетей и связанных с ними предприятий и организаций, наряду с другими рассматриваемыми в данной главе инструментальными средствами, безусловно, положительно повлияет на сокращение числа полных взаим-

Таблица 11.3. Разделы СОТСБИ

№	Тип оборудования	Идентификатор
1	Городские АТС, подстанции, опорно-транзитные узлы, узлы спецслужб	Г
2	Сельские АТС, сельско-пригородные узлы, центральные и оконечные сельские АТС	С
3	Комбинированные АТС	КСК
4	Междугородные и международные АТС	М
5	Учрежденческо-производственные АТС, оборудование ведомственных телефонных сетей	У
6	Мини-АТС, малые УАТС, малоканальные коммутаторные установки	У
7	Оборудование абонентской сети доступа, абонентские концентраторы, мультиплексоры, малоканальная аппаратура абонентского уплотнения	К
8	Сотовые системы подвижной связи	СПС
9	Транкинговые системы	РТ

ных претензий и драматизма проблем стыковки новых станций с действующей сетью.

Собственно говоря, аналогичные цели преследует и вся эта книга. И если при пуско-наладочных работах в машинном зале новой АТС, или при проектировании нового фрагмента телефонной сети, или при модернизации давно действующего узла связи, или в процессе отладки функциональных модулей новой системы коммутации в лаборатории кто-нибудь из коллег найдет на страницах данной книги нечто полезное для решения конкретных технических проблем, автор будет считать свою задачу полностью выполненной.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Аваков Р.А., Кооп М.Ф., Лившиц Б.С., Подвидз М.М.** Городские координатные автоматические телефонные станции и подстанции. М.: Связь, 1971.
2. **Аваков Р.А., Лившиц В.С., Подвидз М.М.** Координатные АТС. М.: Связь, 1966.
3. **Аваков Р.А., Шилов О.С., Исаев В.И.** Основы автоматической коммутации. М.: Радио и связь, 1981.
4. **Агафонов В.Н.** Спецификация программ: понятийные средства и их организация. Новосибирск: Наука, 1987.
5. **Апостолова Н.А., Арцишевский В.В., Гольдштейн Б.С., Дымарский Я.С., Сибирякова Н.Г.** Научно-технические аспекты организации сертификационных испытаний АТС местных сетей. Электросвязь, 1996. — №10.
6. **Архангельская А.А., Ершов В.А.) Нейман В.И.** Автоматическая коммутация каналов связи. М.: Связь, 1970.
7. **Арцишевский В.В. и др.** Промежуточные регистры АТС для исходящей междугородной связи по заказно-соединительным линиям. М.: Связь, 1971.
8. **Бакалейщик Ф.Б., Брунипа Е.А., Зайончковский Е.А. и др.** Автоматическая междугородная и сельская телефонная связь. Под ред. Зайончковского Е.А. М.: Связь, 1976.
9. **Башарин Г.П., Харкевич А.Д., Шпепс М.А.** Массовое обслуживание в телефонии. М.: Наука, 1968.
10. **Белоус Б.П.** Высокочастотная связь по линиям электропередачи. М.:Госэнергоиздат, 1952.
11. **Берглунд С.** Новые системы АТС. М.: Связьиздат, 1956.
12. **Березович Л.А., Зайончковский Е.А., Узлов Е.Н.** Модернизированная аппаратура полуавтоматической связи одночастотной системы для внутриобластных сетей АМСО-60-У. М.: Связьиздат, 1962.
13. **Берлин А.Н.** Алгоритмическое обеспечение АТС. М.: Радио и связь, 1986.
14. **Бернштейн С.С.** К анализу алгоритма АТС. Сборник трудов НИИТС, 1963.— №12.
15. **Блэк Ю.** Сети ЭВМ: протоколы, стандарты, интерфейсы. М.: Мир, 1990.
16. **Брукс Ф.П.** Как проектируются и создаются программные комплексы. Мифический человеко-месяц: очерки по системному программированию. М.: Наука, 1979.
17. **Булгак В.Б., Варакин Л.Е., Ивашкевич Ю.К., Москвитин В.Д., Осипов В.Г.** Концепция развития связи Российской Федерации. М.: Радио и связь, 1995.

18. **Бухгейм Л.Э., Максимов Г.З., Пшеничников А.П.** Автоматическая сельская телефонная связь. М.: Связь, 1976.
19. **Вайрадян А.С., Коровин А.В., Удалов В.Н.** Эффективное функционирование управляющих мультипроцессорных систем. М.: Радио и связь, 1984.
20. **Васильева Л.С. и др.** Усовершенствованные городские координатные АТС типа АТСК-У. Принципы построения. М.: Радио и связь, 1986.
21. **Васильченко А.И., Денисьева О.М., Жарков М.А., Стоянов М.Н., Урм Э.Э., Юнаков П.А.** Система телефонной сигнализации по общему каналу (система ОКС). М.:Связь, 1980.
22. Ведомственные нормы технологического проектирования. Проводные средства связи. Часть 2. Станции городских и сельских телефонных сетей. М.: Связь, 1980.
23. **Вемян Г.В.** Качество телефонной передачи и его оценка. М.: Связь, 1970.
24. **Вознесенский Б.Н., Зайончковский Е.А., Прытикова З.И., Соловьев Ш.Г.** Аппаратура полуавтоматической междугородной телефонной связи. Связьиздат, 1957.
25. **Вознесенский Б.Н., Логинов Д.Ф., Гранат М.Б.** Промежуточное оборудование для совместной работы АТС машинной и шаговой систем. Связьиздат, 1954.
26. **Гангер Р.** Методы управления проектированием программного обеспечения. М.: Мир, 1981.
27. **Голубев А.Н., Иванов Ю.П., Левин Л.С.** Аппаратура ИКМ-ЗОО. Под ред. Иванова Ю.П. и Левина Л.С. М.: Радио и связь, 1983.
28. **Голубев А.Н., Лугов М.Ф.** Принципы построения ГТС на базе АТС с программным управлением. Вестник связи, 1987. — №8.
29. **Гольдштейн Б.С.** Технологические аспекты проектирования программного обеспечения цифровых систем коммутации. Электросвязь, 1988.—№10.
30. **Гольштейн Л.М., Сосонко С.М.** Организация междугородной связи на местных телефонных сетях. Связь, 1976.
31. **Гольштейн Л.М., Сосонко С.М.** Сельско-пригородные узлы ГТС. М.: Связь, 1973.
32. **Григорьев Г.Л.** Вопросы совместной работы городских АТС разных систем. Связьиздат, 1961.
33. **Гринбаум И.И. и др.** Аппаратура автоматического определения номера (АОН). М.: Связь, 1973.
34. **Громов Г.Р.** Программирование:ремесло, наука, искусство, технология. Микропроцессорные средства, 1985. —№1.

35. **Грязков Ю.М., Сагалович Л.И.** Городские телефонные станции. М: Высшая школа, 1983.
36. **Гуревич В.Э., Лопушнян Ю.Г., Рабинович Г.В.** Импульсно-кодовая модуляция в многоканальной связи. М.: Связь, 1973.
37. **Гурии А.С., Дроздов Л.В., Могилевский М.М.** Телефония. Воениздат, 1963.
38. **Гюнтер И., Сивере М.** Цифровая связь. Техника и организация. Издание Электротехнического института связи им.проф.М.А.Бонч-Бруевича, СПб, 1993.
39. **Делтон Х.** Усовершенствуй свой телефон. Пер.с англ. А.Ковеля под ред.А.Молодяну. М.: Бином, 1995.
40. **Дженнингс Ф.** Практическая передача данных: Модемы, сети и протоколы. М.: Мир, 1989.
41. **Дубровский Е.П.** Абонентские устройства ГТС. Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1986.
42. **Дюфур С.Л., Лутов М.Ф., Скребов Д.Д.** Координатные АТС железнодорожного транспорта. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1980.
43. **Ефретова Е.И.** Системы электронной коммутации. М.: Связь, 1968.
44. **Жарков М.А., Кучерявый А.Е.** Система общеканальной сигнализации №7. Вестник связи, 1997. — №1.
45. **Жданов И.М., Кучерявый Е.И.** Построение городских телефонных сетей. М.: Связь, 1972.
46. **Жогло В.О., Иванов А.А., Иванов А.П.** Квазиэлектронная АТС «Квант». М.: Радио и связь. 1987.
47. **Зайончковский Е.А., Пшеничников А.П., Ромапцов В.М.** Автоматическая междугородная телефонная связь. М.: Радио и связь, 1984.
48. **Захаров Г.Л., Симонов М.В., Яновский Г.Г.** Службы и архитектура широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания. Электронные знания, ТЭК. — М.: Эко-Трендз, 1993. — Т.42.
49. **Иванова А.А., Кристальный В.С., Фалунин А.Ф.** Междугородные телефонные станции. Связьиздат, 1958.
50. **Иванова О.Н., Попова А.Г.** Электронные и квазиэлектронные АТС. М.:Знание, 1979.
51. **Ильин О.К., Розенштейн И.И.** Проектирование международных телефонных станций. М.: Связь, 1973.
52. **Китаев Е.В.** Телефония. Основы телефонии и телефонных станций ручного обслуживания. Связьиздат, 1958.
53. **Клейнрок Л.** Вычислительные системы с очередями. М.: Мир, 1979.

54. **Ковалева В.Д., Калинина В.П., Козлов Д.П.** Телефония и телефонные станции. М.: Связь, 1967.
55. **Коваленков В.И.** Телефония. Центральные городские и междугородные телефонные станции. Л.: Издание Кубуч и издательский комитет электротехнического института, 1925.
56. **Колбасова В.И., Меламуд Э.А.** Система линейной сигнализации ГТС: код передачи линейных сигналов по двум выделенным сигнальным каналам. Электросвязь, 1989. — №1.
57. Коммутируемая телефонная сеть общего пользования (ТФОП). Термины и нормативные документы. Москва, 1988.
58. **Кооп М.Ф.** Автоматические телефонные станции декадно-шаговой системы завода «Красная заря» (ГАТС-47). Одесса, 1949.
59. **Кооп М.Ф., Маркович А.Я., Романцов В.М. и др.** Городские телефонные станции. М.: Связь, 1974.
60. **Крупнов А.Е., Соколов Н.А.** Новые телекоммуникационные технологии в отрасли связи. «Электросвязь», 1995. — №11.
61. **Лазарев В.Г.** Интеллектуальные цифровые сети. М.: Финансы и статистика, 1996.
62. **Левин Л.С., Плоткин М.А.** Цифровые системы передачи информации. М.: Радио и связь, 1982.
63. **Лезерсон В.К.** Связь АТС-47 с междугородной и учрежденческими телефонными станциями. Связьиздат, 1953.
64. **Лившиц В.С., Григорьев Г.Л.** Основы телефонии и телефонные станции сельской и междугородной связи. М.: Связь, 1966.
65. **Лившиц В.С., Мельников К.П., Фролова А.А.** Расчет числа приборов АТС К-100/2000. М.: Связь, 1968.
66. **Лившиц В.С., Новиков Г.А., Фарафонов Л.С.** Сельские автоматические телефонные станции. М.: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1958.
67. **Лившиц В.С., Фидлин Я.В., Харкевич А.Д.** Теория телефонных и телеграфных сообщений. Массовое обслуживание. Поток. Теория очередей. Информационные сети. Моделирование. Коммутация. М.: Связь, 1971.
68. **Лившиц В.С., Ханин Г.Б., Семенов И.И.** Сельские АТС. М.: Связь, 1975.
69. **Лийк Р.Б., Ройгенберг Е.М.** Автоматическая телефонная станция декадно-шаговой системы АТС-54. Связьиздат, 1959.
70. **Лутов М.Ф., Жарков М.А., Юнаков П.А.** Квазиэлектронные и электронные АТС. М.: Радио и связь, 1988.
71. **Максимов Г.З., Пшеничников А.П., Харитонова Е.Н.** Автоматическая сельская электросвязь. М.: Радио и связь, 1985.

72. **Мартьянов Б.К.** Междугородные телефонные станции. Связьиздат, 1942.
73. **Мартьянов Б.К.** Телефонная коммутация. М.: Связь, 1972.
74. **Мархай Е.В., Барицкий И.А.** Автоматическая телефония. Связьиздат, 1950.
75. **Мархай Е.В., Рогинский В.Н., Харкевич А.Д.** Автоматическая телефония. Связьиздат, 1960.
76. **Меламуд Э.А., Колбасова В.И.** Батарейный способ передачи линейных сигналов. Электросвязь, 1989. — №11.
77. **Меламуд Э.А., Шапиро С.Б.** Сигналы взаимодействия на местных телефонных сетях. М.: Связь, 1970.
78. **Меламуд Э.А., Шапиро С.Б., Еликоева Э.К.** Организация межстанционной связи АТС К-100/2000. М.: Связь, 1970.
79. **Метельский Г.Б.** Координатные АТС. Связьиздат, 1961.
80. **Мовшович И.Х. и др.** Городская координатная телефонная подстанция ПСК-1000. М.: Связь, 1968.
81. **Подбельский В.Н.** Почта, телеграф, телефон. М.: Госиздат, 1927.
82. **Покровский Н.Б.** Автоматическая междугородная телефонная станция типа АРМ-20. ЛЭИС, 1976.
83. **Прагер Э., Трика Я.** Электронные телефонные станции. Перев. с чешек. Под ред. Лазарева В.Г. М.: Связь, 1976.
84. **Рогинский Н.Р., Збар Н.Р.** Железнодорожные автоматические телефонные станции. Трансжелдориздат, 1948.
85. **Розенштейн И.И., Портнов М.П.** Междугородные телефонные станции. М.: Радио и связь, 1982.
86. Руководящий документ по общегосударственной системе автоматизированной телефонной связи (ОГСТФС). М.: Радио и связь, 1982.
87. Руководящий документ по общегосударственной системе автоматизированной телефонной связи (ОГСТФС). М.: Прейскурантиздат, 1988.
88. **Самуилов К.Е.** Система сигнализации №7 - ключевой элемент современных цифровых сетей связи. Сети, 1996. — №11.
89. **Соколов Н.А.** Эволюция местных телефонных сетей. Изд. ТОО «Типография «Книга», Пермь, 1994.
90. **Тарасова Ц.Л., Корнеев А.С.** Системы передачи ГТС. М.: Радио и связь, 1981.
91. **Фаергеманд О.** (Дания), **Сарма А.** (Германия), **Гольдштейн Б.С.** (Россия). SDL-92: Анализ современного состояния. Электросвязь, 1995.—№9.
92. **Фараонов Л.С., Волкова К.И., Кobleц Я.Г., Ройтменберг Е.М.** АТС декадно-шаговой системы (АТС-47). М.: Связьиздат, 1951.
93. **Финклер И.Е.** Электроакустические характеристики телефонного тракта. Связьиздат, 1961.

94. Хиллс М.Т. Принципы коммутации в электросвязи. М.: Радио и связь, 1984.
95. Через Запад на Восток - интервью с Министром связи Российской Федерации В.Б. Булгаком. Телевестник, 1992. — №1.
96. Шарипов Ю.К. Электронная автоматическая телефонная станция МТ-20. М.: Радио и связь, 1992.
97. Шляхтер М.И., Бурбанова Э.Н., Полякова М.И. Аппаратура сетей связи. Под ред. Шляхтера М.И. М.: Связь, 1980.
98. Шнепс М.А. Системы распределения информации. Методы расчета. М.: Связь, 1979.
99. Штагер В.В. Электронные системы коммутации. М.: Радио и связь, 1983.
100. Эйдельман Л.Я. Построение релейных соединителей АМТС. Связь, 1967.
101. Эйдельман Л.Я., Сасонко С.М. Нумерация абонентов на автоматизированной телефонной сети Советского Союза. Связь, 1964.
102. Belina F., Hogrefe D., Sarma A. SDL- with Applications from Protocol Specification. Prentice-Hall International. London, 1991.
103. Black Uyless D. Physical layer and related protocols. IEEE Computer Society Press, 1996.
104. Boehm V.W. A Spiral Model of Software Development and Enhancement. Computer, 1988.—Vol.21.—No.5.
105. Chapuis R.J. Present status and trends in digital switching. Telecommunication Journal, 1993. — 60. —No.4. 1 Об. David M. Piscitello, A. Lyman Chapin. Open Systems Networking, TCP/IP and OSI. Addison-Wesley, 1993.
107. ETSI European digital cellular telecommunication system: Mobile application part specification. ETS 300 044. ETSI. Sophia Antipolis, 1992.
108. ETSI/MTS Methods for Testing and Specification: Use of SDL in European Telecommunication Standards - Rules for testability and facilitating validation. ETS 300 414. ETSI. Sophia Antipolis, 1994.
109. EU CTS Proj. no. 46: Formal description techniques: SDL, LOTOS, CEC DG XIII, Telecommunications, Information Industries and Innovation. Information Industries and Innovation. Information Sheet on Conformance Testing Services (CTS). Brussels, 1992.
110. Faergemand O., Sarma A. SDL - An Established Language with New Features and Applications. —ISS'95 World Telecommunications Congress, Berlin, April 1995. — Vol. 1.
111. Gerard J. Hoizmann. Design and Validation of Computer Protocols, Prentice-Hall, 1991.
112. Goldstein B. and Sloutsky L. Introduction of Modern Telecommunications Equipment in Russia and the New Republics. IEEE Communications magazine, 1995. —Vol.33. —No.7.



113. **Goldstein B.** Switching Equipment Adaptation for Russian Public Telephone Network. IEEE Journal on Selected Areas of Communications, 1994.-Vol.12.— No.7.
114. ISO/IEC: Recommendation X.904/ISO 10746-4: Basic Reference Model of Open Distributed Processing - Part 4: Architectural semantics. Turin, 1993.
115. ITU-T: Message transfer part (MTP). Recommendation Q.701-Q.707. Signalling connection control part (SCCP) of Signalling System No.7. Recommendation Q.711-Q.714. Functional description of the ISDN user part of Signalling System #7. Recommendation 0.761. Geneva, 1993.
116. ITLJ-T: Specification and Description Language. Recommendation Z.I 00. Geneva, 1992.
117. **Jans H.** Queueing System with Clocked Operations and Priorities. 10th International Teletraffic Congress. Montreal, 1983.
118. **Jung M.M.** Busy period distribution in an SPC processor having a clock-pulse operated gate. Philips Telecommunications, 1991. —Vol:9. —No.2.
119. **Kessler Carry C., Southwick Peter V.** ISDN concepts, facilities and services. 3-d edition. McCaw Hill, 1996.
120. **Kramer W., Langenbach-Belz M.** Approximate Formulae for the Delay in the Queueing System GI/G/1. 8th International Teletraffic Congress. Melbourne, 1976.
121. **Linn R.J.** Conformance Evaluation Methodology and Protocol Testing. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1989. —Vol.7. — No.7.
122. Manterfield R.J. Common-Channel Signalling. Peter Peregrinus Ltd. — London, 1991.
123. **Olsen A., Faergemand O., Moller-Pedersen B., Reed R., Smith J.R.W.** Systems Engineering Using SDL. Elsevier Science Publishers — North-Holland, Amsterdam, 1994.
124. **Pearce J. Gordon.** Telecommunications Switching. Plenum Press. — N.Y. and London, 1994.
125. **Redl Siegmund M., Weber Matthias K., Oliphant Malcolm W.** An Introduction to GSM. Artech House. Boston, London, 1995.
126. **Russell Travis.** Signalling system #7. McGraw Hill, 1995.
127. **Schwartz M.** Computer Communication Networks: Design and analysis. Prentice Hall, New Jersey, 1977.
128. **Turner Kenneth J.** (Ed.), Using Formal Description Technique: An Introduction to ESTELLE, LOTOS and SDL. John Willey & Sons, 1993.
129. **Walters Rob.** Computer Telephone Integration. Artech House, Boston, London, 1996.

[www.kiev-security.org.ua](http://www.kiev-security.org.ua)

BEST rus DOC FOR FULL SECURITY

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие,.....	3
Список сокращений .....	6
<b>Глава 1. ПРИНЦИПЫ СИГНАЛИЗАЦИИ В ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЯХ.....</b>	<b>7</b>
1.1. Исторические аспекты и основные понятия .....	7
1.2. Классификация систем сигнализации .....	11
1.3. Эволюция протоколов сигнализации.....	12
1.4. Специфические особенности российских систем сигнализации.....	20
<b>Глава 2. МЕТОДОЛОГИЯ СПЕЦИФИКАЦИИ И ОПИСАНИЯ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ.....</b>	<b>29</b>
2.1. Введение в SDL-ориентированную методологию.....	29
2.2. Сценарии протоколов сигнализации на языке MSC .....	46
2.3. Стандартизация методов спецификации и описания современных телекоммуникационных архитектур .....	54
<b>Глава 3. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО ДВУМ ВЫДЕЛЕННЫМ СИГНАЛЬНЫМ КАНАЛАМ .....</b>	<b>63</b>
3.1. Сигнализация в системах передачи с ИКМ .....	63
3.2. Линейная сигнализация ГТС: местный вызов .....	70
3.3. Линейная сигнализация ГТС: входящий междугородный вызов.....	94
3.4. Сигнализация по универсальным соединительным линиям двустороннего действия .....	109
<b>Глава 4. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО ТРЕХПРОВОДНЫМ СОЕДИНИТЕЛЬНЫМ ЛИНИЯМ.....</b>	<b>131</b>
4.1. Основы батарейного способа сигнализации.....	131
4.2. Линейная сигнализация: местный вызов .....	137
4.3. Линейная сигнализация: входящий междугородный вызов.....	169
<b>Глава 5. ОДНО- И ДВУХЧАСТОТНЫЕ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ.....</b>	<b>193</b>
5.1. Сигнализация токами тональных частот.....	193
5.2. Одночастотная сигнализация 2600 Гц по заказно-соединительным линиям (ЗСЛ).....	195

5.3. Одночастотная сигнализация 2600 Гц по входящим междугородным соединительным линиям (СЛМ) .....	205
5.4. Одночастотная сигнализации по междугородным и ведомственным соединительным линиям.....	217
5.5. Одночастотная сигнализация 2100 или 1600 Гц для полуавтоматической внутризонавой связи.....	221
5.6. Двухчастотная сигнализация 1200 Гц и 1600 Гц .....	225
5.7. Двухчастотная сигнализация 600 Гц и 750 Гц .....	236
<b>Глава 6. МНОГОЧАСТОТНЫЕ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ.....</b>	<b>240</b>
6.1. Сигнализация «импульсный челнок» .....	240
6.2. Сигнализация «импульсный пакет 1».....	250
6.3. Сигнализация «импульсный пакет 2».....	260
<b>Глава 7. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО ОДНОМУ ВЫДЕЛЕННОМУ СИГНАЛЬНОМУ КАНАЛУ .....</b>	<b>265</b>
7.1. Сигнализация кодом «норка»: местный вызов .....	265
7.2. Сигнализация кодом «норка»: междугородный вызов.....	275
7.3. Сигнализация по выделенному сигнальному каналу индуктивным кодом.....	287
<b>Глава 8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЫЗОВОВ .....</b>	<b>301</b>
8.1. Вмешательство телефонистки при занятости вызываемого абонента .....	301
8.2. Автоматическое определение номера вызывающего абонента.....	304
8.3. Запрос номера вызывающего абонента .....	312
8.4. Набор собственного номера.....	316
<b>Глава 9. СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ МККТТ.....</b>	<b>320</b>
9.1. Системы сигнализации №1, №3, №4, №5 .....	320
9.2. Система сигнализации R1.....	325
9.3. Система сигнализации R2.....	326
<b>Глава 10. СИСТЕМА ОБЩЕКАНАЛЬНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ №7... 337</b>	
10.1. Введение .....	337
10.2. Подсистема передачи сообщений МТР .....	341
10.3. Подсистема SCCP .....	351
10.4. Подсистема ISUP .....	359
10.5. Подсистема возможностей транзакций TCAP .....	372
10.6. Подсистема интеллектуальной сети INAP .....	380

10.7. Подсистемы мобильной связи MAP и BSSAP стандарта GSM.....	381
10.8. Подсистемы мобильной связи MUP и HUP стандарта NMT .....	384
10.9. Подсистема OMAP .....	387
Глава 11. АНАЛИЗ, ТЕСТИРОВАНИЕ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛОВ СИГНАЛИЗАЦИИ.....	390
11.1. Анализ вероятностно-временных характеристик сканирования и обработки сигнализации .....	390
11.2. Протокол-тестеры российских систем сигнализации .....	399
11.3 Конвертеры протоколов сигнализации .....	406
11.4. Информационная база поддерживаемых в АТС систем сигнализации.....	410
Литература .....	412