

Б.С. Гольдштейн

СН

СИГНАЛИЗАЦИЯ В СЕТЯХ

СВЯЗИ

Б. С. Гольдштейн

СИГНАЛИЗАЦИЯ В СЕТЯХ СВЯЗИ

Том 1

4-е издание



**«БХВ – Санкт-Петербург»
2005**

УДК 621.395.34

Г63

ББК 32.881

Гольдштейн Б. С.

Сигнализация в сетях связи. Том 1. — 4-е издание — СПб.:

Г63 БХВ—Санкт-Петербург, 2005. — 448 с.: ил.

ISBN 5-8206-0116-5

4-е издание монографии «Сигнализация в сетях связи», вышедшей в 1997, 1998 и 2001 г.г. посвящено протоколам сигнализации Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации.

Приведен ориентированный на язык SDL метод анализа, позволяющий сравнительно просто описать специфические особенности систем межстанционной сигнализации и процедур обслуживания вызовов, а также необходимые для проектирования спецификации и сценарии. Рассматривается эволюция российских систем межстанционной сигнализации от трехпроводных соединительных линий и так называемой «R полтора» (R1.5) до протоколов общеканальной сигнализации ОКС7. Все инженерные решения ориентированы на современные цифровые коммутационные узлы и станции.

Для инженеров и научных работников, занятых исследованием, разработкой и эксплуатацией узлов коммутации. Книга будет полезна студентам и аспирантам соответствующих специальностей.

Научно-техническое издание

ИБ № 3004

ISBN 5-8206-0116-5

© Гольдштейн Борис Соломонович, 2005

Boris Goldstein.

Signaling in Telecommunication Networks. Volume 1.
4th edition. SPb.—BHV, 2005. — 488 p.

The 4th edition of the monograph "Signaling in Telecommunication Networks" published in 1997, 1998 and 2001 is devoted to a wide range of questions related to signaling protocols in telephone networks.

The SDL-oriented analysis method enabling the description in a relatively simple way of the specifics of interoffice signaling systems and call handling procedures, as well as specifications and scenarios required for designing is discussed. The evolution of Russian interoffice signaling systems, from three-wire trunks and so called "R 1.5" to Signaling System No7 protocols is considered. All engineering solutions are directed toward up-to-date digital switching nodes and exchanges. The book is primarily intended for engineers and scientists involved in the research, development, and operation of switching nodes. The book will be a valuable reference source for students and post-graduates studying in these areas.

Scientific and technical edition

Copyright © Boris Goldstein 2005

Содержание

Предисловие	6
Глава 1 Принципы сигнализации в телефонных сетях ...	11
1.1 Исторические аспекты и основные понятия	11
1.2 Классификация систем сигнализации	15
1.3 Эволюция протоколов сигнализации	17
1.4 Специфические особенности российских систем сигнализации	24
Глава 2 Методология спецификации и описания систем сигнализации	33
2.1 Введение в SDL-ориентированную методологию	33
2.2 Сценарии протоколов сигнализации на языке MSC	51
2.3 Стандартизация методов спецификации и описания современных телекоммуникационных архитектур	58
Глава 3 Сигнализация по двум выделенным сигнальным каналам	69
3.1 Сигнализация в системах передачи с ИКМ	69
3.2 Линейная сигнализация ГТС. Местный вызов	76
3.3 Линейная сигнализация ГТС. Входящий междугородный вызов	100
3.4 Сигнализация по универсальным соединительным линиям двустороннего действия	116
Глава 4 Сигнализация по трехпроводным соединительным линиям	137
4.1 Основы батарейного способа сигнализации	137
4.2 Линейная сигнализация. Местный вызов	143
4.3 Линейная сигнализация. Входящий междугородный вызов	173
Глава 5 Одно- и двухчастотные системы сигнализации	197
5.1 Сигнализация токами тональных частот	197

5.2	Одночастотная сигнализация 2600 Гц по заказно-соединительным линиям (ЗСЛ)	200
5.3	Одночастотная сигнализация 2600 Гц по входящим междугородным соединительным линиям (СЛМ)	209
5.4	Одночастотная сигнализации по междугородным и ведомственным соединительным линиям	221
5.5	Одночастотная сигнализация 2100 или 1600 Гц для полуавтоматической внутризоновой связи	225
5.6	Двухчастотная сигнализация 1200 Гц и 1600 Гц	229
5.7	Двухчастотная сигнализация 600 Гц и 750 Гц	240
Глава 6	Многочастотные системы сигнализации	245
6.1	Сигнализация «Импульсный челнок»	245
6.2	Сигнализация «Импульсный пакет 1»	255
6.3	Сигнализация «Импульсный пакет 2»	265
Глава 7	Сигнализация по одному выделенному сигнальному каналу	271
7.1	Сигнализация кодом «Норка». Местный вызов	271
7.2	Сигнализация кодом «Норка». Междугородный вызов	281
7.3	Сигнализация по выделенному сигнальному каналу индуктивным кодом	295
Глава 8	Специальные процедуры обслуживания вызовов	307
8.1	Вмешательство телефонистки при занятости вызываемого абонента	307
8.2	Автоматическое определение номера вызывающего абонента	310
8.3	Запрос номера вызывающего абонента	318
8.4	Набор собственного номера	322
Глава 9	Системы сигнализации МККТТ	327
9.1	Системы сигнализации №1, №3, №4, №5	327
9.2	Система сигнализации R1	332
9.3	Система сигнализации R2	334

Глава 10 Система общекаанальной сигнализации №7	345
10.1 Введение	345
10.2 Подсистема переноса сообщений МТР	349
10.2.1 Уровень 1	350
10.2.2 Уровень 2	350
10.2.3 Уровень 3	355
10.3 Подсистема SCCP	360
10.3.1 Общие сведения	360
10.3.2 Взаимодействие с подсистемами смежных уровней	362
10.3.3 Услуги и возможности эксплуатационного управления ..	368
10.3.4 Сообщения SCCP	369
10.4 Подсистема ISUP	376
10.4.1 Общие сведения	376
10.4.2 Сообщения ISUP	378
10.4.3 Средства сквозной передачи сообщений ISUP	384
10.5 Средства транзакций и подсистема TCAP	387
10.5.1 Общие сведения	387
10.5.2 Примитивы TC и TR	391
10.5.3 Сообщения TCAP	394
10.6 Подсистема интеллектуальной сети INAP	396
10.7 Подсистемы мобильной связи MAP и BSSAP стандарта GSM ..	398
10.8 Подсистемы обильной связи MUP и HUP стандарта NMT	402
10.9 Подсистема эксплуатационного управления OMAP	405
Глава 11 Анализ, тестирование и преобразование протоколов сигнализации	408
11.1 Анализ вероятностно-временных характеристик сканирования и обработки сигнализации	408
11.2 Протокол-тестеры российских систем сигнализации	417
11.3 Конвертеры протоколов сигнализации	429
11.4 Информационные базы данных	434
Литература	439

Предисловие

Предисловие к первому изданию

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 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 фольклорное наименование «R полтора» (R1.5).

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 междугородные 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 преимуществом технических идей, сходством путей эволюции протоколов сигнализации и очевидной эффективностью их международной унификации.

Наиболее объемистая 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 преобразования рассмотренных в предыдущих главах 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 сведущий 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 Санкт-Петербургскому государственному университету телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, где разрабатывались все отечественные

системы коммутации и обучались сами разработчики и 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, а также доброжелательная поддержка администрации университета и 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.

Предисловие ко второму изданию

Материал первого тома книги практически повторяет вышедшую год назад монографию «Сигнализация в сетях связи», М.: Радио и связь, 1997. Завершив эту работу, автор в полном соответствии с заповедью Моисея «Награда за исполнение долга – силы, чтобы исполнить другой долг» попытался сосредоточиться на другой группе телекоммуникационных протоколов – системах сигнализации сети абонентского доступа (V5.1, V5.2, DSS-1). Однако неожиданно быстрое исчезновение с прилавков первого издания привело автора к решению объединить эти работы, переиздав книгу «Сигнализация в сетях связи» как первый том новой объединенной монографии о телекоммуникационных протоколах. По сравнению с первым изданием несколько расширен материал главы 11, исправлены замеченные опечатки.

Предисловие к третьему изданию

Эта книга появилась менее чем через 5 лет после выхода первого издания книги «Сигнализация в сетях связи». Тем не менее, революционные изменения в телекоммуникациях, произошедшие за этот период, привели к необходимости существенных изменений и дополнений в её третьем издании. В первую очередь, они коснулись самой большой по объему главы 10, посвященной протоколам ОКС7. Радикально переработанная, эта глава сейчас стала еще больше, но даже в таком виде она отнюдь не исчерпывает тему, являясь своего рода развернутым учебным курсом по ОКС7. Естественным её продолжением явилась серия справочников по отдельным протоколам ОКС7, над которыми сейчас работают Р.Д. Перле и И.М. Ехриель при посильном участии автора. В основу справочников положены тестовые сценарии и спецификации, реализованные в протокол-тестерах ОКС7, которые рассмотрены в главе 11. Эта глава 11 тоже подверглась переработке, обусловленной, в первую очередь, бурным развитием описанных там программно-аппаратных средств. Исправлены многочисленные опечатки, замеченные читателями в двух предыдущих изданиях, несколько расширен список литературы.

Предисловие к четвертому изданию

Решение издательства «БХВ — Санкт-Петербург» о переиздании и так уже разошедшегося почти в 30 тысячах экземпляров двухтомника, посвященного телекоммуникационным протоколам сигнализации, стало автору врасплох, поскольку 30 тысяч для двух узкоспециальных книг, адресован преимущественно, профессиональным связистам, и так уже слишком много.

К тому же, за 9 лет с момента выхода первого издания тома «Сигнализация в сетях связи» бурно развивающаяся телекоммуникационная индустрия успела сменить свое название с телекоммуникаций на инфокоммуникации, более соответствующее сегодняшним процессам конвергенции телефонных и компьютерных сетей. Да и в консервативной юридической терминологии традиционная ТФОП, согласно новому российскому Закону о связи, названа не очень привычным пока термином ССОП (*Сеть связи общего пользования*). За эти 9 лет автор и его коллеги написали ряд других книг о нашей чрезвычайно увлекательной области инфокоммуникаций, не менее интересных и/или полезных, как хотелось бы надеяться. Все эти книги можно условно расположить на трех уровнях, как показано на последней странице обложки. Центральный уровень, кроме названного двухтомника (и его англоязычной версии «*Evolution of Telecommunication Protocols*»), содержит еще четыре книги, каждая из которых в равной степени может рассматриваться как продолжение двухтомника:

- «Интеллектуальные сети» (2000 г.), которая посвящена концепции и архитектуре Интеллектуальной сети и протоколу INAP рассматривающегося в томе 1 стека протоколов ОКС7;

- «IP-телефония» (2001 и 2003 гг.), в которой, наряду с принципами и решениями VoIP, описаны протоколы H.323, RAS, RSVP, SIP, SIP-T, MGCP, MEGACO/H.248;
- «Call-центры и компьютерная телефония» (2002 г.), описывающая IP-контакт-центры, prepaid-платформы, узлы услуг SN, модели и протоколы ECTF, а также прикладные программные интерфейсы API, включая (но не ограничиваясь) TAPI, Parlay, OSA, CSTA, SCAI, JAIN и др.;
- «Технология и протоколы MPLS» (2005 г.), в которой рассмотрены протоколы LDP, CR-LDP, RSVP-TE, OSPF, IS-IS, BGP-4, а также инжиниринг трафика, GMPLS и др.

В зависимости от области практических интересов читателя (услуги, Call-центры, транспортные сети, VoIP и т.п.), каждую из перечисленных четырех книг можно считать томом 3.

Над этими книгами на обложке изображены два «синих» учебника. Первый из них – «Системы коммутации» (2003 и 2004 г.г.) - является учебником для ВУЗов связи по специальности 200900 и смежным специальностям направления «Телекоммуникации» и затрагивает практически все вопросы, рассмотренные в двухтомнике. Так, в посвященной межстанционной сигнализации главе 8 представлено изложение этого тома (а в посвященной абонентскому доступу главе 7 – тома 2), хотя и конспективное, но в полном согласии с требованиями учебного стандарта и в соответствующем учебнику стиле. Вторая книга – «Softswitch» – официально ещё не является учебником для ВУЗов связи, но составляет основу читающихся на кафедре телефонии СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича весьма важных спецкурсов по тем же инфокоммуникационным специальностям.

Детальные спецификации рассматриваемых в этом томе протоколов содержатся в справочниках серии «Телекоммуникационные протоколы», отвечающих упомянутому в начале предисловия требованиям практической инженерной деятельности и показанным в нижней плоскости на обложке. Это – три справочника по подсистемам MTP, ISUP и SCCP стека протоколов ОКС7, справочник по R1.5 и др. Такая серия справочников в свое время была задумана для включения в комплекты поставок ставших стандартом де-факто протокол-тестеров платформы SNT (SNTlite, SNT-7531, SNT-4268, SNTsmart), модулей системы мониторинга СПАЙДЕР сети сигнализации ОКС7 и протокол-конвертеров платформы xSM (ISM, CSM, USM, VSM, XSM и др.). Но, вопреки первоначальным планам, справочники завоевали более широкую читательскую аудиторию. Поэтому в следующем году запланированы еще два справочника серии «Телекоммуникационные протоколы», в отличие, к слову, от центральной плоскости, где никаких новых книг пока не планируется.

Именно такой «трехуровневый» подход представляется наиболее уместным при рассмотрении и обсуждении весьма непростой проблематики современных инфокоммуникаций. Впрочем, насколько это представление справедливо, решит читатель.

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 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 большинство 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. Строуджера из Канзас-Сити. Сменившая ручные станции эпоха электромеханических АТС (1910-1960 гг.) включала в себя этапы шаговых АТС, 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: про-

странственная 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 сетей 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 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 обслуживала 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 телеграфа 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, из чего можно сделать вывод, что цели были верны, но средства выбирались не все-

гда 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. Рисунок 1.1 и таблица 1.1 демонстрируют темпы ее 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 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.

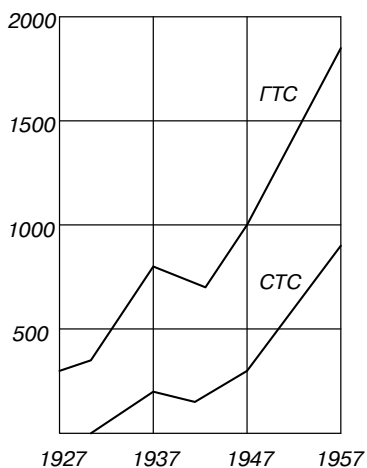


Рис. 1.1 Рост номерной емкости местных телефонных сетей

Таблица 1.1 Рост номерной емкости местных телефонных сетей

Год	Количество телефонных аппаратов на начало года
1883	772
1893	6 760
1903	36 738
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

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 городских телефонных сетях Российской Федерации все еще эксплуатируются эти декадно-шаговые (АТС-47 и АТС-54) и координатные АТС (АТСК, АТСКУ, АТСК-100/2000, ПСК-1000), составляющие порядка 25% и 60% емкости ГТС, соответственно. Оставшиеся 52% представляют квазиэлектронные и современные электронные цифровые станции. Общая смонтированная емкость сельских телефонных сетей составляет 3,6 млн. номеров, обслуживаемых, в основном, АТС координатной системы АТСК 100/2000 и АТСК 50/200.

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

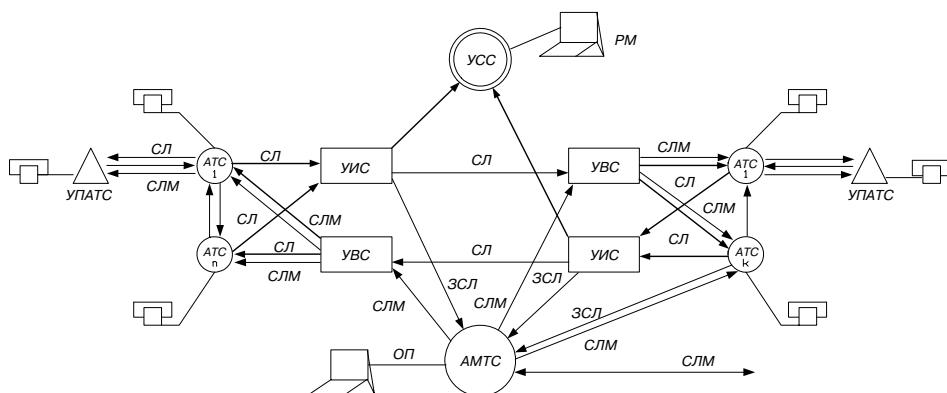


Рис. 1.2 Типовая структура ГТС большой емкости

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

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 обслужива-

живания 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 индивидуальному выделенному сигнальному каналу (ВСК). Как правило, в таких системах для сигнализации предусматриваются выделенные средства в тракте передачи информации (выделенный ресурс тракта) для каждого разговорного канала. 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 требуется.

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 содержат значительную часть оборудования, использующего эти системы сигнализации. К тому же, даже при внедрении самых современных станций требуется взаимодействие с существующими системами сигнализации, в связи с чем описание принципов и самих систем сигнализации первых двух классов

составляет значительную часть объема данной книги. При этом описания наиболее распространенных в 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 этому протоколу посвящена самая объемистая глава книги. Данная книга не претендует на исчерпывающее рассмотрение систем ОКС на уровне спецификаций. Обязательно определяемые в спецификациях режимы функционирования в условиях неисправностей и ошибочных данных, как и некоторые другие технические подробности, в материалах главы 10 намеренно пропущены 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 разных классов объясняется следующими причинами. Детальные спецификации систем общеканальной сигнализации, включающие в себя 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 ITU-T), и регулярно публикуются в цветных книгах ITU-T. Таковы, в частности, рекомендации серии Q.700 в выпусках Желтой, Красной и Голубой книг МККТТ (1981, 1985 и 1989 гг.) и Белой книги ITU-T (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 значений таймеров, 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 трех описанных выше классов систем сигнализации, является взаимосвязь систем сигнализации, поддерживаемых той или иной АТС, с используемым в этой АТС принципом управления обслуживанием 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. В процессе обслуживания вызова линейные и разговорные сигналы проходят один и тот же путь как внутри станции, так и по межстанционным соединительным линиям.

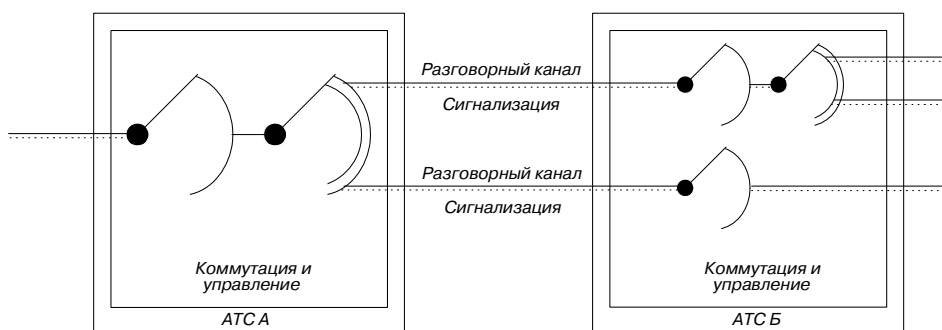


Рис. 1.3 Упрощенное представление способов сигнализации непосредственно по телефонному каналу

Передача сигналов по телефонным каналам (физическим цепям) постоянным током может осуществляться гальваническим, шлейфовым 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 шлейфовом способе, в отличие от батарейного, сигналы передаются по шлейфу 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. 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 в 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 сигналов нашел применение в сельских телефонных сетях при связи сельских АТС с ручными телефонными станциями системы ЦБ, а также при связи ручных станций системы МБ с АТС, когда станции МБ не оборудованы источниками электропитания напряжением 24 В. Недостатком способа является то, что сигналы проходят по обоим проводам линии в одном направлении и поэтому оказывают значительное индуктивное влияние на соседние цепи.

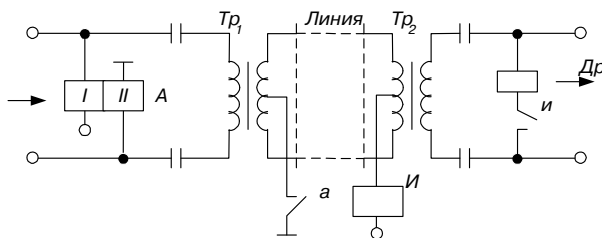


Рис. 1.4 Передача сигналов гальваническим способом

В сельских телефонных сетях нашел применение *индуктивный способ* передачи сигналов при связи центральной станции с узловыми и оконечными, а также 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 имело 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 при рассмотрении сигнализации по одному выделенному сигнальному каналу (1ВСК) 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 в 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 и разрушения соединений вводятся специальные управляющие устройства (регистры и маркеры), отделенные от коммутационных прибо-

ров. Такая технология позволяет добиться большей гибкости в управлении соединениями и является более экономичной.

С этим классом станций обычно ассоциируется система сигнализации второго класса – сигнализация по выделенному сигнальному каналу (ВСК). Сигнальная информация проходит по тому же пути, что и соответствующий разговор, но внутри станции они разделены. 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.

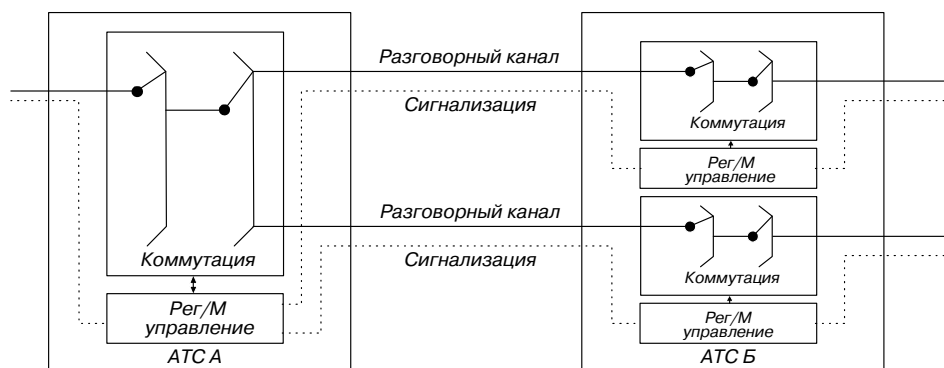


Рис. 1.5 Упрощенное представление сигнализации по выделенному сигнальному каналу (ВСК) с отдельными блоками коммутации и управления

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 полосе более низких (менее 300 Гц) или более высоких (более 3400 Гц) частот (см. рисунок 1.6).

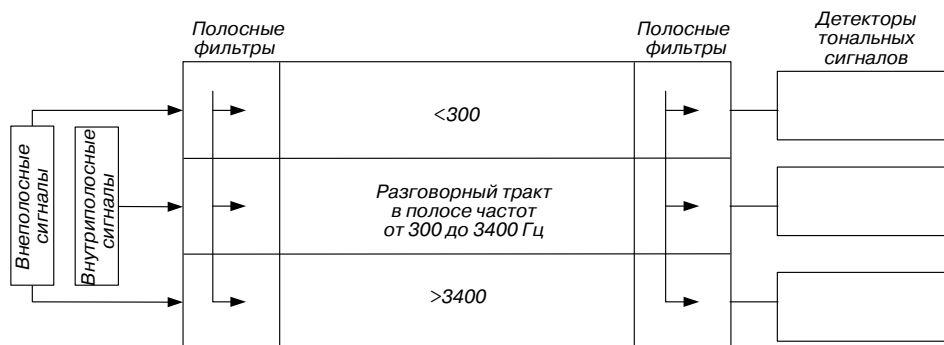


Рис. 1.6 Втрупиполосная и внеполосная сигнализация токами тональных частот

Внутриполосная сигнализация предусматривает передачу сигнальной информации по тому разговорному каналу, к которому эта информация относится. Для ее передачи используется одна или несколько частот в полосе 300-3400 Гц. На приемном конце содержание информации анализируется с помощью тонального приемника.

В межстанционных трактах передачи внутриполосные сигналы проходят точно так же, как обычная речь – через усилители разговорного тракта, что приводит к гораздо большей дальности передачи сигналов, чем это возможно в системах сигнализации постоянным током.

Системы внутриполосной частотной сигнализации могут использоваться для передачи как линейных, так и регистровых сигналов, причем для регистровой сигнализации обычно используются так называемые многочастотные системы, которые будут рассмотрены в данном разделе несколько позже, а описаны (в их специфических российских вариантах) – в главе 6.

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

Таблица 1.2 Пример непрерывной 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. Смысл сигнала определяется направлением, длиной импульса и тем, на каком этапе соединения передается сигнал. Достоинство импульсной внутриполосной сигнализации состоит в том, что возможен больший набор сигналов (позволяющий передать больше параметров), возможны более высокие уровни сигналов (благодаря ограниченной длительности сигналов) и их меньшее влияние друг на друга (опять-таки вследствие их ограниченной длительности). Однако необходи-

мость эффективного распознавания сигналов приводит к тому, что оконечные комплекты сигнализации оказываются относительно сложными и дорогостоящими. Типичными примерами импульсных внутриполосных систем сигнализации могут служить российская одночастотная система сигнализации 2600 Гц, детально рассматриваемая в главе 5, или английская система сигнализации AC9, представленная в таблице 1.3.

Таблица 1.3 Примеры сигналов в импульсной внутриполосной системе сигнализации (система UK AC9)

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

Внутриполосные системы сигнализации могут применяться двумя методами: *эстафетным* и *сквозным*. При *эстафетном* методе сигнализации (*link-by-link*) вся адресная информация обрабатывается в каждой станции маршрута, по которому проходит соединение. Согласно примеру на рис. 1.7, сначала сигналы поступают от АТС А к АТС Б, после чего передатчик АТС А освобождается. Затем АТС Б передает всю информацию на АТС В, причем каждая станция обрабатывает адресную информацию перед тем, как передать ее к следующей стан-

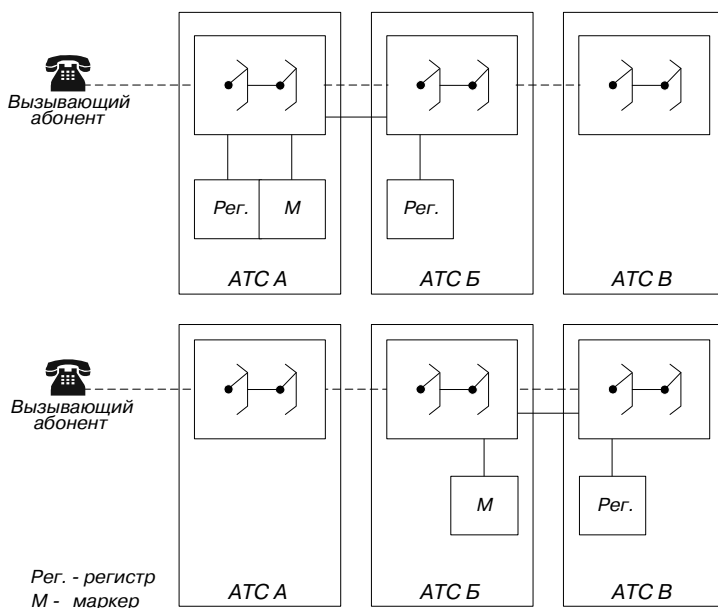


Рис. 1.7 Эстафетная сигнализация от станции А к станции Б и от станции Б к станции В

ции.

При сквозном методе сигнализации (end-to-end) сигналы между исходящей и входящей АТС передаются прямо по разговорному тракту, без преобразования и/или анализа их в промежуточных коммутационных узлах. Поэтому при сквозной сигнализации сигналы (например, сигнал ответа) могут передаваться достаточно быстро. Как показано на рис. 1.8, регистр станции вызывающего абонента (Per) действует на все время установления соединения, а маркер станции вызывающего абонента (M) посылает на следующую станцию только информацию, необходимую для маршрутизации вызова. За-

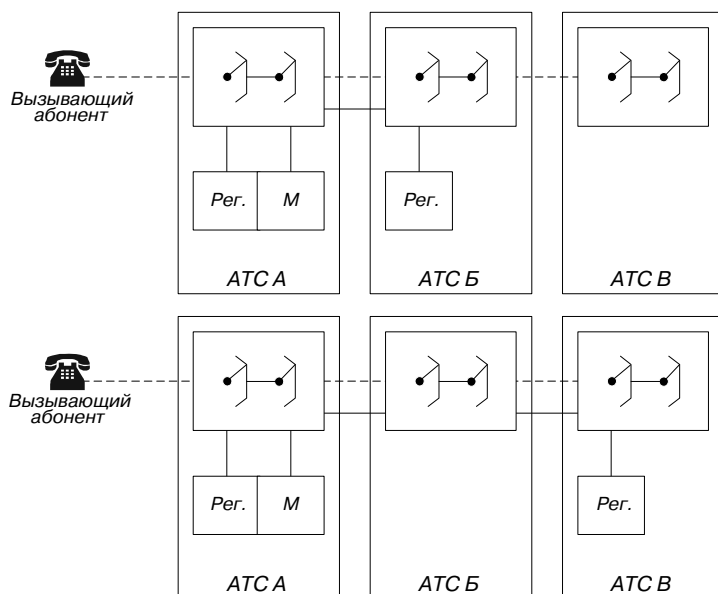


Рис. 1.8 Сквозная сигнализация от станции А к станции Б
и от станции А к станции В

тем АТС А посылает информацию на АТС В, а регистр на АТС Б освобождается сразу же после завершения маршрутизации от АТС Б к АТС В.

Внеполосные 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 (рекомендуется 3825 Гц). Преимущества внеполосной сигнализации – возможность передачи сигнала одновременно с передачей речи и ненужность мер предотвращения 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

немультиплексированные 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 варианты применения – это непрерывный, взаимно неконтролируемый режим в двух модификациях: использующий для индикации свободного состояния включенный тональный сигнал или использующий для этого выключенный тональный сигнал.

Примером первой модификации с включением тонального сигнала для индикации свободного состояния является линейная сигнализация R2, рассматриваемая в главе 9 данной книги. Примером

Таблица 1.4 Примеры сигналов в системе с индикацией 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	–

применения второй модификации с отключением тонального сигнала в свободном состоянии является английская система сигнализации AC8, сигналы которой представлены в таблице 1.4.

Системы сигнализации первых двух классов, представленные на рис. 1.3 и рис. 1.5, обладают ограниченными возможностями, 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 в 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 разговорный 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.

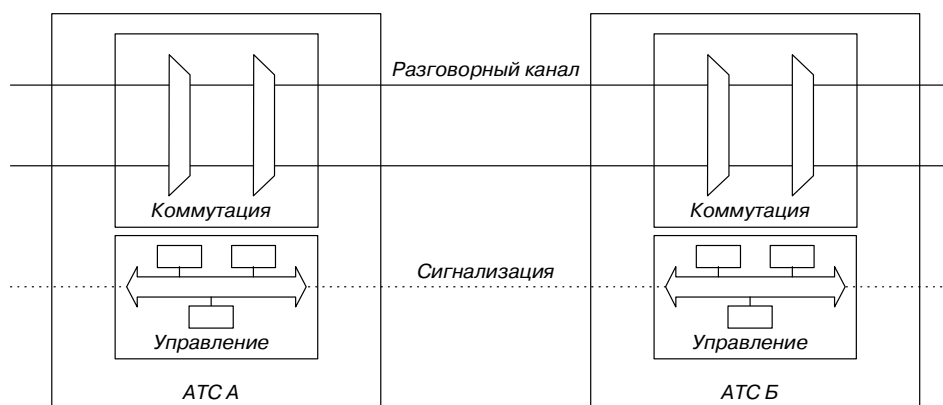


Рис. 1.9 Упрощенное представление общеканальной сигнализации

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

В дополнение к отсутствию указанных выше ограничений имелись и другие факторы, обусловившие принятие ОКС для национальных и международных сетей связи: быстро развивающиеся методы программного управления узлами коммутации; заложенный в концепцию системы ОКС эволюционный потенциал, обеспечивающий оперативное добавление новых возможностей в соответствии с новыми требованиями сети.

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 был сосредоточен 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 территории земного шара, что отчасти было связано с отсутствием в Советском Союзе особого стремления к соблюдению международных стандартов, по крайней мере, в области телекоммуникаций. Результатом такого положения дел явились специфические межстанционные протоколы сигнализации и процедуры обслуживания вызовов в телефонной сети Российской Федерации, которые вызывают теперь 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 сквозной сигнализации, который весьма удобен в условиях аналоговой сети, обеспечивающей соединение между абонентами по физическим цепям. Совсем не так обстоит дело в случае цифровых АТС. Здесь эстафетный метод сигнализации представляется более предпочтительным. Это иногда приводит к парадоксальным ситуациям, состоящим в том, что ранее эксплуатировавшиеся 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 в российских телефонных сетях в ближайшие десятилетия. Далее, в главах 3 – 7 книги будет 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 рассматриваются 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 в 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). В 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 с точки зрения систем сигнализации является сохраняемая до настоящего времени практически во всех местных сетях повременная оплата только междугородных вызовов (вызовов, поступающих через междугородную станцию), а также приоритет в обслуживании междугородных вызовов. Для реализации системы начисления платы, существующей сегодня во Взаи-

моувязанной сети связи Российской Федерации, информация о категории и номере вызывающего абонента должна передаваться на междугородную АТС, которая, в свою очередь, обеспечивает возможность 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 в сельских и городских телефонных сетях, представлена в таблицах 1.5 и 1.6, содержащих перечни наиболее часто встречающихся-

Таблица 1.5 Некоторые интерфейсы систем сигнализации
(физический уровень)

Тип	Применение	Рассмотрен	Примечание
2.048 Мбит/с ИКМ	Везде	Гл. 3	ITU-T G.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

ся физических интерфейсов 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 интерфейс 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. В сельских сетях также более предпочтителен интерфейс ИКМ со скоростью 2.048 Мбит/с, но он используется для универсальных соединительных линий двустороннего действия, а потому применяется другой протокол. В сельских телефонных сетях также могут быть использованы другие виды аппаратуры передачи: ИКМ-15 (1.024 Мбит/с) и даже ИКМ-12. Использование в сетях ИКМ-12 быстро 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 сигнализации являются сугубо специфическими и практически не совместимы с между-

народными стандартами. Сказанное не распространяется на систему сигнализации по общему каналу ОКС7, уже активно используемую в российских телефонных сетях. Национальные технические осо-

Таблица 1.6 Некоторые протоколы систем сигнализации

Тип	Применение	Рассмотрен	Примечание
ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ			
2ВСК для раздельных 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	
РЕГИСТРОВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ			
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	

бенности имеют незначительное влияние на реализацию ОКС7. Это обеспечивает внедрение новых цифровых станций в российскую Взаимоувязанную сеть связи без тех затруднений, которые вызывают протоколы сигнализации, рассматриваемые в главах 3 – 8.

Специфика существующих протоколов и потребность в эффективном развитии систем сигнализации диктуют 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, рассматриваемых в главе 11, для тестирования и верификации этих спецификаций.

Обязательным и основополагающим для каждой функционирующей в 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 приме-

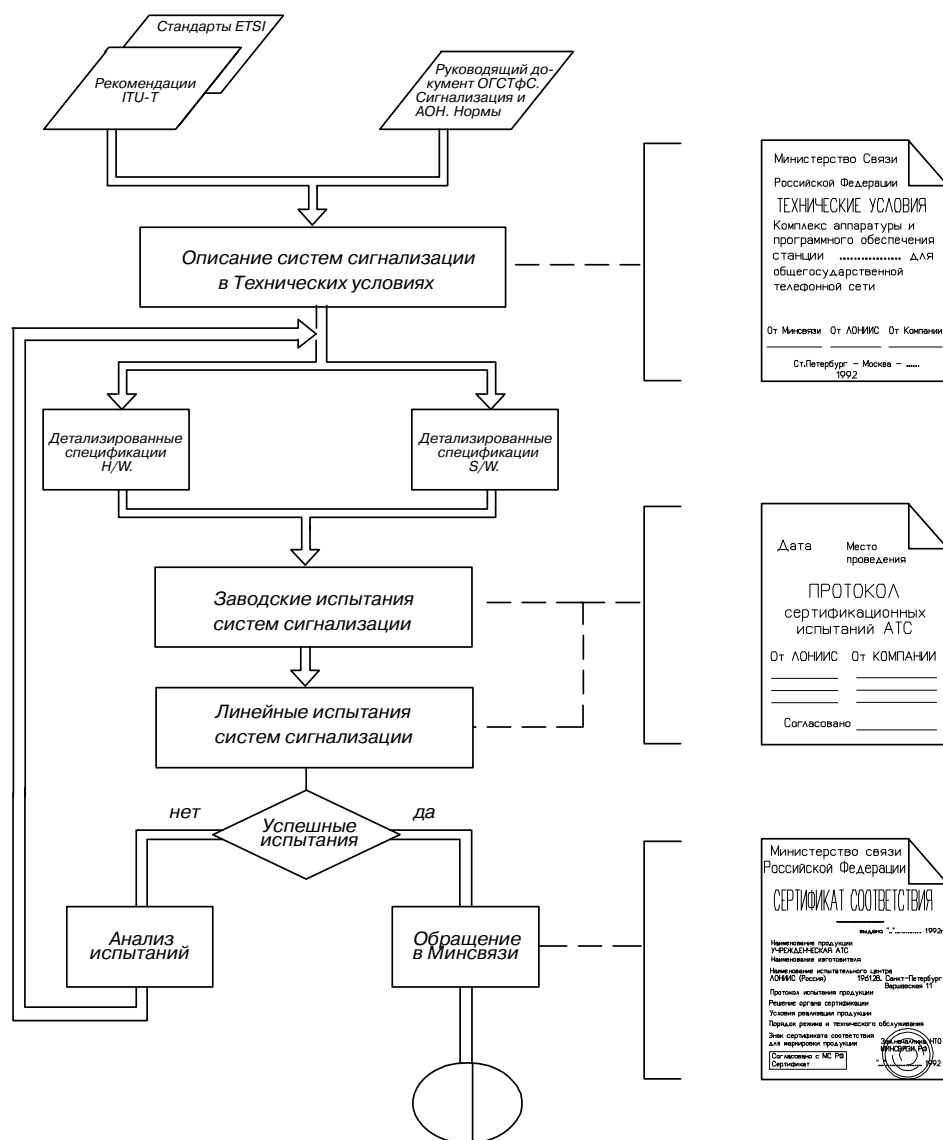


Рис. 1.10 Упрощенная схема процедуры адаптации коммутационного оборудования

Таблица 1.7 Примерное содержание документа
"Технические условия"

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 линий 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 надежность
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 инструкций, 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

нения, содержит первые, наиболее общие спецификации, выполненные на естественном языке со всеми присущими такому способу изложения недостатками: с неоднозначностью, с невозможностью под-

держания 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 интерфейсов содержат не только таблицы сигнальных кодов [86,87], но и эффективно дополняющие эти таблицы структурные схемы и диаграммы на языке SDL, таблицы значений таймеров, сценарии обмена сигналами на MSC. Эти спецификации объединяют накопленные за многие годы результаты измерений характеристик телефонных сетей, исторически сложившаяся техническая обстановка в которых требует определенным образом выбирать алгоритм обработки и значение таймера при определении того или иного линейного сигнала.

Эффективность использования детализированных спецификаций

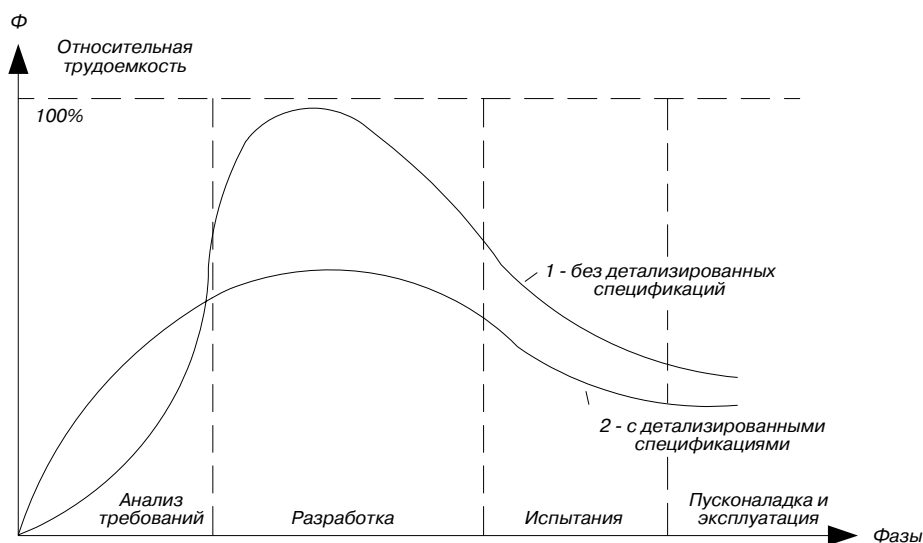


Рис. 1.11 Распределение трудоемкости (стоимости) разработки протокола сигнализации без детализированных спецификаций (1) и с детализированными спецификациями (2)

для реализации специфических протоколов сигнализации иллюстрирует рис. 1.11. Хотя исходные данные для рис. 1.11 носят характер экспертных оценок и получены в частных, довольно узких исследованиях, высокая эффективность детализированных спецификаций очевидна.

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 ее 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 усло-

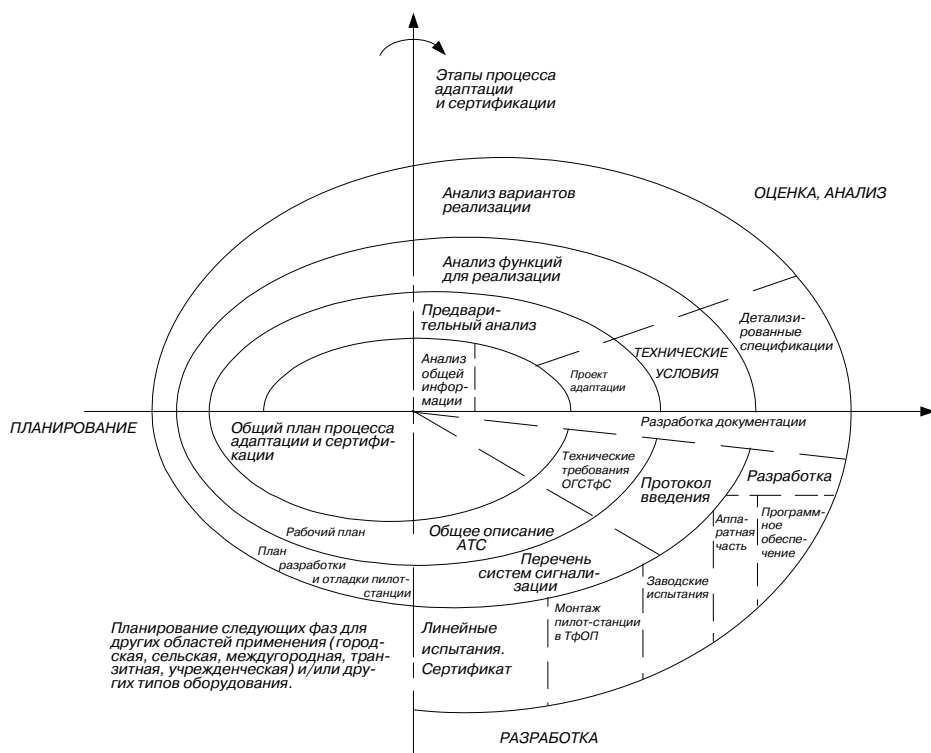


Рис. 1.12 Спиральная модель процесса реализации систем сигнализации вил, использующих естественный язык). На детализированных уровнях проектирования протоколов сигнализации активно применяется

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.

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 разных протоколов сигнализации рассматривается в следующих главах книги. Подведение некоторых итогов в части тестирования реализаций 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 в телефонных сетях на базе хорошо известного языка описаний и спецификаций SDL, разработанного 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 стремлением найти разумный баланс 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.

Для целей настоящей книги существенно 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.

Приводимое в этой главе описание методологии использования SDL ориентировано сугубо на проблематику данной книги и, хотя оно ни на йоту не отступает от рекомендаций Исследовательской комиссии 10 «Языки, применяемые в электросвязи» ИТУ-Т по состоянию на 1998 г., вовсе не претендует на то, чтобы представлять собой полную и всеобъемлющую инструкцию по SDL. Данная глава построена следующим образом: в первом разделе дается элементарное введение в SDL, достаточное для понимания приведенных в книге диаграмм. Следующий раздел 2.2 посвящен непосредственно связанному с SDL языку MSC, на котором в следующих главах написаны сценарии разных протоколов сигнализации.

В разделе 2.3 приведена дополнительная информация о стандартизации и о других современных языковых средствах спецификаций и тестирования протоколов. 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 ИТУ-Т (в то время эта организация называлась Международным консультативным комитетом по телеграфии и телефонии – МККТТ) в 1976 г., последующие версии появились в соответствующих цветных книгах ИТУ-Т в 1980, 1984, 1988, 1992 и 1996 годах [102, 116, 123].

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 в области 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 «Соединение» 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 подлежит точному определению в спецификации SDL с указанием значений типов данных, которые могут быть переданы данным сигналом.

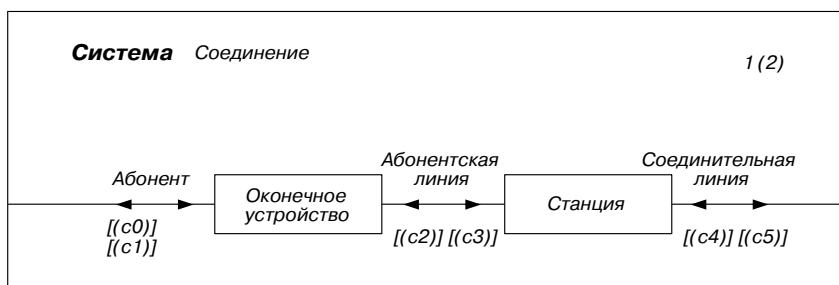


Рис. 2.1 Диаграмма взаимодействия блоков

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

ем 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_r перейдет автомат и какой выходной сигнал J_o 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 данному процессу, то он ставится в очередь.

Действия, выполняемые во время перехода, могут заключаться в преобразовании данных, в посылке сигналов 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.

Отправка и получение сигналов, передача с их помощью информации от одного процесса к другому, обработка и использование этой информации 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 «Тастатура» приведен на рис. 2.2. Пустой символ в верхнем левом углу означает начало процесса. Он ведет к ис-

ходному 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», который означает передачу сигнала. Содержимым сигнала является значение локальной переменной.

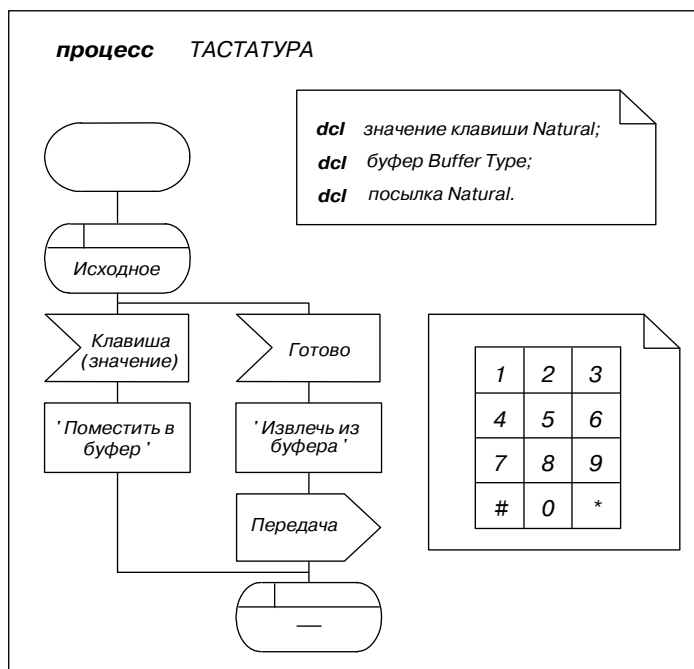


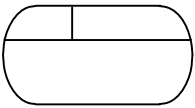
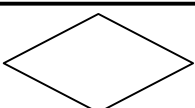
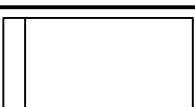
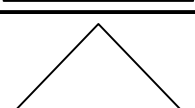
Рис. 2.2 SDL-диаграмма процесса тастатуры

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.

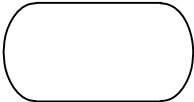
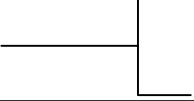
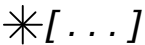
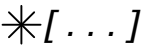
Первые выпуски Рекомендации Z. 100, изданные МККТТ, содержали специальную линейку-трафарет (шаблон) для рисования SDL-диаграмм с использованием графического синтаксиса SDL. Этот шаблон изображен на рис. 2.3.

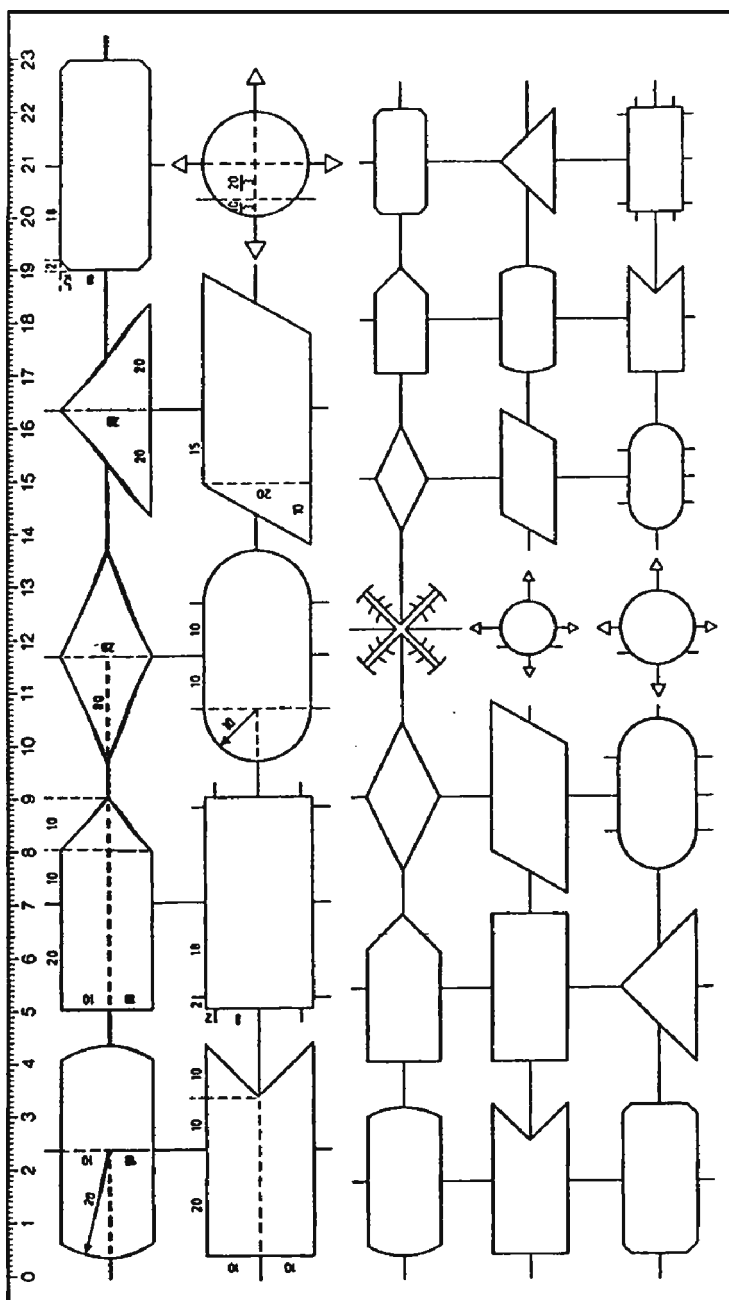
В шаблоне присутствуют следующие символы: ввод, вывод, решение, опция, процесс, старт, задача, состояние, соединитель, останов, сохранение.

Таблица 2.1 Символы SDL

Графический SDL	Программноподобный SDL	Значение символов
	STATE NEXTSTATE	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

Окончание табл. 2.1

Графический SDL	Программноподобный 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

Используется три размера: длина = 40мм, 28мм и 20мм

($40/\sqrt{2} = 28$; $28/\sqrt{2} = 20$ мм и т.д.)

Рис. 2.3 Шаблон для вычерчивания SDL-диаграмм

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 (соединителя).

Символ возврата из процедуры является комбинацией символов коннектора и останова.

Для компьютерной обработки был создан другой, программно-подобный синтаксис SDL. С появлением мощных графических инструментальных средств современных компьютеров актуальность такого разделения постепенно теряется. Эти современные инструментальные средства поддержки SDL включают в себя 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.

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 в себя 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 приписывается 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. 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 и сохранения;
- за символом сохранения не следует ничего.

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

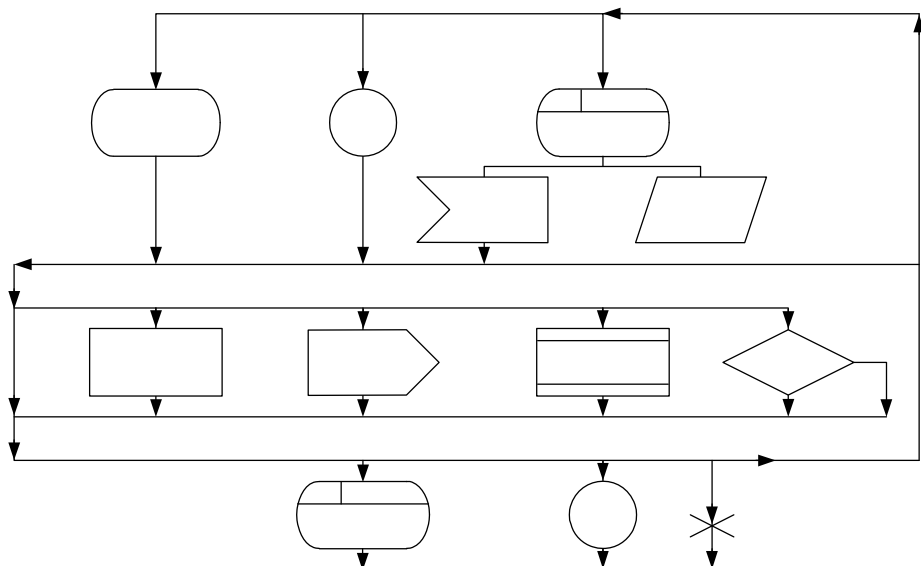


Рис. 2.4 Допустимые соединения символов в SDL-диаграмме

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

Существуют следующие правила вычерчивания и чтения 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.; связанный сегмент диаграммы, по возможности, представляется на одной странице; текст предпочтительно размещать в символах, а если это не удастся – в символах расширения текста.

Ниже рассматриваются основные объекты SDL-диаграмм.

Согласно уже данному определению, процесс в SDL рассматривается как некий объект, который находится либо в состоянии ожи-

дания входного сигнала, либо в переходе. Состояние определяется как условие, в котором действие процесса временно приостановлено в ожидании ввода (рис. 2.5).

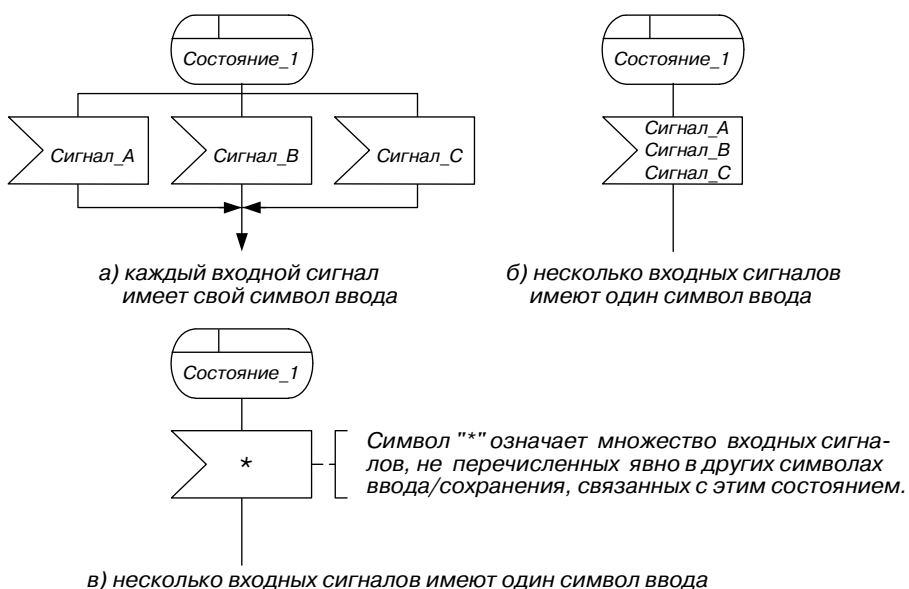


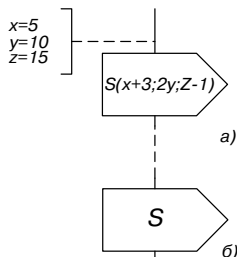
Рис. 2.5 Примеры использования символов состояния

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

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.

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».



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

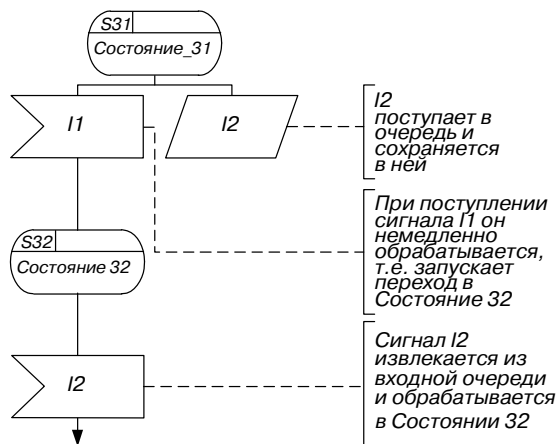
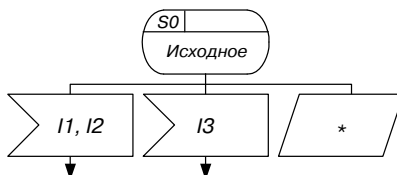


Рис. 2.7 Пример SDL-диаграммы с использованием символа сохранения



Использование "*" подразумевает все сигналы, кроме $I1$, $I2$, $I3$

Рис. 2.8 Пример использования "*"

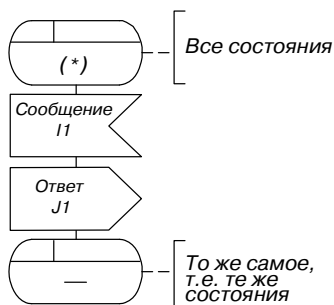


Рис. 2.9 Пример использования тире в символе следующего состояния

Тире (–) используется в символе следующего состояния для того, чтобы представить то же самое состояние, что и состояние, с которого начался переход. Интерпретация рис. 2.9 может быть такой: в любом состоянии процесса сигнал «Сообщение» может быть принят. Прием вызовет передачу сигнала «Ответ», и переход закончится в том 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).

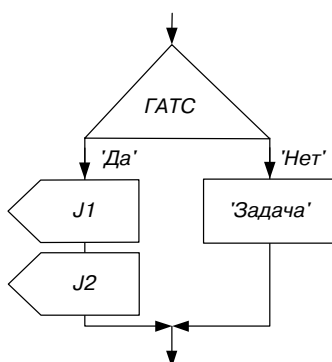


Рис. 2.10 Пример дивергенции после символа опции

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

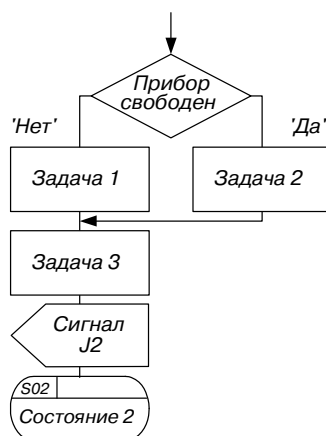


Рис. 2.11 Пример использования конвергенции

В рамках тематики данной книги описанную выше иерархию описаний (SDL-система, блок, процессы, каналы, сигналы) представляется полезным продемонстрировать на 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 во внутризональной сети, например, между центральной станцией (ЦС) или сельско-пригородным узлом (УСП) 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.

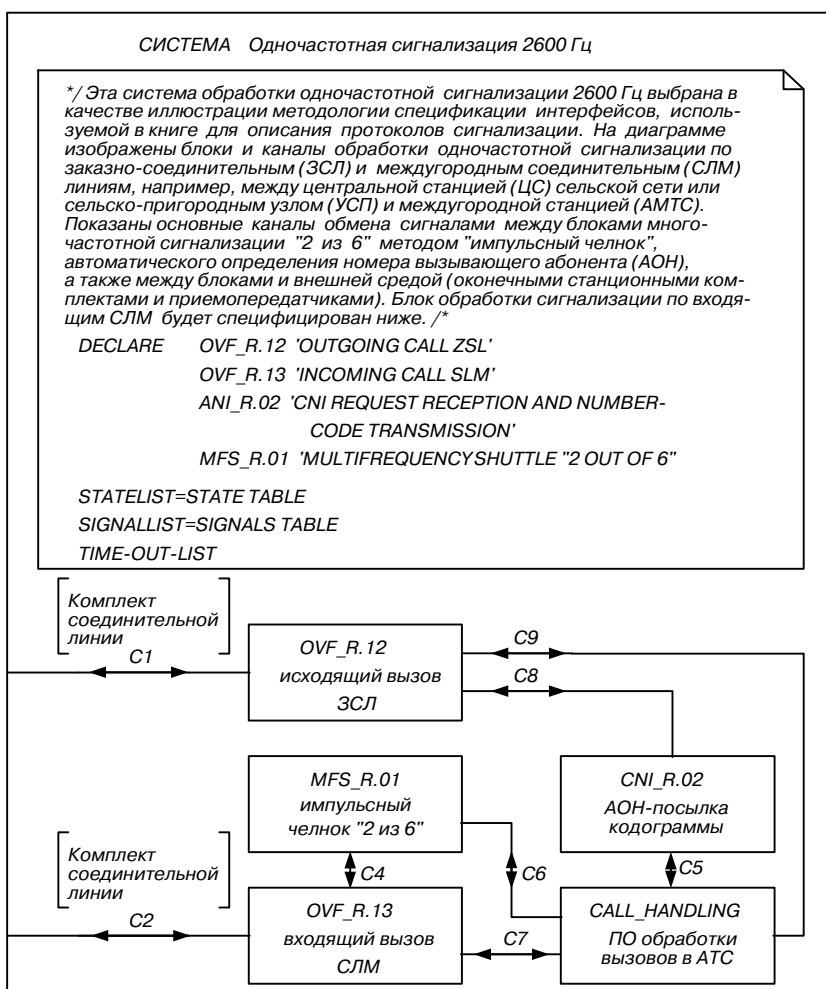


Рис. 2.12 Диаграмма взаимодействия блоков для системы одночастотной сигнализации

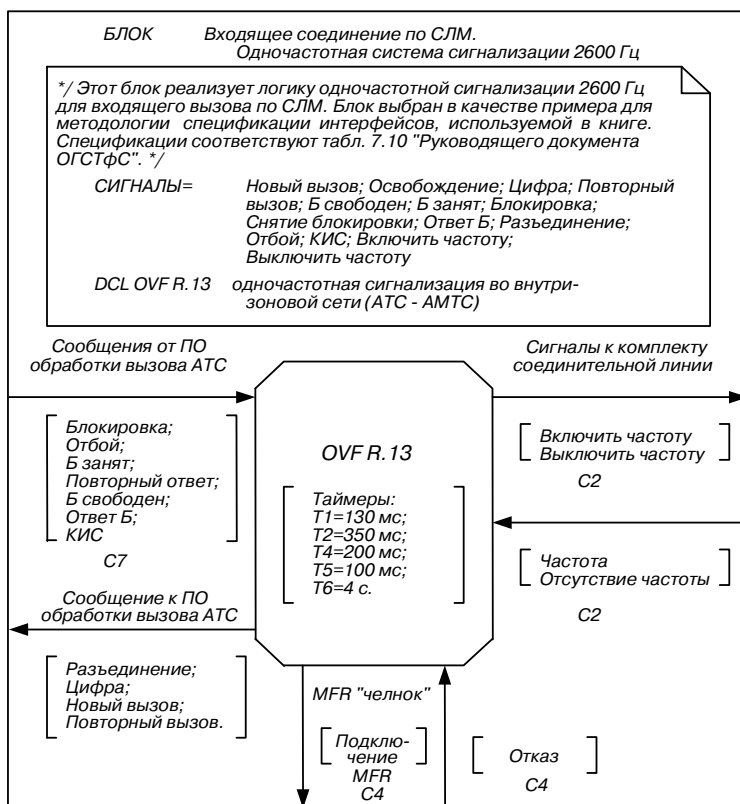


Рис. 2.13 Структура блока обработки однотональной сигнализации на SDL для входящего соединения по СЛМ

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

Введение объектно-ориентированных компонентов 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.

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

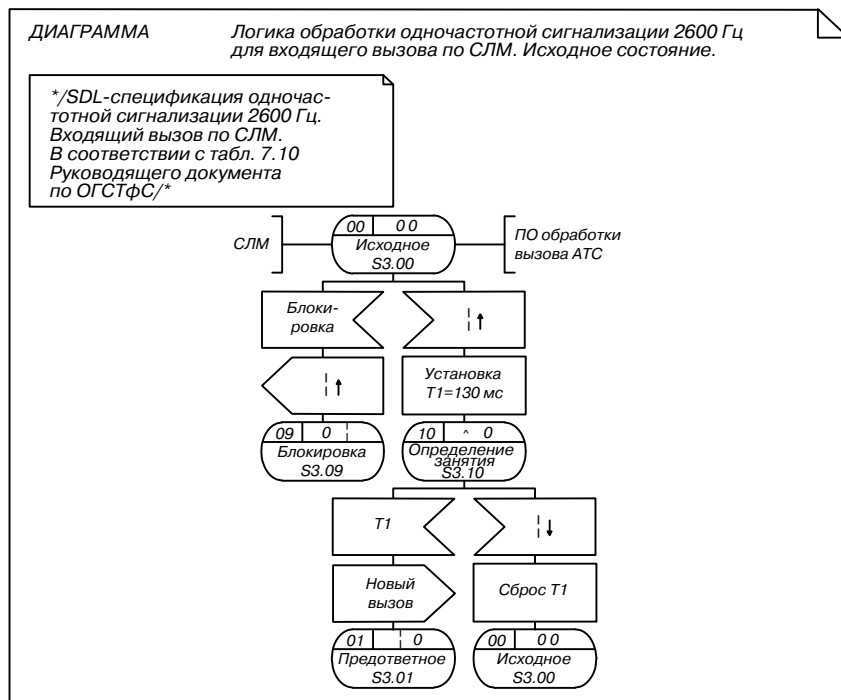


Рис. 2.14 Фрагмент SDL-диаграммы процесса обработки входящего вызова одночастотной системы сигнализации 2600 Гц по СЛМ

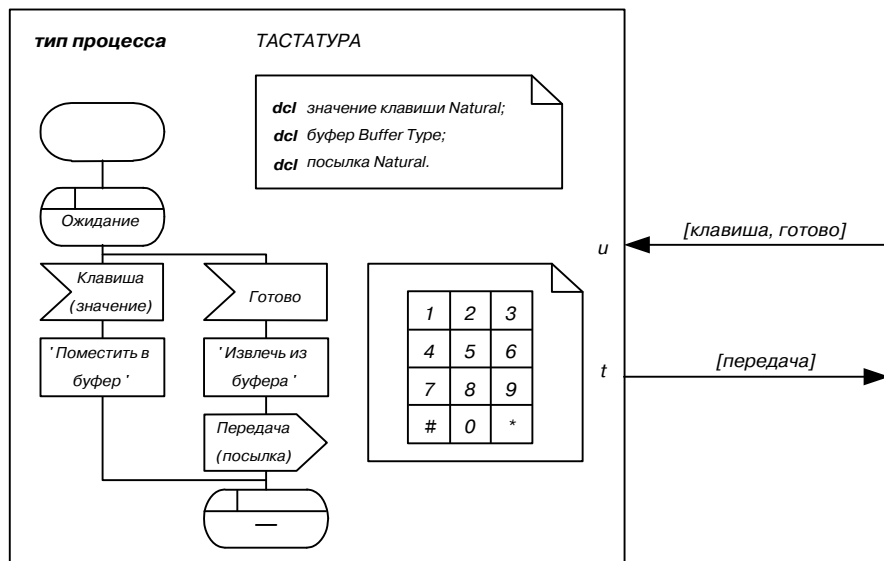


Рис. 2.15 Процесс клавиатуры как тип

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

Разрабатываемый проект единого формата обмена (Common Interchange Format – CIF) базируется на текстовальном представлении, SDL/PR, и включает в себя решение вопроса 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 довольно сложно обеспечить равновесие между требованием стабильности текущей версии языка, которое разделяют специалисты других исследовательских комиссий ITU-T, промышленных организаций, НИИ и административных связей, давно использующих SDL, и интересами новых пользователей SDL.

Появившаяся в 2000 году версия SDL направлена, в некотором смысле, на упрощение языка. В настоящее время в ITU-T обсуждаются некоторые идеи по дальнейшей разработке SDL и его конвергенции с другим бурно развивающимся языком спецификаций UML, конспективно изложенные ниже.

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 компонентов 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 названного принципа полагалось, что это наилучший способ для формализованного описания системы данных. Хотя принцип действительно весьма привлекателен теоретически, однако в практических примени-

ях значительная часть данных почти никогда не используется. Последнее также иллюстрируется слабой поддержкой этого принципа существующими инструментальными средствами SDL. Версия языка SDL-2000 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. 105 преобразуются затем в семантическую модель, основанную на том же принципе ACT-ONE. Во время работы над SDL-2000 стало ясно, что привлекательные свойства объектного 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 принципа ACT-ONE в описании данных. Сегодня трудно предположить направление этой тенденции, разве что можно ожидать в следующей версии SDL более полный переход к ASN. 1, чем это сегодня предусматривает рекомендация Z. 105.

Объектно-ориентированные компоненты SDL делают язык 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-2000 с предыдущими версиями SDL привела к усложнению интерпретации некоторых концепций ODP в SDL, например, в адресации одиночного интерфейса к объекту. Хотя упомянутое выше обобщение концепции процесса и может привести к решению некоторых из этих проблем в следующей версии SDL, но, в целом, соответствие ODP также потребует значительных усилий.

В заключение этого параграфа, посвященного непосредственно языку SDL, на рис. 2. 16 представлена последовательность использования стандартов Исследовательской комиссии 10 ИТУ-Т 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.

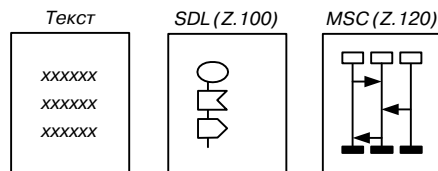


Рис. 2. 16 Стандарты ИТУ-Т для описания телекоммуникационных протоколов в книге

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 стандартизации 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, рассматриваемые в главе 11.

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 следующих главах книги.

Для описания протоколов сигнализации применяются следующие элементы языка MSC:

1. Этап (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:

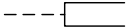
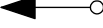
contains	(содержит)
is followed by	(сопровождается)
is associated with	(связан с)
is attached to	(присоединен к)
above	(над)
set	(установить)

Отличие этих конструкций от обычных BNF состоит в некоторых дополнительных логических и геометрических соотношениях между аргументами, которые автор вынужден оставить за пределами на-

стоящей книги в силу ограниченного объема последней. Тем не менее, из приводимых ниже примеров основные правила станут понятны читателю.

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

Таблица 2.2 Основные символы, используемые в MSC

Названия	Символ
Комментарий	
Текст	
Цикл	
Заголовок требования	
Основная ось 1	
Основная ось 2	
Конец требования	
Сообщение	
Потеря сообщения	
Сообщение найдено	
Основной символ требования 1	
Основной символ требования 2	
Условие	
Запуск таймера (1 вариант)	
Запуск таймера (2 вариант)	
Перезапуск таймера	
Сброс таймера (1 вариант)	
Сброс таймера (2 вариант)	

Окончание табл. 2.2

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

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

Размер графических символов может выбираться произвольно.

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 заголовков должен находиться на первой странице, откуда он начинается, и должен повторяться на всех следующих страницах.

Если сообщения, таймеры, состояния или условия продолжают-ся 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 какими-либо компонентами системы и между этими компонентами и окружающей средой.

Для каждого компонента системы, охватываемой MSC, существует ось требований. Взаимодействия между компонентами системы представлены линиями сообщений. Передача и прием сообщения – два асинхронных события. Это предполагает, что в MSC окружающая среда способна принимать и передавать 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 OTLOC обработки сигналов для протокола сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам (2BCK), рассматриваемого в главе 3, при попытке установления исходящего соединения в ситуации занятости соединительных путей на встречной станции приведено на рис. 2.17.

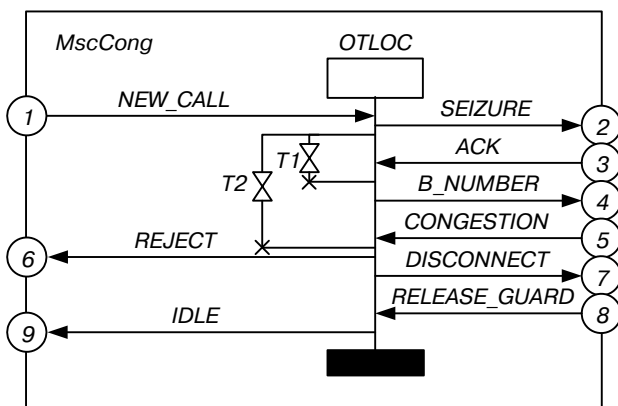


Рис. 2.17 Описание попытки установления соединения при занятости соединительных путей

В данном MSC-описании определены процесс OTLOC 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; таймеры T1 (ожидание подтвер-

ждения 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 OTLOC 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.

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.

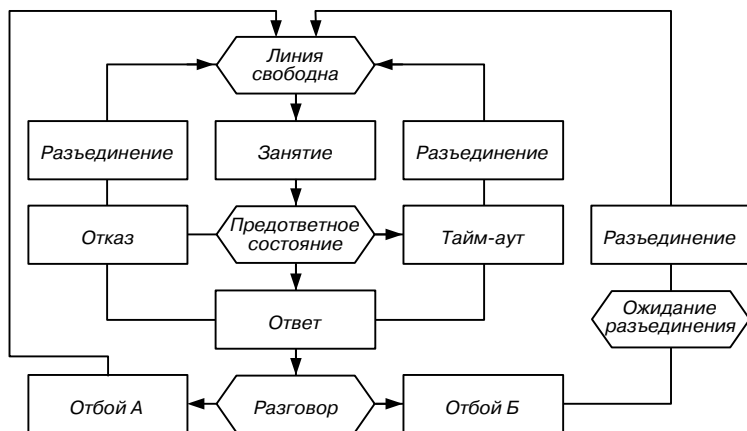


Рис. 2.18 Упрощенная обзорная диаграмма MSC обмена сигналами по соединительной линии ГТС

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, которые предназначены к установке в 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.

В приведенном описании определен этап SIGSIM. Сообщения SEIZURE, ACK, B_NUMBER, 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 CONG_IN (команда передать сигнал о занятости соединительных путей) и RLG_IN (команда передать сигнал «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). Тай-

меры $T1'$ и $T2'$ обеспечивают выдержки времени для ожидания соответствующих сигналов.

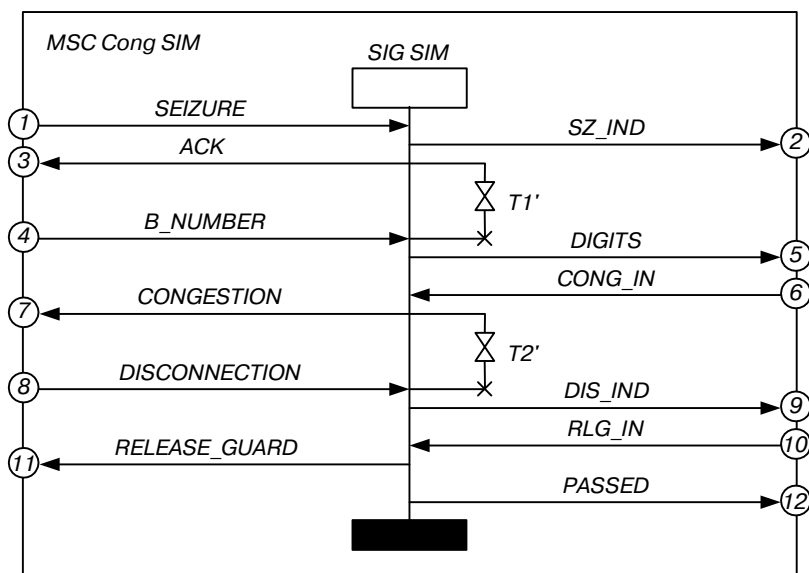


Рис. 2.19 Сценарий работы имитатора протокола обмена сигналами по СЛ при занятости промпутей

Текстовое описание процесса тестирования выглядит следующим образом:

MSC

instance SIGSIM

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 этап USER (оператор), описывающий интерфейс с пользователем. Сценарий MSC Cong Test приведен на рис. 2.20.

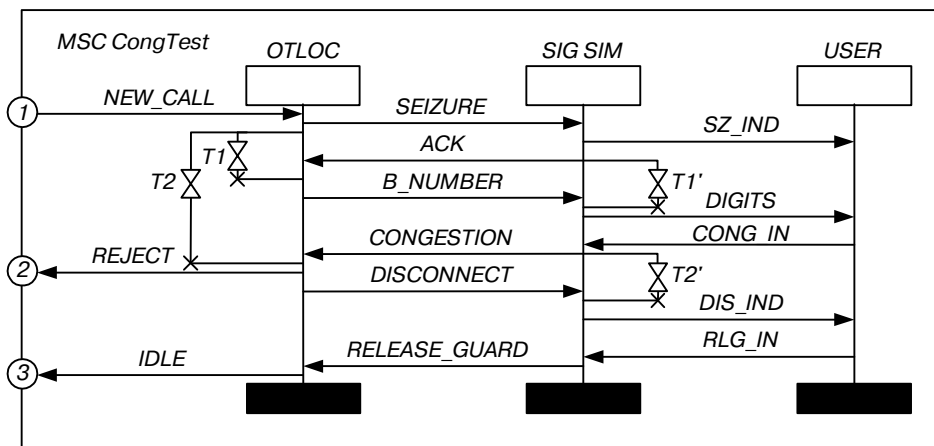


Рис. 2.20 Сценарий проверки обмена сигналами при занятости соединительных путей

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 таймера), 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 (Ab-

stract 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 соответствия 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 телекоммуникаций и вычислительной техники вплоть до присвоения литеры О1 «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 данных. 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 (ISO9074) и LOTOS (ISO8807), 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 соответствия 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 протоколы сигнализации и интерфейсы потребуются 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 Programm 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 с ней на равных.

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 различий 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 компонентов, 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 компонентов, 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 один из тестирующих компонентов. Этот компонент будет являться мастер-компонентом (MTC – Master Test Component), ответственным 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 время 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 тестирования, 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, специфической 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).

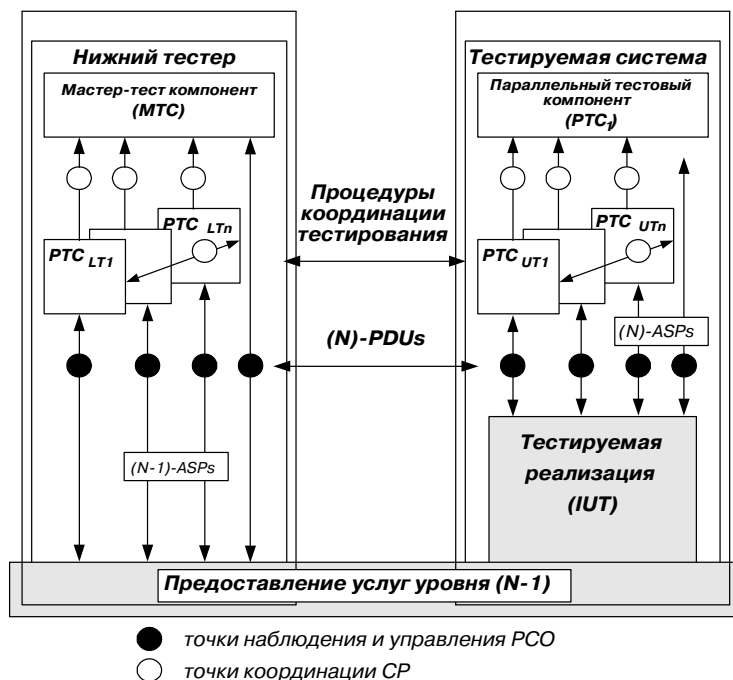


Рис. 2.21 Общая архитектура тестирования TTCN

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, 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).

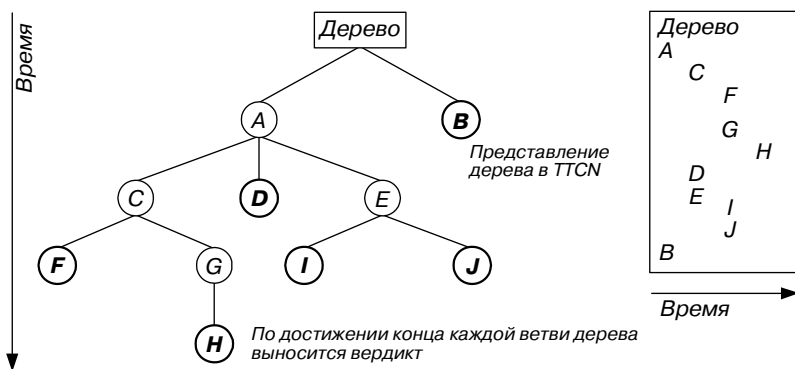


Рис. 2.22 Представление дерева TTCN посредством сдвига

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.

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 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 срабатывание таймера, специфицированного протоколом. Для событий в TTCN используются следующие описания:

- RECEIVE,
- OTHERWISE,
- TIMEOUT.

Действия. Некоторые описания всегда будут успешными. Такие описания называются действиями, которые исполняются тестовой системой. Для действий в TTCN используются следующие описания:

- SEND,
- IMPLICIT_SEND,
- ASSIGNMENT_LIST,
- TIMER_OPERATION,
- GOTO.

Квалификаторы. Строки описаний могут включать в себя 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 про-

токолов низкого уровня, спецификации которых обычно не используют ASN.1). Однако здесь типы данных TTCN рассматриваться не будут.

TTCN поддерживает асинхронную модель связи. Связь между тестовыми компонентами ТС 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.

И в заключение 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 в себя 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 инстанций, представляющие собой моментальные снимки системы.

Динамическая модель ОМТ также строится из диаграмм двух видов: диаграмм событий и диаграмм перехода из состояния в состояние.

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 Инфобанк СОТСБИ, рассматриваемый в последнем параграфе главы 11.

Глава 3

Сигнализация по двум выделенным сигнальным каналам

Versate diu, quid ferre recusent. Quid vaeant humri, лат.
(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 общеупотребителен, сколь и ошибочен, в связи с чем автор хотел бы еще раз (не первый и не последний в этой книге) обратить внимание на различие между средой передачи и системами сигнализации. Оборудование ИКМ обеспечивает только среду цифровой передачи, в которой имеется возможность передавать, в числе других видов информации, и сигнальную информацию. В свою очередь, системы сигнализации по одному или двум выделенным сигнальным каналам (ВСК), описываемые в этой главе, реализуются, наряду с другими способами, и путем передачи сигналов в каналах систем ИКМ.

Импульсно-кодовая 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.

Изложение теоретических основ метода импульсно-кодовой модуляции остается далеко за пределами этой книги. Именно этим была обусловлена некоторая скороговорка в виде упоминания тео-

ремы Котельникова-Шеннона в первом издании книги, замеченная искусственным читателем. В связи с этим необходимо краткое пояснение. Первый теоретический результат, который следует упомянуть в этом контексте, был получен Найквистом [130] в 1924 г. и представляет собой пропорциональную зависимость количества импульсов, которые могут быть переданы в течение единицы времени по каналу с ограниченной полосой частот, от ширины полосы частот этого канала. Далее, в 1928 г., Хартли вывел из результата Найквиста ограничение на количество данных, которые могут быть надежно переданы по физическому каналу. В 1942 г. Норберт Винер предложил принципиально новый подход, преодолевающий эту трудность, и решил задачу оптимальной линейной фильтрации. В 1947 г. В.А.Котельников [131] установил фундаментальные предельные ограничения на все возможные в будущем системы модуляции и приема сигналов. Все дальнейшее развитие теории связи основывается на методах и результатах Котельникова. Важнейший результат был также опубликован Клодом Шенноном в 1948 г. Шеннон опроверг общепринятое и оказавшееся неверным представление о том, что шум накладывает неизбежные ограничения на точность связи и показал, что влияние шума при передаче по каналу с ограниченной шириной полосы частот и ограниченной величиной сигнала может быть полностью описано одним параметром, называемым пропускной способностью канала.

Стробирование заключается в замене аналогового сигнала последовательностью его мгновенных значений, отсчитываемых с определенной частотой. Согласно вышеизложенному, 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 информации следует, что для восстановления на приемной стороне модулированного сигнала с необходимой точностью достаточно располагать конечным числом значений амплитуды (уровней). В системе ИКМ используется 256 уровней. Имея конечное число уровней, их можно пронумеровать и передавать по линии номер уровня. Это и составляет сущность импульсно-кодовой модуляции.

Квантование – это процесс замены амплитуды взятого дискрета (сигнала АИМ) ближайшим выделенным уровнем, т. е. одним 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, 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 существуют два сигнала: сигнал, идентичный переданному, и разностный сигнал (разность между переданным и восстановленным сигналами), который называется *шумом квантования*.

Такая последовательность операций обеспечивает возможность представления любых аналоговых сигналов сериями 8-битовых кодов. Эти 8-битовые коды из разных 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 сигнальной информации, 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 определенному разговорному каналу, всегда передаются битами, размещенными в назначенной для этого разговорного канала позиции.

ITU-T определил стандарты ИКМ сигнализации для 30-канальных и 24-канальных систем. В телефонных сетях Российской Федерации и стран СНГ используются также 15-канальные и 12-канальные системы. Организация передачи сигнальной информации 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 предназначен для сигнализации. Первые четыре бита используются для образования четырех сигнальных каналов (a, b, c, d) одного разговорного канала, а последние четыре бита в байте 16-го канала используются для образования четырех сигнальных каналов (a, b, c, 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 сигнальной информации для всех 30 разговорных каналов.

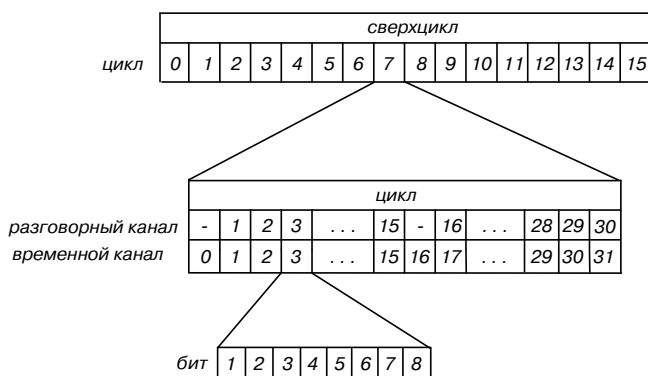


Рис. 3.1 Цикловая структура 30-канальной системы ИКМ

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 $16 \cdot 125 \text{ мкс} = 2 \text{ мс}$. Следовательно, искажение линейной сигнализации при передаче в ИКМ-30 может составить 2 мс.

Основные параметры системы ИКМ-30/32, используемой в 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 (битов) в канальном интервале	8
Частота стробирования, имп/с	8000
Число уровней квантования	256
Пропускная способность системы	$32 \times 8 \times 8 \times 10^3 = 2,048$ Мбит/с

В 24-канальных системах ИКМ применяется другой метод – метод захвата бита. В этом случае два цикла внутри сверхцикла – цикл 6 и цикл 12 обозначаются как циклы сигнализации. В этих циклах первые 7 битов 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

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

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

Следующая модификация аппаратуры ИКМ, широко используемая в 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 (битов) в канальном интервале 8

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

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 «1» для сверхцикловой синхронизации (СЦС); во втором разрядном интервале «1» передает информацию об аварии на дальнем конце, в третьем – превышение коэффициентом ошибок величины 10^{-5} ; в четвертом – «1» соответствует аварии сверхцикловой синхронизации.

В нулевом канальном интервале (ОКИ) всех остальных циклов в первом разрядном интервале передается «0», во втором и третьем канальных интервалах передаются первый и второй сигнальные каналы 1... 15 разговорных каналов, четвертый остается в резерве.

В нулевом канальном интервале всех циклов в пятом разрядном интервале передается низкоскоростная 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, предусматривает следующие режимы работы:

- оконечный режим с четырехпроводным окончанием канала с уровнями -13 дБ на входе и 4 дБ на выходе;
- оконечный режим с двухпроводным окончанием канала с уровнем 0 дБ на входе и -7 дБ или -3.5 дБ на выходе;
- четырехпроводный автоматический транзит.

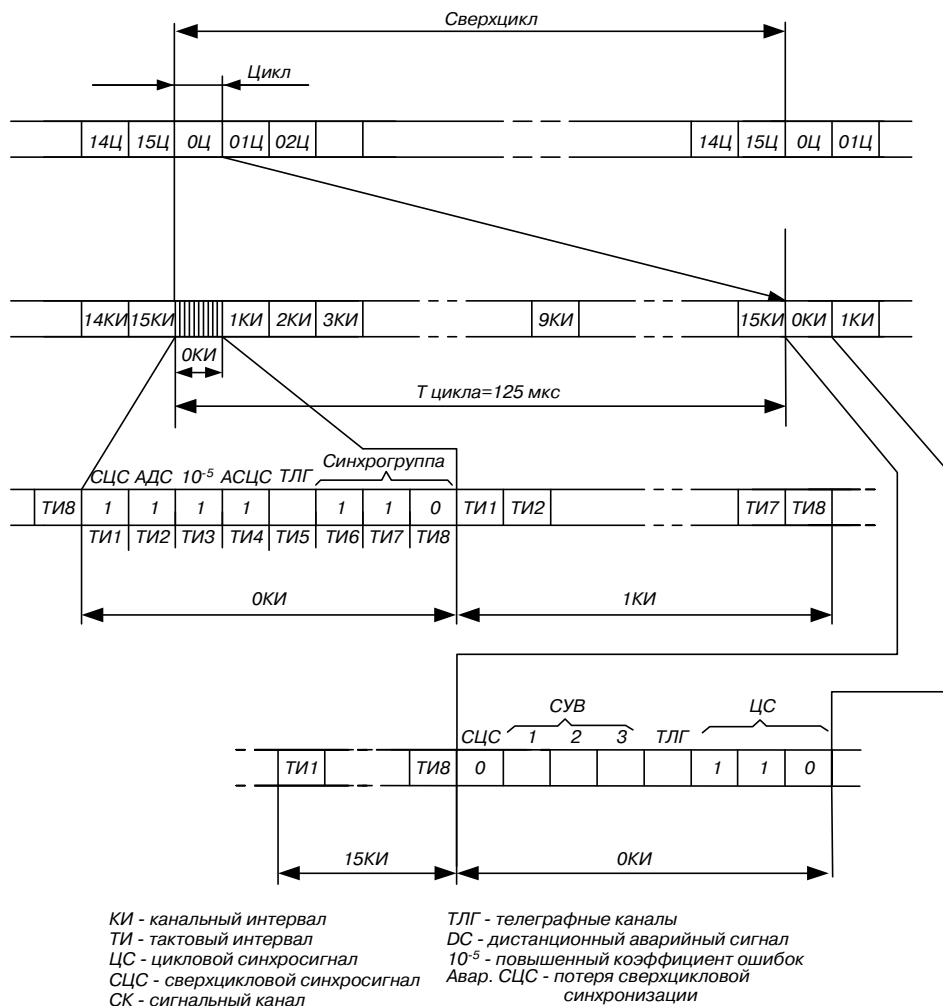


Рис. 3.2 Временной спектр системы передачи ИКМ-15

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 эпиграф к данной главе и что увидит настойчивый читатель, который доберется до главы 10, посвященной ОКС7. Тем не менее, сегодня сигнализация по двум ВСК является основным способом сигнализации, принятым в российских городских телефонных сетях (ГТС).

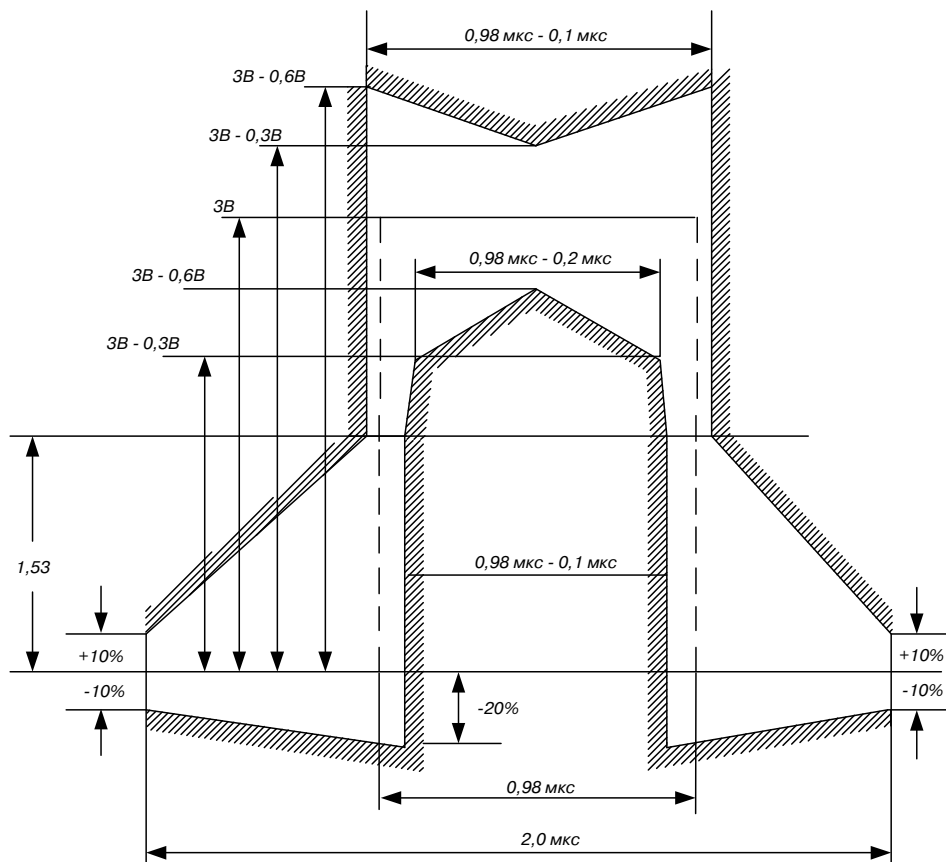


Рис. 3.3 Параметры цифрового сигнала (скорость передачи 1024 Кбит/с) на входе и выходе линейного тракта

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 в городских телефонных сетях. Система состоит из блоков: исходящий вызов ОТЛОС, входящий местный вызов ИНЛОС и входящий междугородный вызов ИНТОЛ. Первые два блока рассмотрены в данном параграфе, а блок обработки входящих междугородных вызовов ИНТОЛ описан в следующем параграфе этой же главы. При-

веденные также на рисунке 3.4 блоки многочастотной сигнализации MFR и автоматического определения номера вызывающего абонента ANI рассматриваются в главах 6 и 8, соответственно.

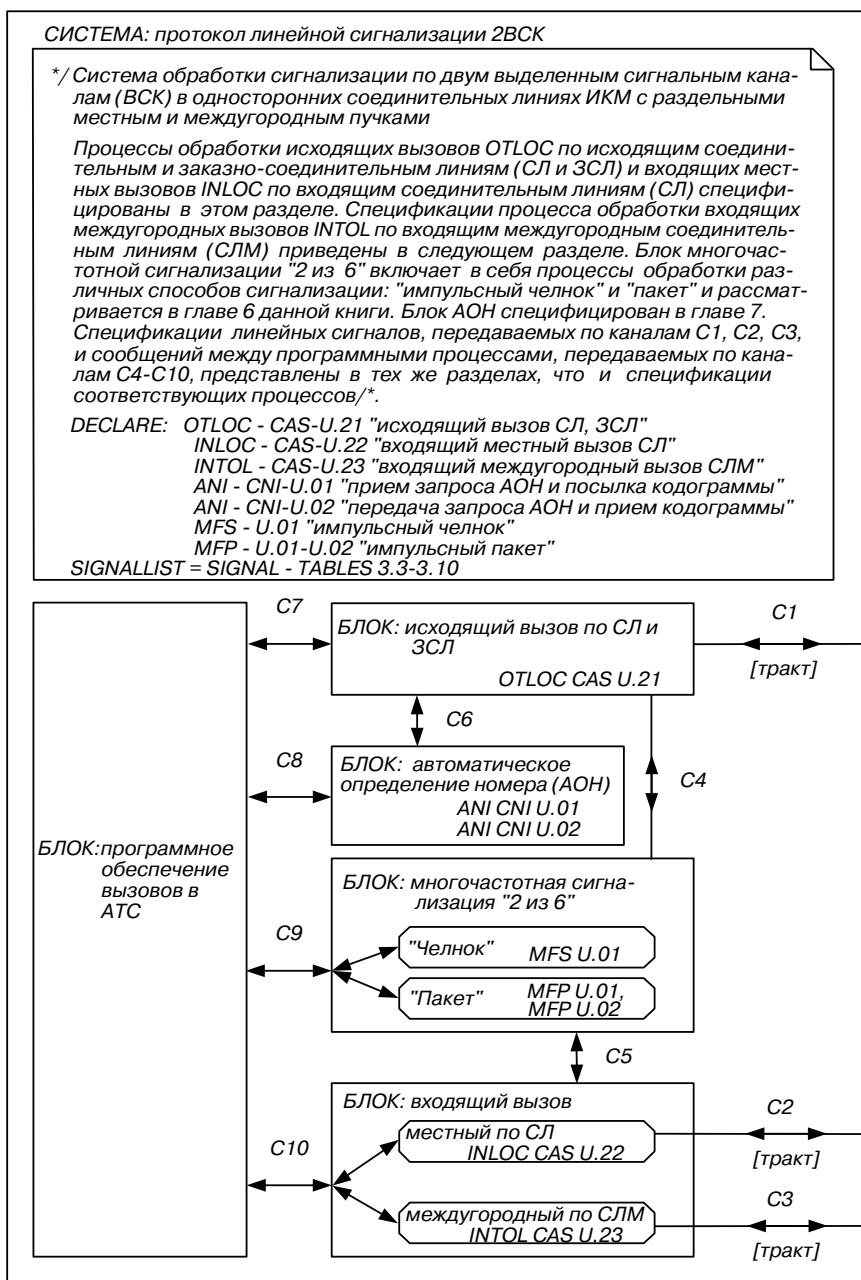


Рис. 3.4 Структура SDL-системы обработки линейной сигнализации 2BCK в односторонних соединительных линиях ИКМ

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

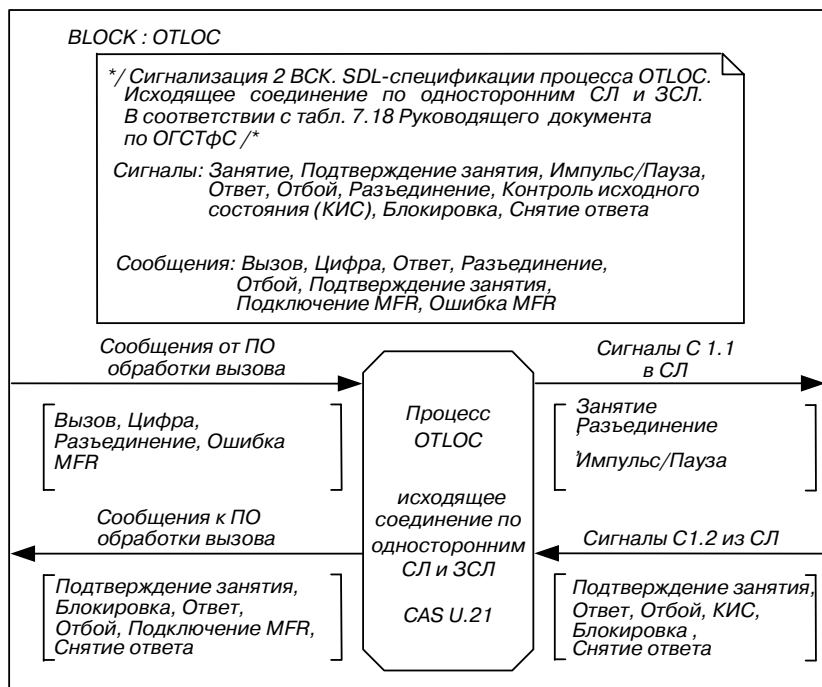


Рис. 3.5 Блок обработки исходящего вызова OTLOC CAS U.21

В случае местного соединения в прямом направлении (канал С1 на рис. 3.4 и С1.1 на рис. 3.5) передаются сигналы «Занятие» и «Разъединение», «Импульс/Пауза декадного набора». При использовании в 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 OTLOC, приведены в таблице 3.3.

В обратном направлении (канал С1 на рис. 3.4 и канал С1.2 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 OTLOC, приведены в таблице 3.4.

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

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

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Значение битов				Примечание
			1ВСК (a)	2ВСК (b)	(c)	(d)	
1	→	ЗАНЯТИЕ	1	0	0	1	Передается при появлении нового вызова
2	→	НАБОР НОМЕРА: импульс	0	0	0	1	Время передачи импульса - 50 мс
		пауза	1	0	0	1	Время передачи паузы - 50 мс
		межцифровой интервал	1	0	0	1	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 С1.2, принимаемые в ОТЛОС со стороны линейного тракта при исходящем соединении по СЛ, ЗСЛ

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Значение битов				Примечание
			1ВСК (a)	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 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	←	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
4	←	ОТБОЙ Б	0	0	0	1	Передается со стороны входящей станции, если абонент Б вешает трубку
5	←	БЛОКИРОВКА	1	1	0	1	Передается на исходящую станцию в случае блокировки линии на входящей станции
6	←	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ (КИС)	0	1	0	1	Сигнал передается входящей станцией после получения "Разъединения" и освобождения соединительной линии и оборудования

Таблица 3.5 Сообщения от ПО обработки вызова к ОТЛОС

№	Название сообщения	Комментарии
1	ВЫЗОВ	Команда занять исходящий канал
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 разъединения или после снятия блокировки
8	ПОДКЛЮЧЕНИЕ MFR	Подключение многочастотного приемопередатчика для передачи цифр номера абонента Б методом "импульсный челнок"

На рис. 3.6 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 при декадном наборе,
- 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.

В процессе ОТЛОС используются следующие таймеры:

- T0 = 10 мин – время непроизводительного занятия исходящего канала,
- T1 = 1 с – ожидание сигнала «Подтверждение занятия»,
- T2 = 700 мс – межцифровой интервал при декадном наборе номера,
- T3 = 50 мс – длительность импульсов и пауз при декадном наборе номера.

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

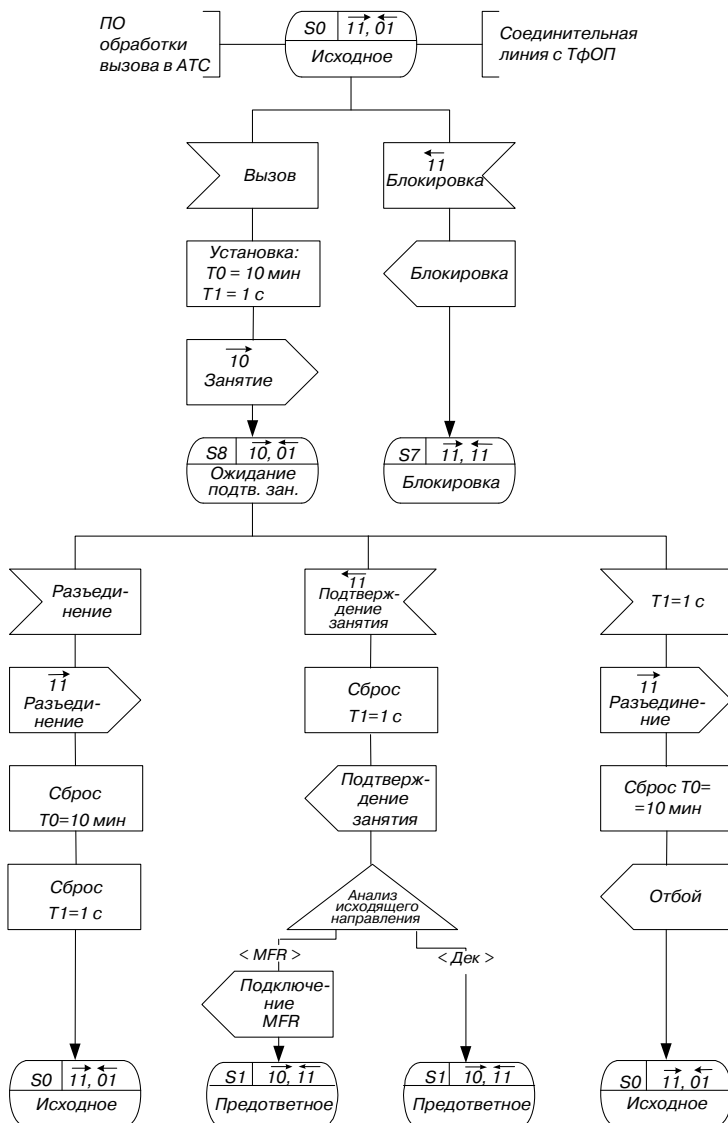
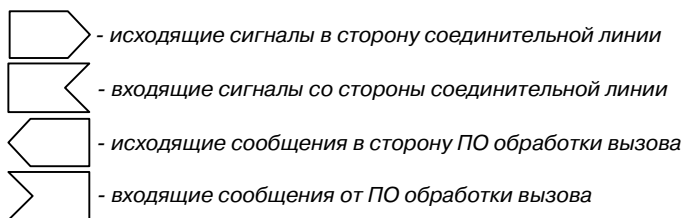


Рис. 3.6 SDL-диаграмма процесса OTLOC CAS U.21 (стр. 1 из 3)

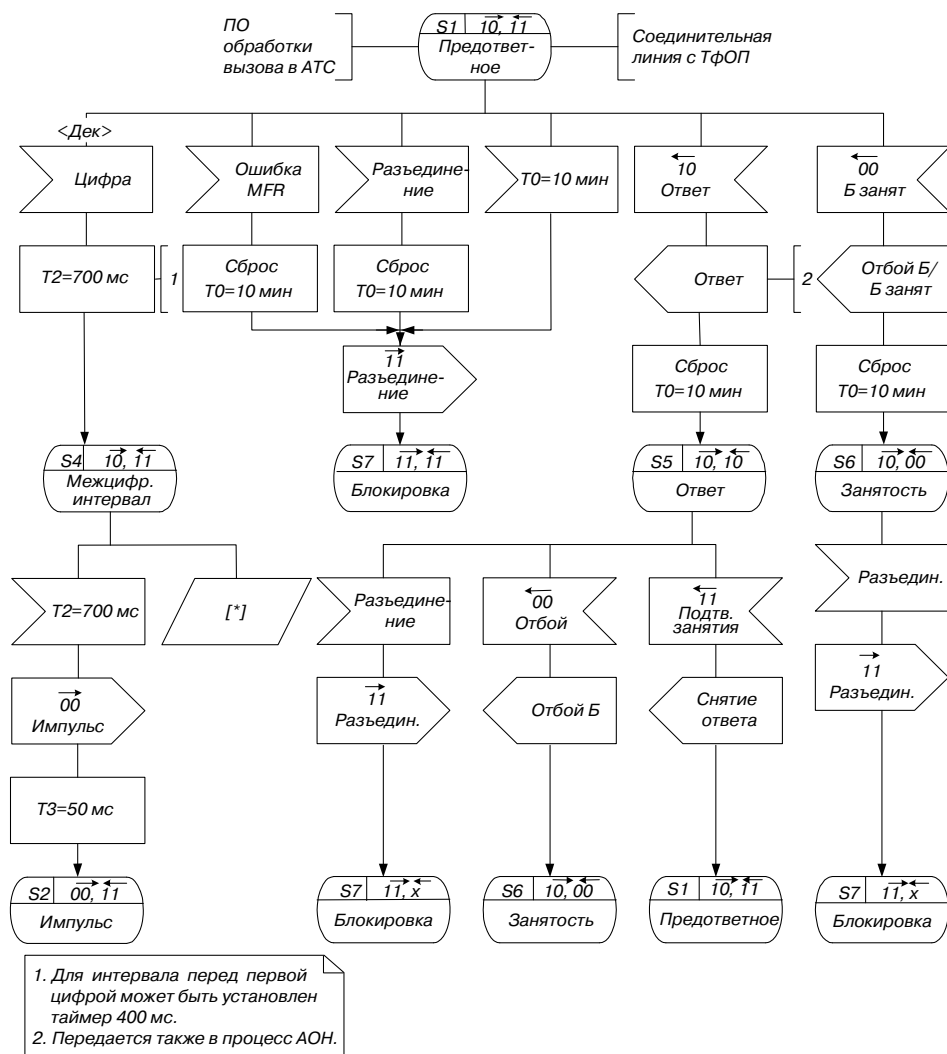


Рис. 3.6 SDL-диаграмма процесса OTLOC CAS U.21 (стр. 2 из 3)

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».

При приеме этой команды устанавливаются следующие таймеры: T0=10 мин, обеспечивающий временное ограничение непродуктивного занятия разговорного канала, и T1=1 с, ограничивающий время ожидания прихода сигнала «Подтверждение занятия» (11).

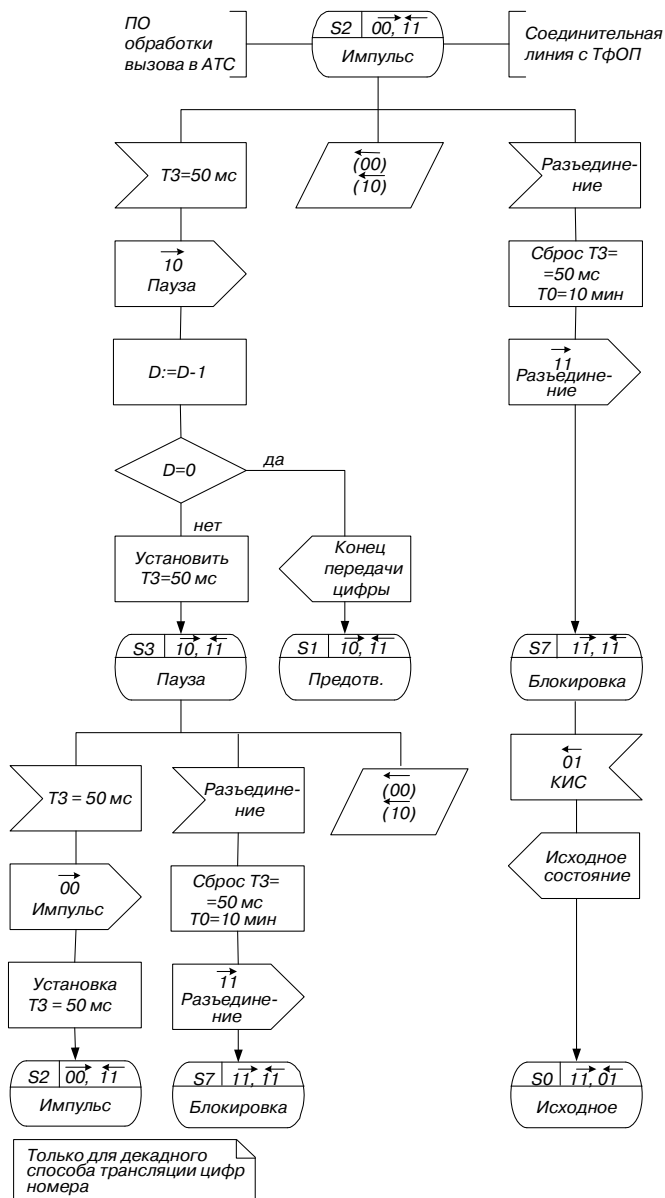


Рис. 3.6 SDL-диаграмма процесса OTLOC CAS U.21 (стр. 3 из 3)

Таймер $T0$ ограничивает время непродуктивного занятия разговорного канала, т. е. период времени с момента занятия исходящего канала до получения сигнала «Ответ» (10) от входящей АТС. Это ограничение в большинстве известных автору зарубежных АТС составляет 2-4 мин. В специфических условиях организации обслуживания вызовов в российских телефонных сетях, связанных, в частности,

с проведением разговора со службами 01, 02, 03 в предответном состоянии, целесообразно установить несколько большую границу непродуктивного занятия разговорного канала, а именно 10-15 мин.

Таймер T1 ограничивает время распознавания сигнала «Занятие» на входящей АТС. Обычная длительность распознавания сигналов занятия составляет 16-20 мс и осуществляется непосредственно в аппаратуре уплотнения ИКМ в случае сопряжения с аналоговой АТС. Тем не менее, в состоянии S8 ожидания подтверждения занятия возможно отсутствие сигнала «Подтверждение занятия» (11) в течение периода времени T1. В этом случае при срабатывании таймера T1 в канал вместо сигнала «Занятие» (10) передается сигнал «Разъединение» (11), сбрасывается таймер T0, и в программное обеспечение передается сообщение «Отбой», означающее неудачную попытку установления соединения, после чего осуществляется переход в исходное состояние S0.

Если в этом же состоянии S8 от ПО исходящей АТС поступает сообщение о разъединении, означающее отказ абонента А от попытки установить соединение, то выполняется аналогичная процедура: посылка сигнала «Разъединение» (11) в канал, сброс ранее установленных таймеров 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 таймер T1 и в ПО АТС направляется сообщение подтверждения занятия. Далее происходит передача цифр номера вызываемого абонента, которая может выполняться двумя способами, в зависимости от типа встречной АТС: многочастотным кодом «2 из 6» методом «импульсный челнок» или декадным способом.

В первом случае в ПО направляется сообщение о подключении соответствующего многочастотного приемопередатчика MFR и происходит переход в предответное состояние S1. Во втором случае 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, а во втором случае цифры номера поступают в описываемый здесь процесс OTLOC для трансляции импульсов и пауз.

Трансляция каждой цифры номера (включая и первую) начинается с межцифрового интервала. Для первой цифры это обусловлено необходимостью подготовки приборов входящей АТС к приему импульсов набора, включая время подключения самого приемника этих импульсов (порядка 70 мс). Длительность межцифрового интервала T2=700 мс, а для интервала перед первой цифрой эту величину можно выбрать меньшей – 400 мс. После этого осуществляется трансляция импульсов и пауз длительностью по 50 мс.

В предответном состоянии возможно появление сообщений от программного обеспечения исходящей АТС, связанных либо с ошибкой MFR, либо с разъединением, либо со срабатыванием таймера ограничения непродуктивного занятия канала. Во всех трех случаях передается сигнал «Разъединение» (11), после чего происходит переход в состояние блокировки, в каждом случае обозначающее ожидание сигнала «Контроль исходного состояния». В предответном состоянии возможно также появление сигнала «Занятость абонента Б» (00), после чего осуществляется переход в состояние занятости S6 с передачей сигнала «Разъединение» (11) в сторону исходящей АТС и переход в состояние ожидания сигнала «Контроль исходного состояния».

Нормально ожидаемый сигнал в предответном состоянии – сигнал «Ответ» (10), распознавание которого требует наиболее оперативной и надежной реакции исходящей АТС. Это связано с началом начисления платы за разговор или кассированием монеты при связи с таксофона. Так как этот линейный сигнал может являться составной частью запроса номера и категории вызывающего абонента (запроса АОН), то посылка сообщения об ответе абонента Б к ПО обработки вызова исходящей АТС инициирует включение процесса АОН, подключающего 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 процесс ОТЛОС в предответное состояние S1. В случае реального ответа и последующего состояния разговора S5, выход из него осуществляется либо в случае отбоя абонента Б, о чем свидетельствует появление линейного сигнала «Отбой Б» (00) и переход в состояние занятости S6, либо когда вешает трубку вызывающий абонент А. В последнем случае приходит сообщение о разъединении от ПО исходящей АТС, вследствие чего в исходящий канал направляется 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.

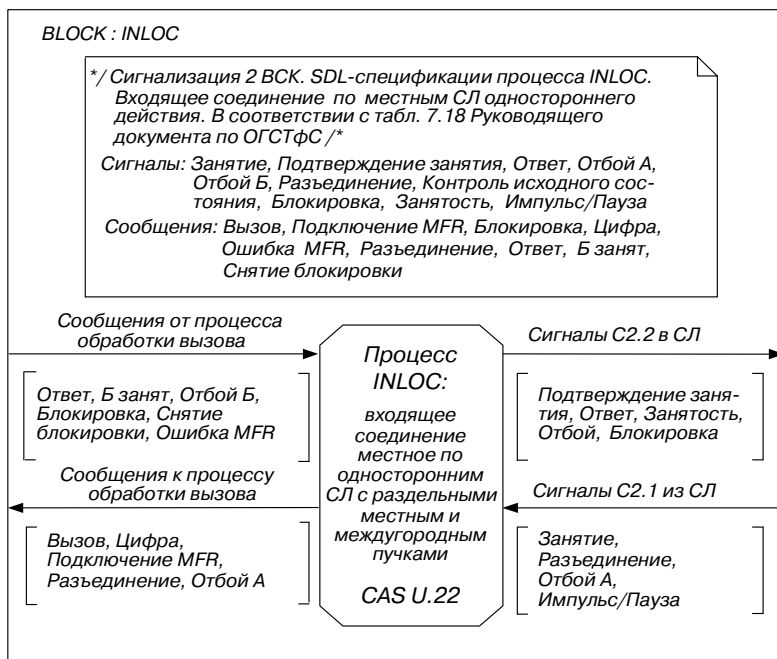


Рис. 3.7 Блок обработки входящего местного вызова INLOC CAS U.22

Линейные сигналы (канал C2 на рис. 3.4, а также каналы C2.1 и C2.2 на рис. 3.7) те же, что и в предыдущем процессе OTLOC: «Занятие», «Разъединение», «Отбой А» (отбой вызывающего абонента) в прямом направлении и сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ», «Б занят/отбой Б», «Блокировка», «Контроль исходного состояния канала (КИС)» в обратном направлении. Соответственно, описания этих сигналов для процесса INLOC, представленные в таблицах 3.7 и 3.8, совпадают с вышеприведенными в таблицах 3.3 и 3.4 их описаниями 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 таймеры:

- T1 = 20 с – ожидание следующей цифры при декадном наборе,
 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 C2.1, принимаемые INLOC со стороны соединительной линии при местном входящем соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Значение битов				Примечание
			1BCK (a)	2BCK (b)	(c)	(d)	
1	—>	ЗАНЯТИЕ	1	0	0	1	Время распознавания 14-20 мс
2	—>	НАБОР НОМЕРА: импульс	0	0	0	1	Импульс (пауза) должны быть приняты, если их длительность находится в пределах 16-150 мс.
		пауза	1	0	0	1	
		межцифровой интервал	1	0	0	1	Принимается с длительностью более 250 мс
3	—>	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	1	1	0	1	Может быть принят на любом этапе соединения. Время распознавания = 120-500 мс
4	—>	ОТБОЙ А	0	0	0	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 в ПО обработки вызова АТС направляется сообщение о появлении нового вызова и осуществляется подготовка к приему цифр номера вызываемого абонента.

Таблица 3.8 Сигналы C2.2, передаваемые INLOC в сторону соединительной линии при входящем местном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Значение битов				Примечание
			1ВСК (a)	2ВСК (b)	(c)	(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	1	0	0	1	Сигнал передается при ответе вызываемого абонента или в случае запроса информации АОН
3	←	ЗАНЯТОСТЬ	0	0	0	1	Передается в случае занятости абонентской линии или при сбое в процессе установления соединения
4	←	ОТБОЙ Б	0	0	0	1	Передается, если абонент Б вешает трубку во время разговора
5	←	БЛОКИРОВКА	1	1	0	1	Передается в исходном состоянии с целью исключить возможность занятия линии со стороны исходящей АТС
6	←	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	0	1	0	1	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

Если в данном входящем направлении используется многочастотная сигнализация «импульсный челнок» в коде «2 из 6», в процесс обработки вызова направляется сообщение о подключении приемопередатчика многочастотной сигнализации, после чего в канал пе-

редается линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11). При использовании декадного способа передачи цифр номера устанавливается таймер T_1 , равный 20 с, ограничивающий ожидание первого импульса набора номера, и в канал также передается линейный сигнал «Подтверждения занятия» (11). В обоих случаях происходит переход процесса в предответное состояние S_1 .

Таблица 3.10 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 "2 из 6" - "импульсный челнок"
4	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	

В исходном состоянии возможно также получение от ПО обработки вызова команды «Блокировка», во исполнение которой в канал передается линейный сигнал «Блокировка» (11), и процесс переходит в состояние S_7 , 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:

- сигнала «Разъединение» (11), в результате которого в ПО АТС направляется сообщение о разъединении, сбрасывается таймер ожидания цифр номера T_1 , равный 20 с, в канал передается сигнал «Контроль исходного состояния» (01), и процесс возвращается в исходное состояние S_0 ;
- сигнала «Импульс» (00), при появлении которого устанавливается таймер T_2 , равный 150 мс, для обнаружения импульса повышенной длительности (за пределами 20-150 мс), а также сбрасывается таймер $T_1=20$ с. Процесс переходит в состояние S_2 приема импульса.

В состоянии S_2 возможно также появление сигнала «Разъединение» (11), обработка которого практически идентична его обработке в предответном состоянии S_1 . Отличие заключается только в необходимости сброса таймера T_2 , равного 150 мс. Более естественно в этом состоянии появление линейного сигнала 10, означающего паузу.

зу, после чего выполняется сброс таймера $T2=150$ мс, увеличивается на единицу значение счетчика числа импульсов для последующего определения цифры номера и заново устанавливается таймер $T2=150$ 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 передает линейный сигнал «Занятость/отбой Б» (00) и переходит в состояние S6 ожидания разъединения. При этом линейный сигнал «Занятость» (00) обязательно сопровождается зуммером «Занято».

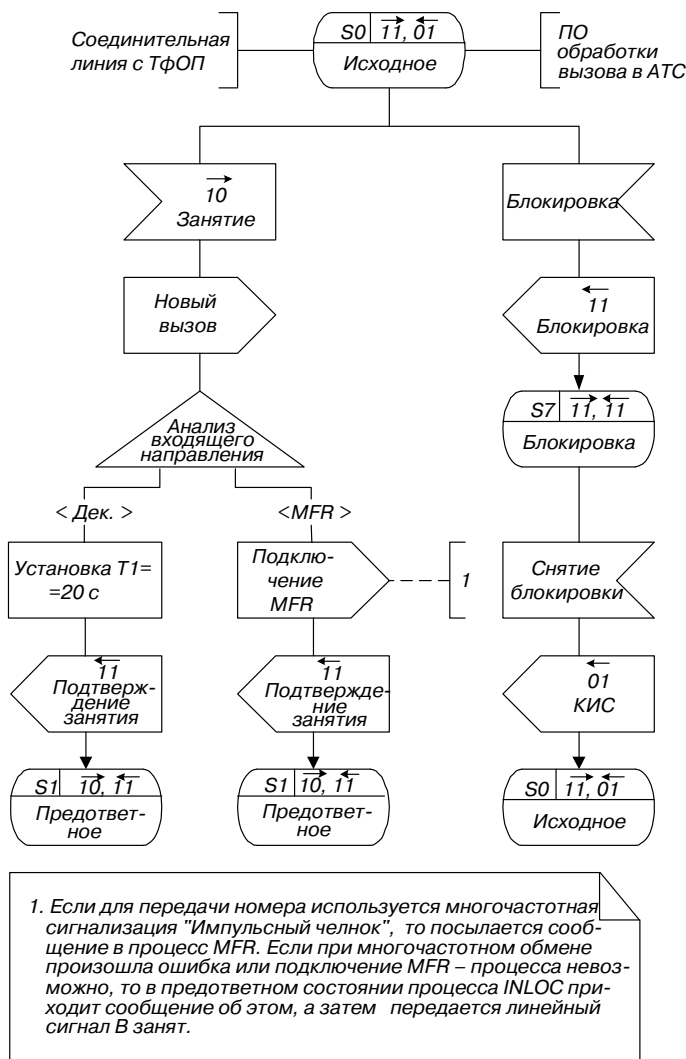


Рис. 3.8 SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 1 из 4)

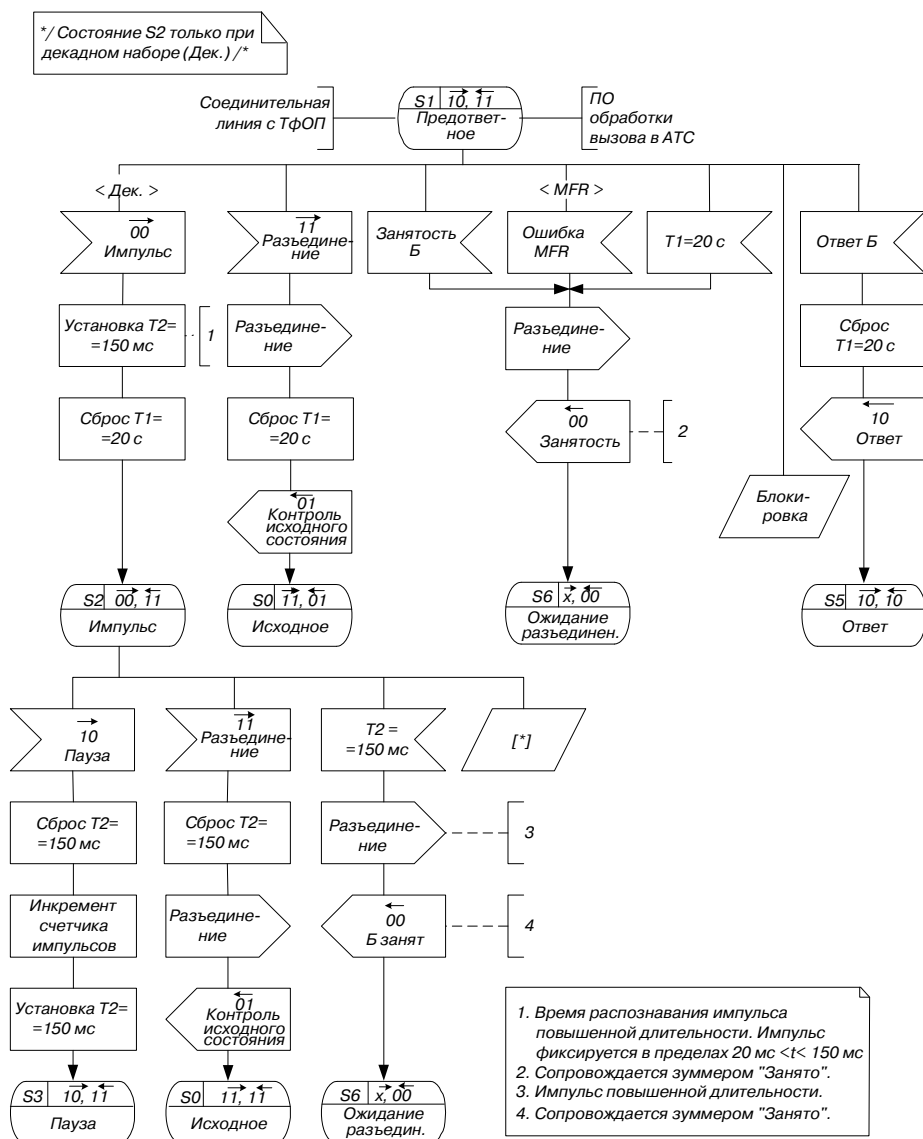


Рис. 3.8 SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 2 из 4)

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 в аппаратуре ИКМ вносятся искажения ± 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, принимаемого процессом INLOC, составляет 16 мс.

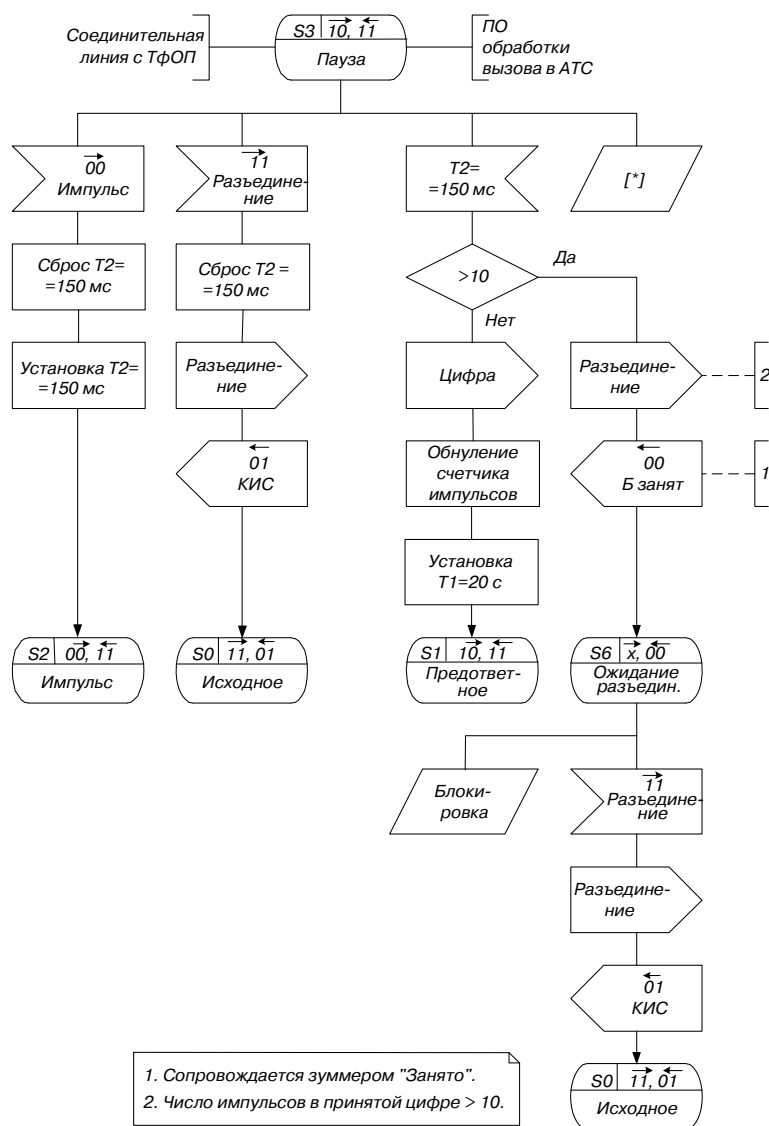


Рис. 3.8 SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 3 из 4)

В предответном состоянии S1 также возможно получение от ПО обработки вызова в АТС сообщений о занятости абонента Б или об ошибке при многочастотном способе регистровой сигнализации. В этих случаях также передается линейный сигнал «Б занят» (00),

и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6. К этому же приводит и срабатывание таймера T1=20 с в случае декадного способа набора номера, следствием чего также является передача сигнала «Занятость» (00) и переход в состояние ожидания разъединения S6. И, наконец, возможно получение от ПО обработки вызова в АТС сообщения об ответе абонента Б, в результате чего сбрасывается таймер T1=20 с, передается линейный сигнал «Ответ» (10), и процесс переходит в разговорное состояние S5.

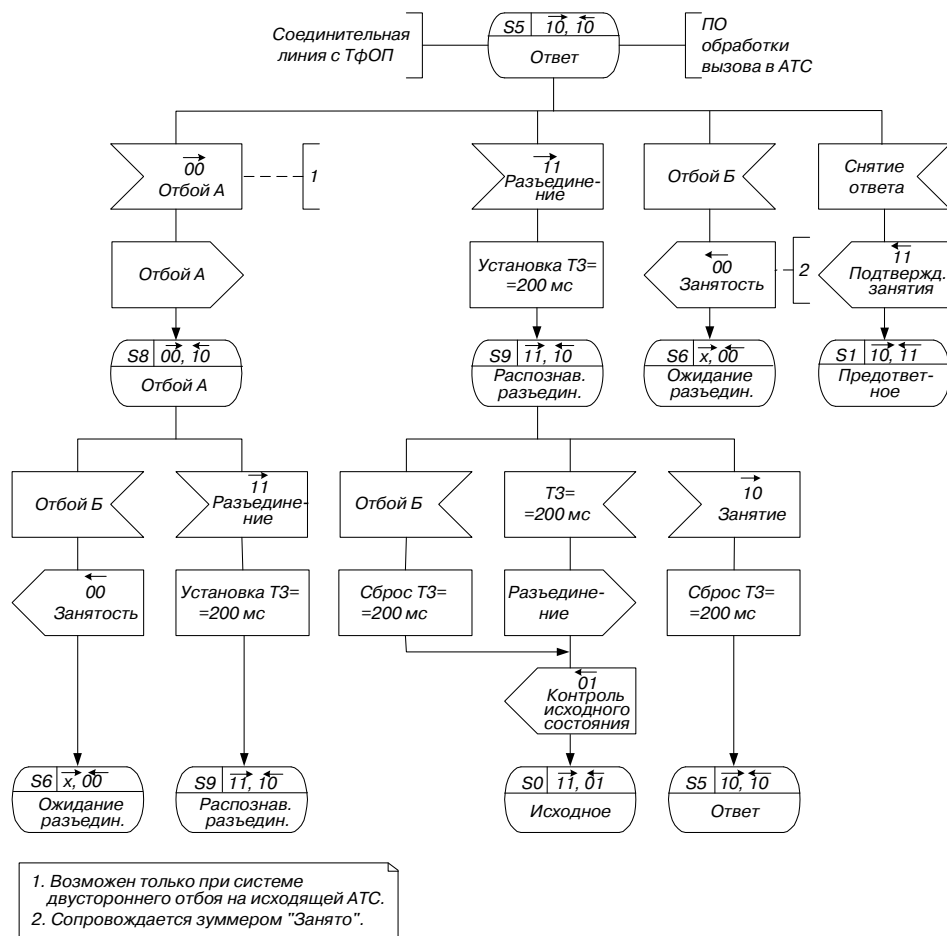


Рис. 3.8 SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 4 из 4)

В состоянии паузы S3 возможно получение сигнала «Разъединение» (11), в результате чего производятся сброс таймера T2=150 мс, передача сообщения в ПО АТС, передача линейного сигнала «Контроль исходного состояния» (01) в соединительную линию и переход в исходное состояние S0. В состоянии паузы также возможны два

следующих события: приход нового импульса – линейный сигнал (00), после которого заново устанавливается таймер 150 мс, и система возвращается в состояние приема импульса S2, или срабатывание таймера 150 мс, означающее, 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, и тогда осуществляются передача сигнала «Б занят» (00) и переход 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 таймер 20 с. После этого система возвращается в предответное состояние S1 для ожидания новой цифры, принимаемой по соединительной линии, или сообщения от ПО обработки вызова о реакции вызываемого абонента Б.

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

В разговорном состоянии S5 возможно получение одного из двух сигналов. Это – линейный сигнал «Разъединение» (11) или сообщение от ПО обработки вызова в АТС об отбое абонента Б. В случае сигнала «Разъединение» устанавливается таймер $T3=200\text{мс}$ для его достоверного распознавания и происходит переход в состояние S9 распознавания разъединения. При приеме от ПО обработки вызова в АТС сообщения «Отбой Б» передается линейный сигнал «Б занят» (00), и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6.

В состоянии S9 возможно исчезновение сигнала разъединения до его распознавания, то есть возвращение сигнала «Занятие» (10), в связи с чем сбрасывается таймер T3, а система возвращается в разговорное состояние S5. В этот же период возможно и получение сообщения «Отбой абонента Б». При приеме этого сообщения продолжать отсчет времени $T3=200\text{мс}$ вряд ли целесообразно, ибо отбой дали оба абонента А и Б. В связи с этим процесс сбрасывает таймер T3, передает линейный сигнал (01) «Контроль исходного состояния» и возвращается в исходное состояние S0. Та же последовательность действий осуществляется, если изменения не происходят в течение 200 мс, то есть сигнал «Разъединение» (11) считается достоверно распознанным. В ПО обработки вызова передается сообщение «Разъединение», в соединительную линию направляется сигнал «Контроль исходного состояния» (01), а система переходит в исходное состояние S0.

В том же разговорном состоянии S5 возможно сообщение от ПО обработки вызова о снятии ответа. Одна из возможных причин этого – подготовка к генерации запроса АОН (500 Гц и линейный сигнал «Ответ»), например, для определения злонамеренного вызова. В этом случае в линию передается сигнал «Подтверждение занятия» (11), и процесс возвращается в предответное состояние S1.

В другой ситуации, только при системе двустороннего отбоя на исходящей АТС, возможно получение по линии сигнала «Отбой А» (00), что переводит систему в состояние S8 отбоя А. В этом случае система либо ожидает сигнал «Разъединение» по линии, либо сообщение «Отбой Б» от ПО обработки вызова. В случае приема сигнала «Разъединение» устанавливается таймер T3, и система переходит в уже описанное выше состояние распознавания разъединения S9. При приеме 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-диаграммами 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) показано, что в исходном состоянии со стороны исходящей АТС в соединительную линию передается сигнал «Исходное состояние» (11), а со стороны входящей АТС на исходящую – сигнал «Контроль исходного состояния» (01). При попытке установления соединения со стороны исходящей АТС сигнал «Исходное состояние» (11) сменяется сигналом «Занятие» (10), в ответ на который ожидается прием со стороны входящей АТС сигнала «Подтверждение занятия» (11), после чего система переходит в предответное состояние, характеризующееся 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). Различие между паузой и межцифровым интервалом, передаваемыми одним и тем же линейным сигналом (10), заключается только в их длительности. В соответствии с вышеприведенными SDL-диаграммами обработки линейной сигнализации при местном вызове максимально возможная длительность паузы составляет 150 мс. В случае, если длительность паузы превышает 150 мс, сигнал распознается как «Межцифровой интервал». В рассматриваемом сценарии «а» (абонент Б свободен, первым дает отбой абонент А) появляется сигнал «Ответ» (10), после чего система переходит в состояние разговора. При отбое абонента А передается линейный сигнал «Разъединение» (11), ответом на который служит сигнал «Контроль исходного состояния» (01), а система переходит в исходное состояние.

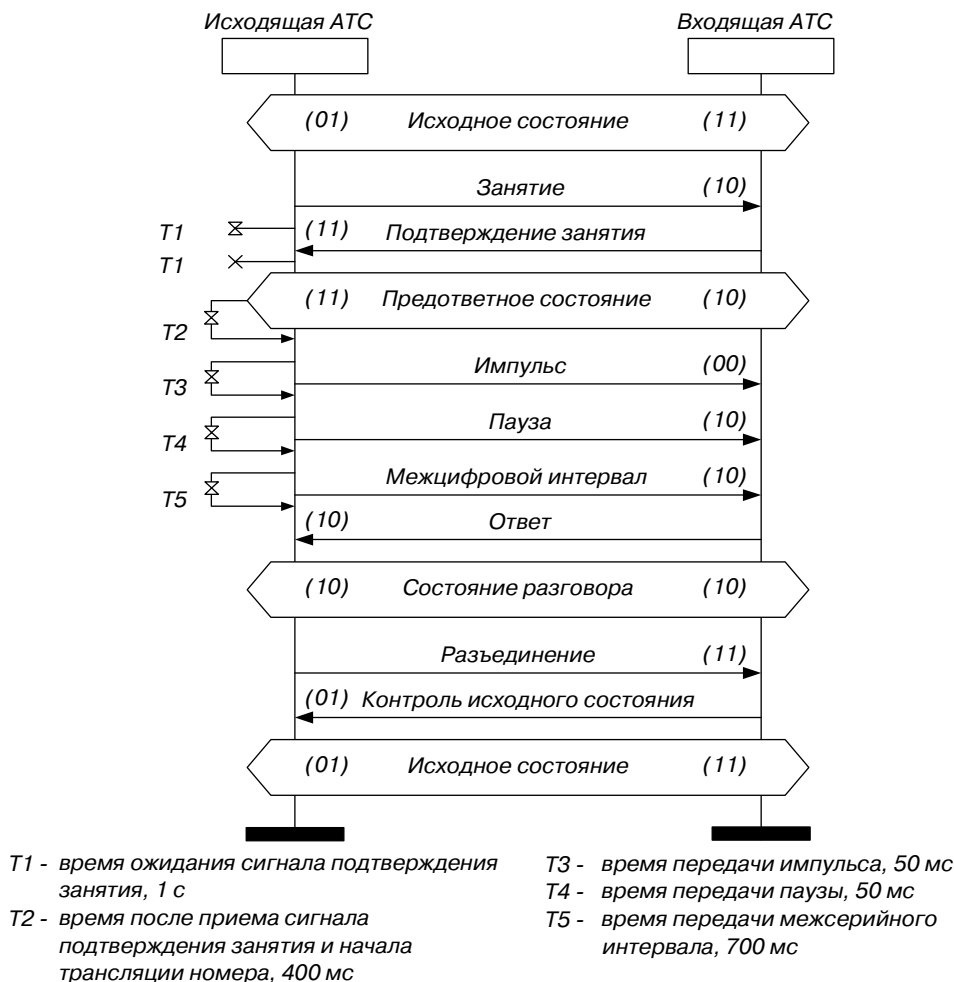


Рис. 3.9 Сценарии обмена сигналами (местный вызов)
а) абонент свободен, отбой вызывающего абонента

Следующий сценарий – сценарий «б» – отличается от предыдущего только системой отбоя. В сценарии «б» реализован двусторонний отбой. В этом случае в состоянии разговора исходящая АТС передает сигнал «Отбой А» (00), ответом на который будет сигнал «Отбой Б» (00). После приема сигнала «Отбой Б» в сторону входящей АТС передается сигнал «Разъединение» (11), приняв который АТС передает сигнал «Контроль исходного состояния» (01), после чего система переходит в исходное состояние.

Сценарий «в» отличается от двух предыдущих тем, что в состоянии разговора первым дает отбой вызываемый абонент Б. Это при-

водит к передаче сигнала «Отбой Б» (00) в сторону исходящей АТС. В ответ на сигнал «Отбой Б» исходящая АТС передает сигнал «Разъединение» (11), получает сигнал «Контроль исходного состояния» (01) и переходит в исходное состояние.

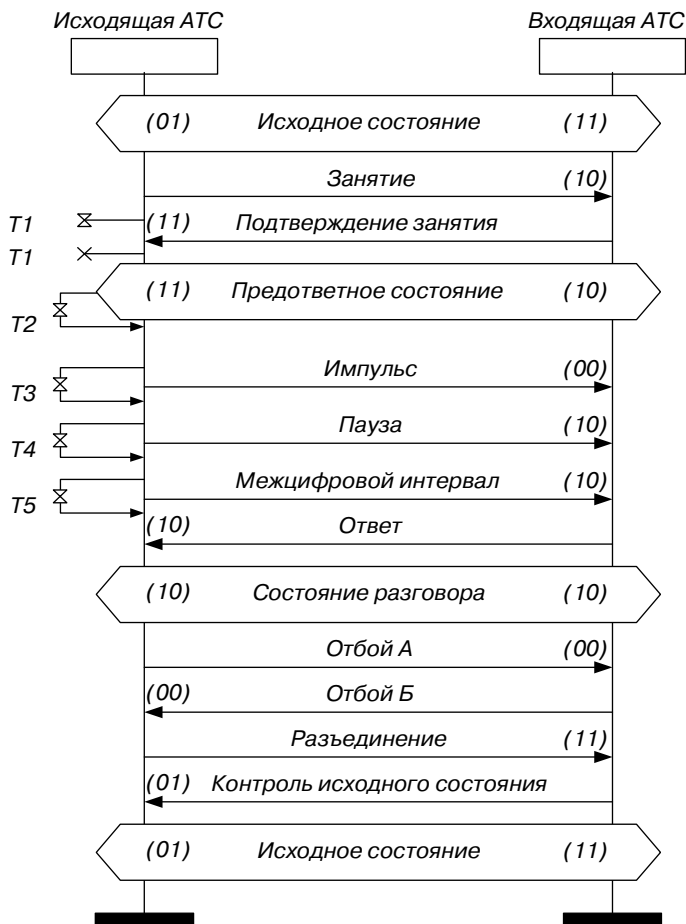


Рис. 3.9 Сценарии обмена сигналами (местный вызов)
б) абонент Б свободен, отбой вызывающего абонента
(двусторонний отбой)

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

Сценарий на рис. 3.9 д относится к случаю отбоя вызываемого абонента Б, то есть в процессе набора номера. В этом случае последовательность импульсов и пауз нарушается передачей в сторону входящей АТС сигнала «Разъединение» (11). После получения сигнала «Контроль исходного состояния» система также переходит в исходное состояние.

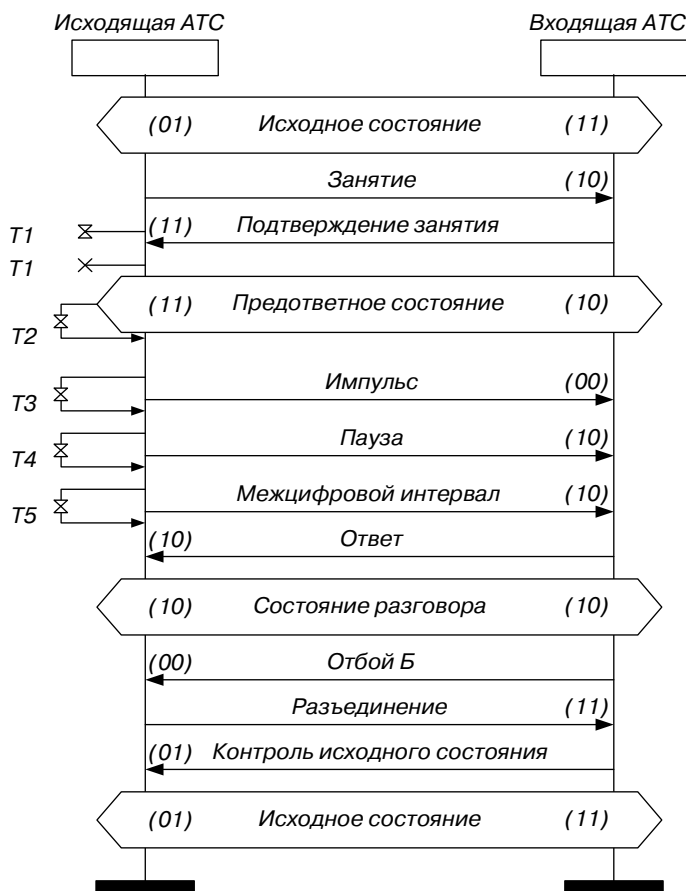


Рис. 3.9 Сценарии обмена сигналами (местный вызов) в) абонент Б свободен, отбой вызываемого абонента

Сценарии «е» и «ж» – разъединение и блокировка на любом этапе установления соединения. Для сценария типа «ж» следует подчеркнуть, что выход из состояния блокировки возможен только при передаче сигнала «Контроль исходного состояния», все остальные сигналы в этом состоянии не воспринимаются.

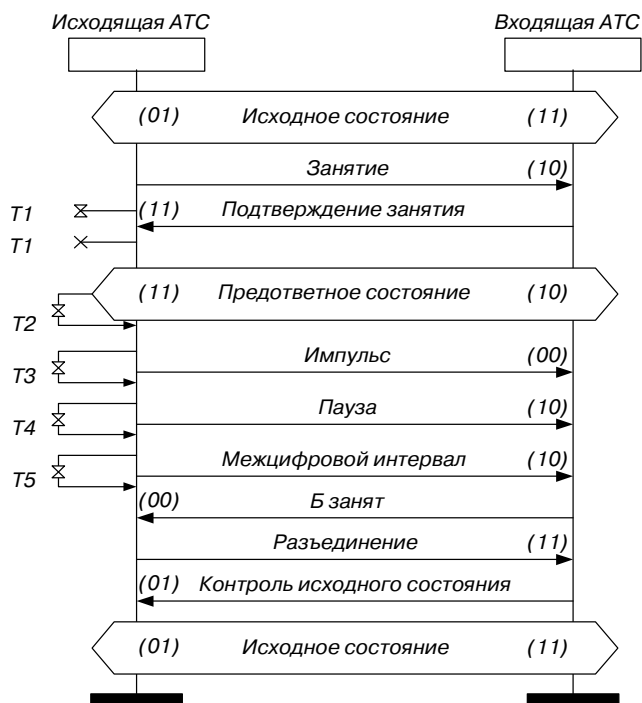


Рис. 3.9 Сценарии обмена сигналами (местный вызов)
г) абонент Б занят, разъединение

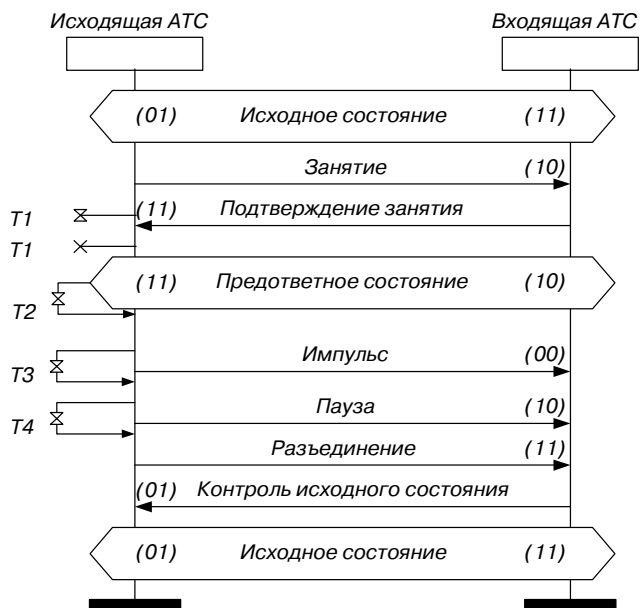


Рис. 3.9 Сценарии обмена сигналами (местный вызов)
д) отбой абонента А до ответа Б



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

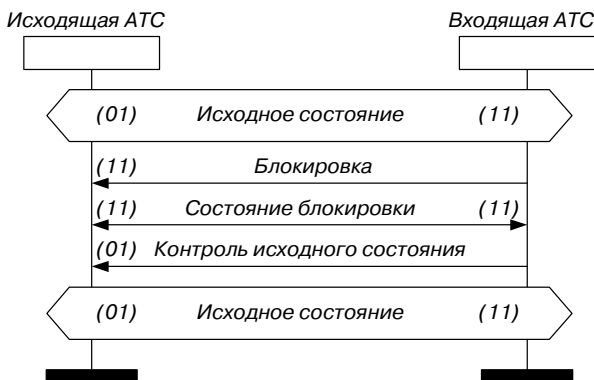


Рис. 3.9 Сценарии обмена сигналами (местный вызов)
ж) блокировка СЛ

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 INLOC. Описания ряда этих сигналов совпадают с описаниями аналогичных сигналов для процесса INLOC, представленных в таблицах 3.7 и 3.8. При этом следует отметить некоторую разницу в обработке сигнала «Б занят», связанную с причиной передачи этого сигнала. Если вызываемый абонент занят местным соединением, то линейный сигнал «Занятость» не сопровождается акусти-

ческим сигналом «Занято», а в другой ситуации – занятость соединительных путей или занятость вызываемого абонента междугородным или более приоритетным соединением – линейный сигнал «Занятость» должен сопровождаться акустическим сигналом «Занято». При приеме 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 разгружается.

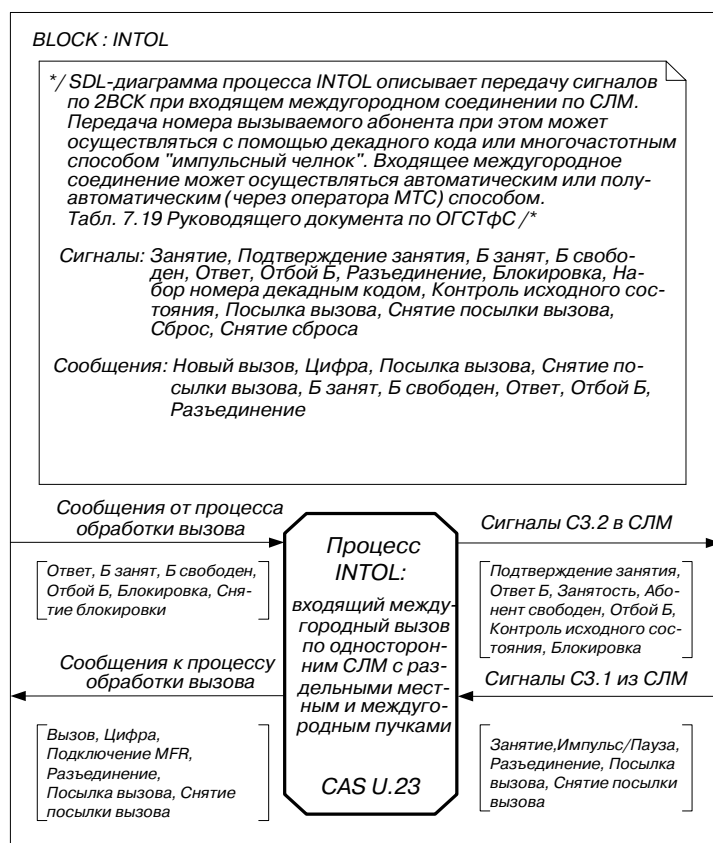


Рис. 3.10 Блок обработки входящего междугородного вызова INTOL

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

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» вызывае-

мому абоненту, а исходящая АМТС – акустического сигнала «Контроль посылки вызова» (КПВ) вызываемому абоненту.

Таблица 3.11 Сигналы С3.1, принимаемые INTOL со стороны соединительной линии при междугородном входящем соединении

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

Таблица 3.12 Сигналы С3.2, передаваемые INTOL в сторону соединительной линии при входящем междугородном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Состояние бит				Примечание
			1BCK (a)	2BCK (b)	(c)	(d)	
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	0	0	0	1	Передается в случае занятости или недоступности абонента
4	<—	АБОНЕНТ СВОБОДЕН	1	0	0	1	
5	<—	ОТБОЙ Б	1	0	0	1	
6	<—	БЛОКИРОВКА	1	1	0	1	Передается в исходном состоянии для запрещения занятия СЛМ
7	<—	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	0	1	0	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	ОТБОЙ	
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	

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

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.

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 таймеры:

T1 = 20 с – ожидание следующей цифры при декадном наборе,
 T2 = 150 мс – максимальная длительность импульса или паузы при декадном наборе номера,
 T3 = 200 мс – время распознавания разъединения.

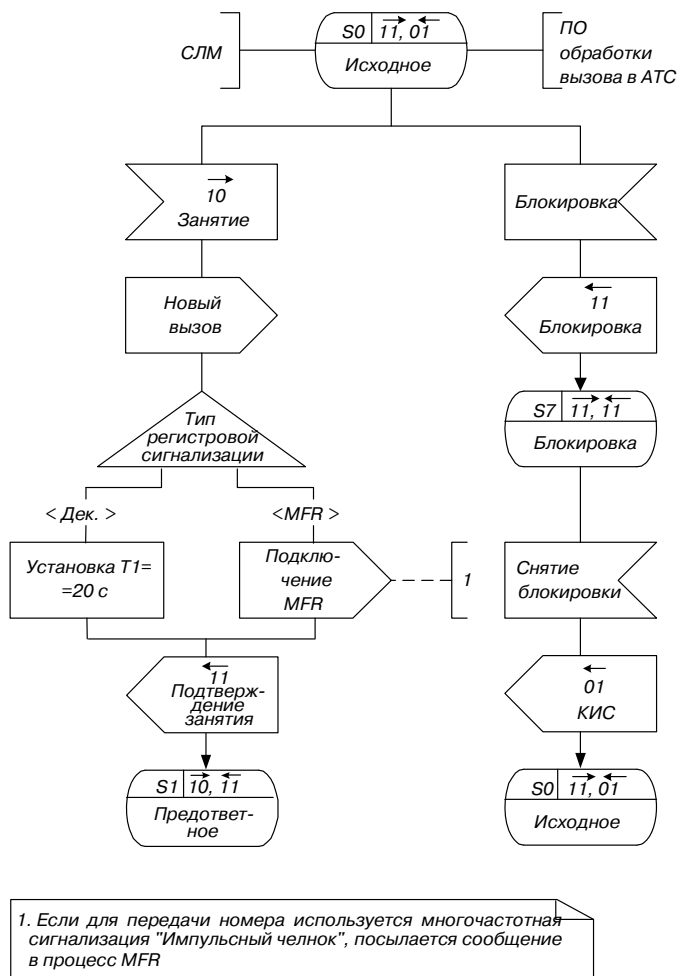


Рис. 3.11 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 1 из 5)

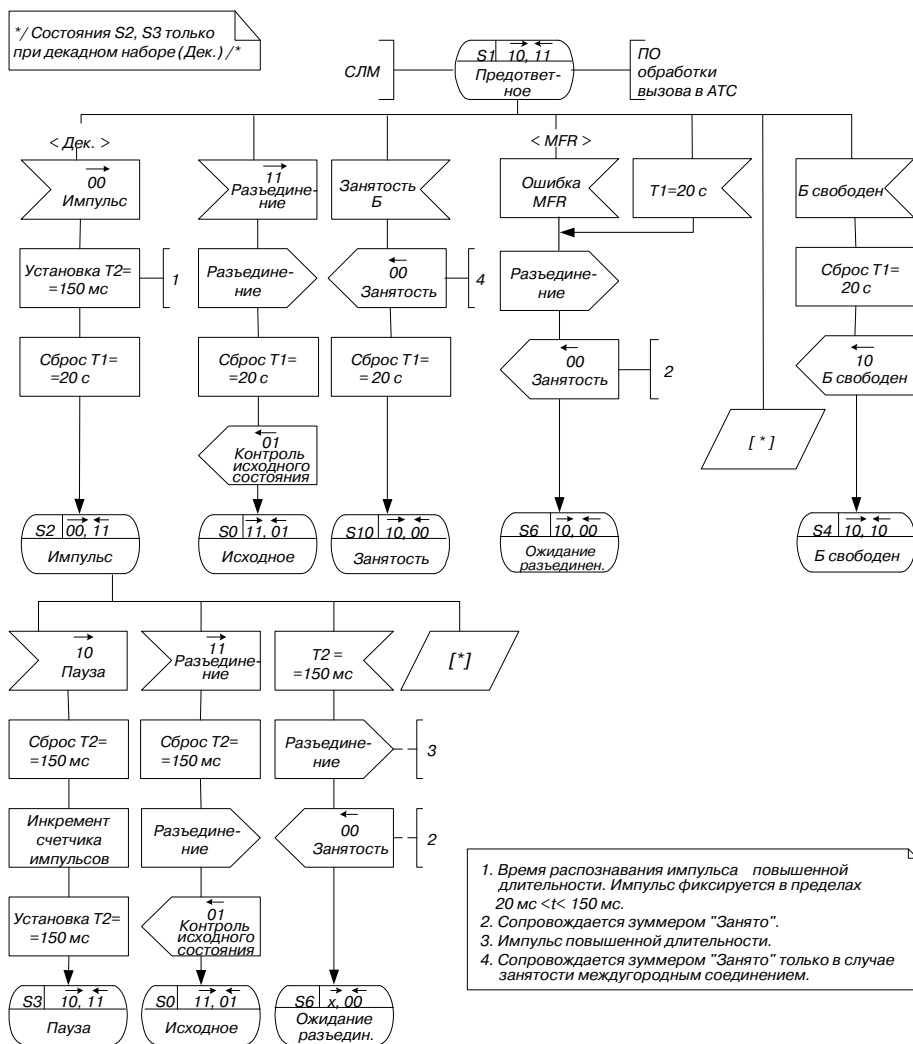


Рис. 3.11 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 2 из 5)

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 в ПО обработки вызова АТС направляется сообщение о появлении нового вызова и осуществляется подготовка к приему цифр номера вызываемого абонента.

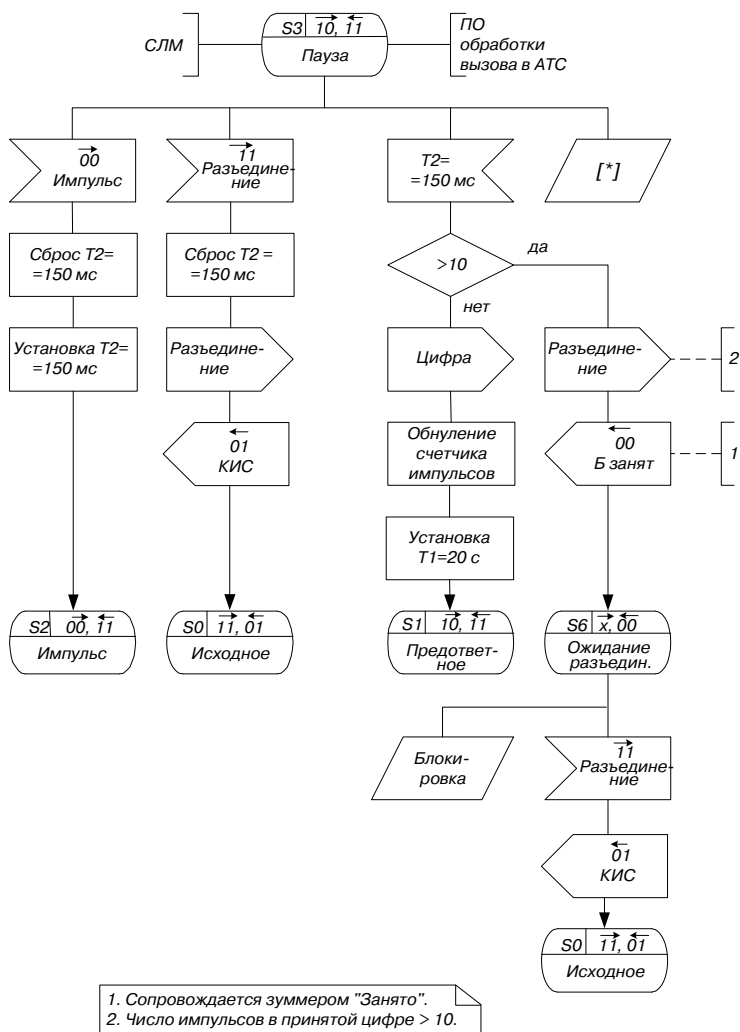


Рис. 3.11 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 3 из 5)

При использовании на каналах входящего направления сигнализации методом «импульсный челнок» в ПО обработки вызова направляется сообщение о подключении приемопередатчика многочастотной сигнализации, после чего в канал передается линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11).

При использовании декадного способа передачи цифр номера устанавливается таймер T1, равный 20 с и ограничивающий ожидание первого импульса набора номера, а также передается линейный сигнал «Подтверждения занятия» (11). В обоих случаях происходит переход в предответное состояние S1.

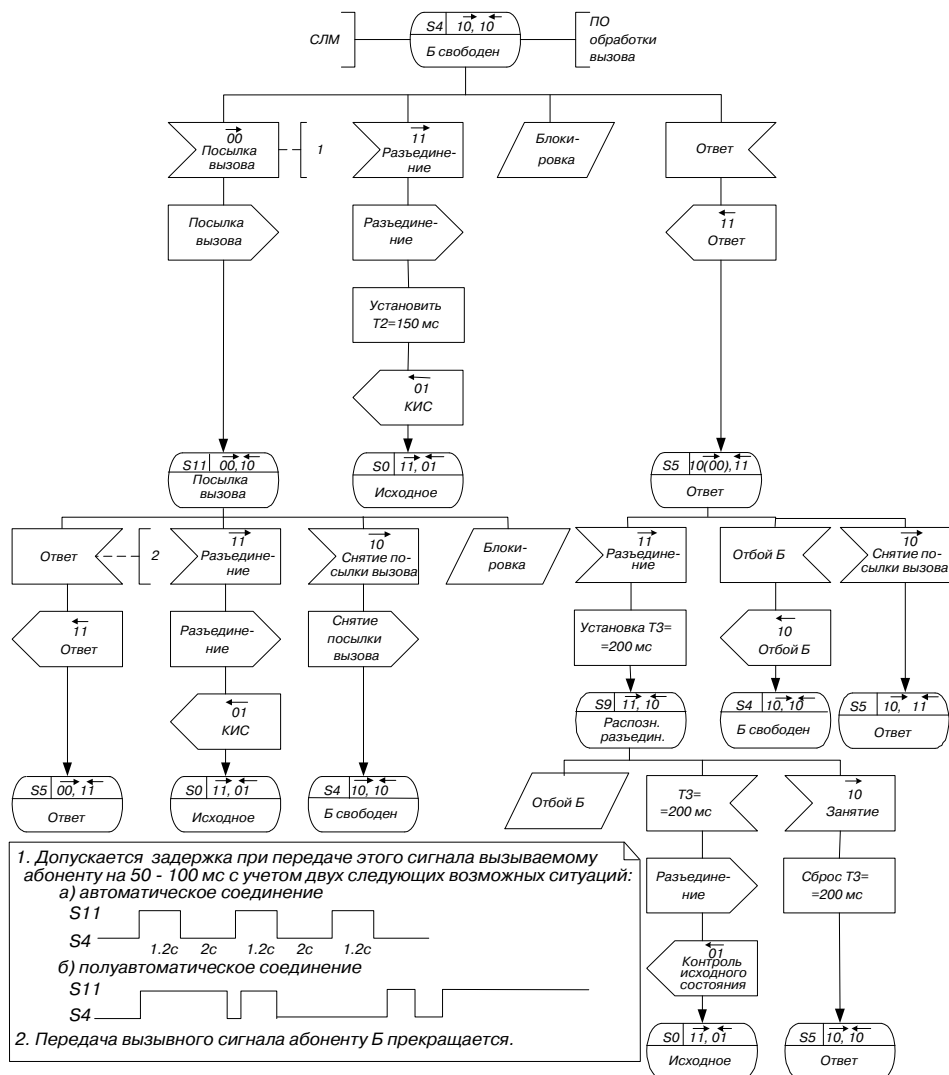


Рис. 3.11 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 4 из 5)

В исходном состоянии также возможно получение от ПО обработки вызова команды «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 «Блокировка» (11) сменяется линейным сигналом «Контроль исходного состояния» (01), и процесс INTOL возвращается в исходное состояние.

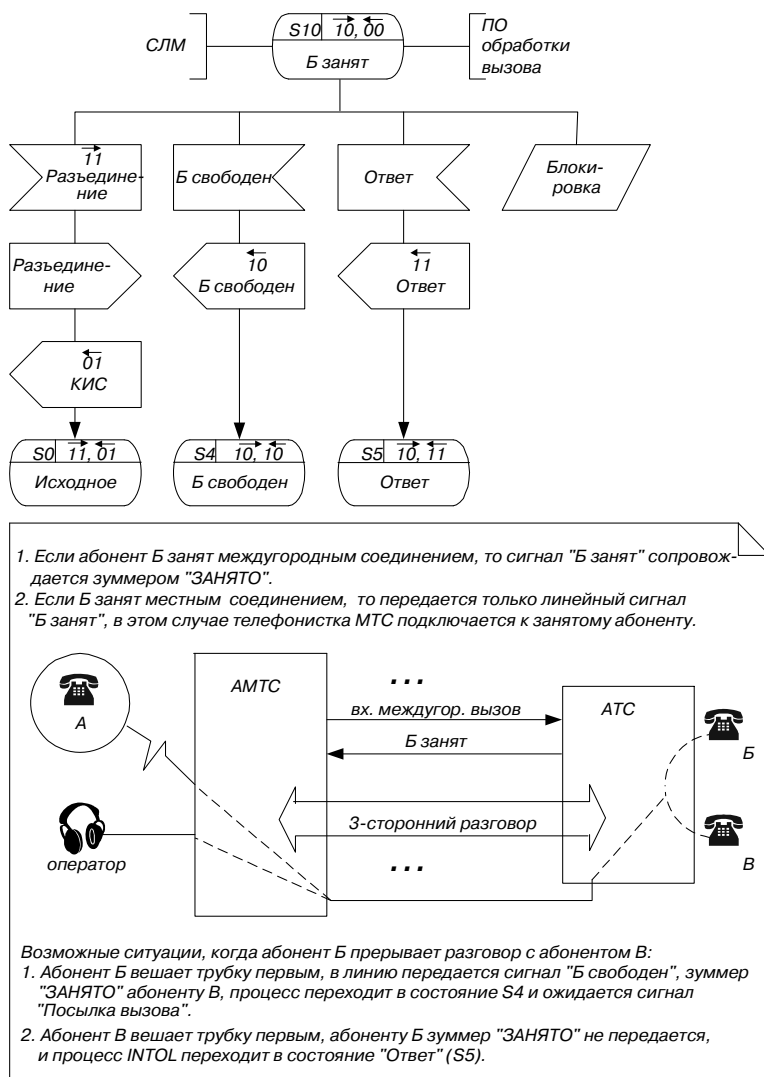


Рис. 3.11 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 5 из 5)

В предответном состоянии возможно получение линейного сигнала «Импульс» (00), в результате чего устанавливается таймер $T2 = 150$ мс для анализа наличия импульса повышенной длительности, находящейся за пределами 20-150 мс, а также сбрасывается таймер $T1 = 20$ с. Процесс переходит в состояние импульса S2. При появлении сигнала «Разъединение» (11) в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о разъединении, сбрасывается таймер ожидания цифр номера $T1 = 20$ с, в канал передается сигнал «Контроль исходного состояния» (01), и процесс возвращается в исходное состояние S0.

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

После приема необходимого количества цифр 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 передается линейный сигнал «Абонент свободен» (10) и сбрасывается таймер T1=20 с.

Отличается от процесса INLOC обработки местного вызова и реакция на занятость вызываемого абонента. Во всех случаях к исходящей АМТС направляется линейный сигнал «Б занят» (00), однако при занятости вызываемого абонента местным соединением этот линейный сигнал не сопровождается акустическим сигналом «Занято», а процесс INTOL переходит в состояние S10 занятости вызываемого абонента Б. При занятости абонента междугородным или приоритетным соединением, а также при его недоступности, при срабатывании таймера 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 S6 процесс ожидает только единственный линейный сигнал «Разъединение» (11), в ответ на который передается 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. Различными в этих двух режимах являются последовательности посылок вызовов, изображенные в комментариях к состоянию S4 на SDL-диаграмме процесса INTOL.

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

В разговорном состоянии S5 возможно получение либо линейного сигнала «Разъединение» (11), либо сообщения от ПО обработки

вызова в АТС об отбое абонента Б. В случае приема сигнала «Разъединение» устанавливается таймер $T3=200$ мс для его достоверного распознавания и осуществляется переход в состояние распознавания разъединения S9. При приеме от ПО обработки вызова в АТС сообщения «Отбой Б» передается линейный сигнал «Отбой Б» (10), который не сопровождается соответствующим зуммерным сигналом, а процесс переходит в состояние S4 – абонент 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 таймер T3, и система возвращается в разговорное состояние S5. Возможно также получение 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, в ПО обработки вызова АТС передается сообщение «Разъединение», в соединительную линию передается сигнал «Контроль исходного состояния» (01), и система переходит в исходное состояние S0.

Состояние S10 при автоматическом способе обслуживания вызовов в АМТС предусматривает только прием сигнала «Разъединение» (11), в ответ на который передается сигнал «Контроль исходного состояния» (01), и процесс возвращается в исходное состояние S0. При полуавтоматической связи происходит 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.

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 «Абонент свободен», «Посылка вызова» и «Снятие посылки вызова».

Сценарий на рис. 3.12 «в» дополняет два первых сценария ситуацией повторного вызова после отбоя вызываемого абонента Б и 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).

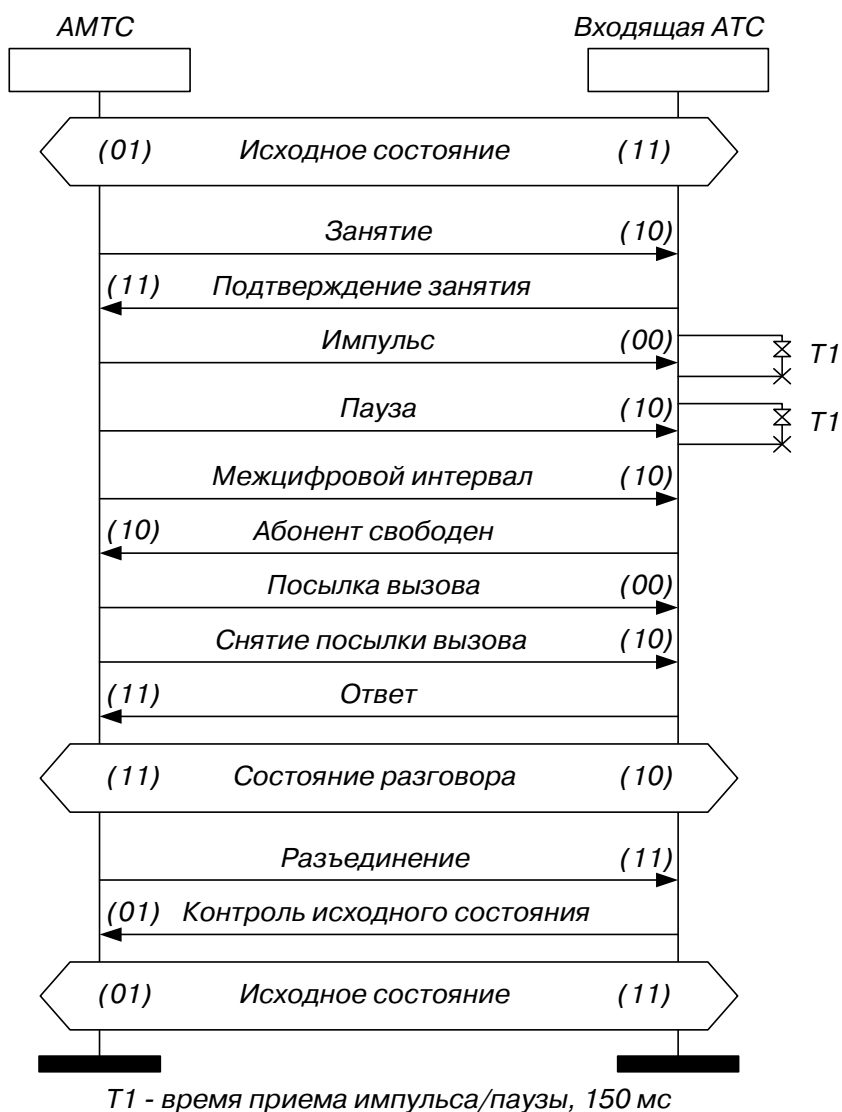
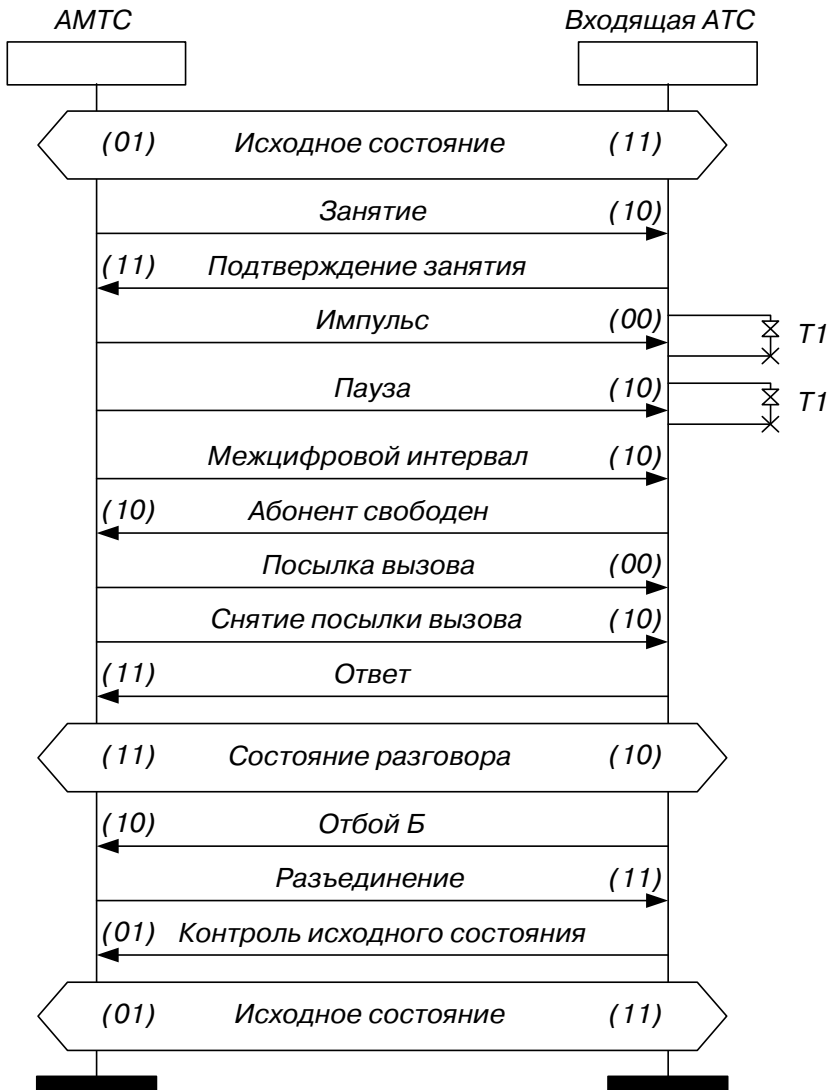


Рис. 3.12 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
а) абонент свободен, разъединение от АМТС



$T1$ - время приема импульса/паузы, 150 мс

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

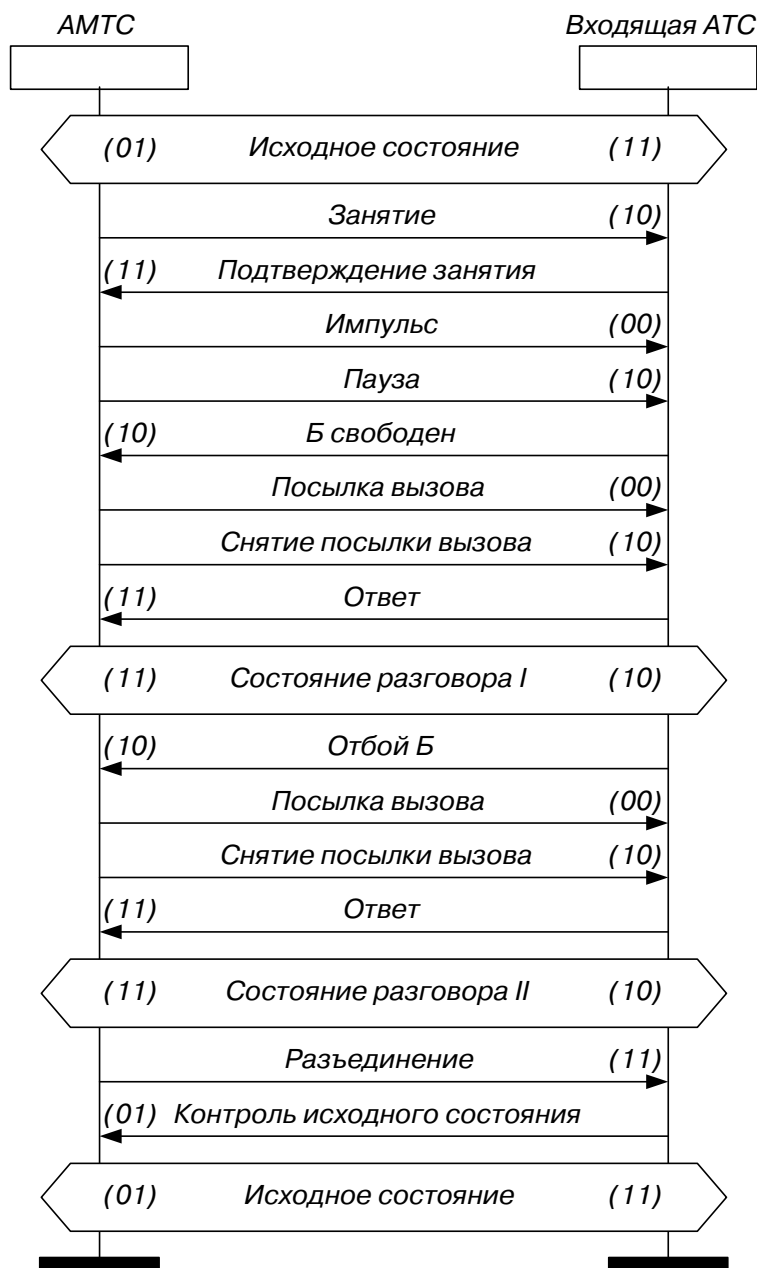


Рис. 3.12 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
в) повторный вызов при полуавтоматической связи

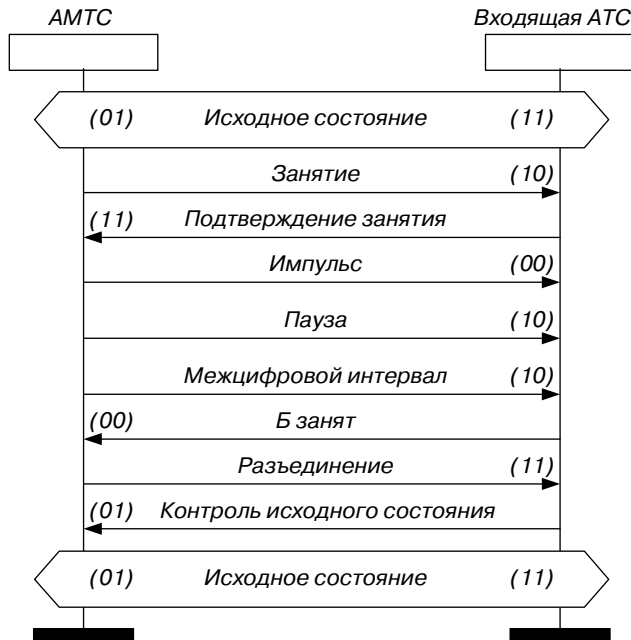
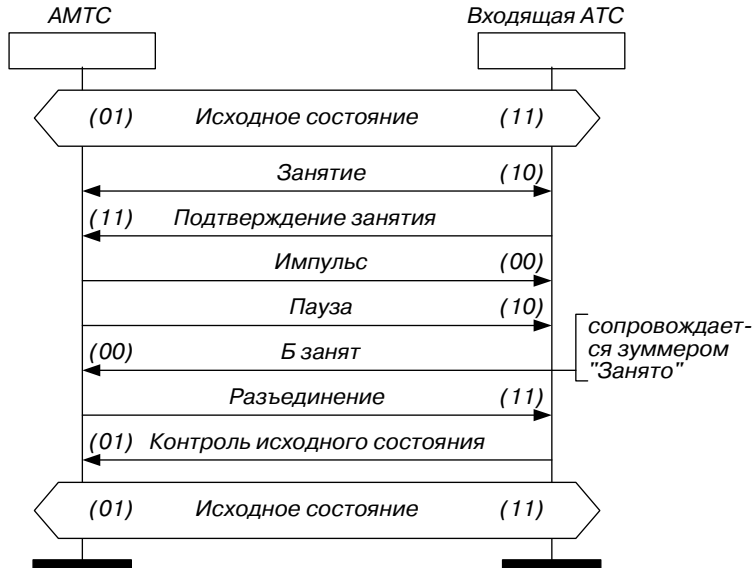


Рис. 3.12 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
г) абонент Б занят, автоматическая связь



В случае недоступности абонента Б или занятости его другим междугородным соединением 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

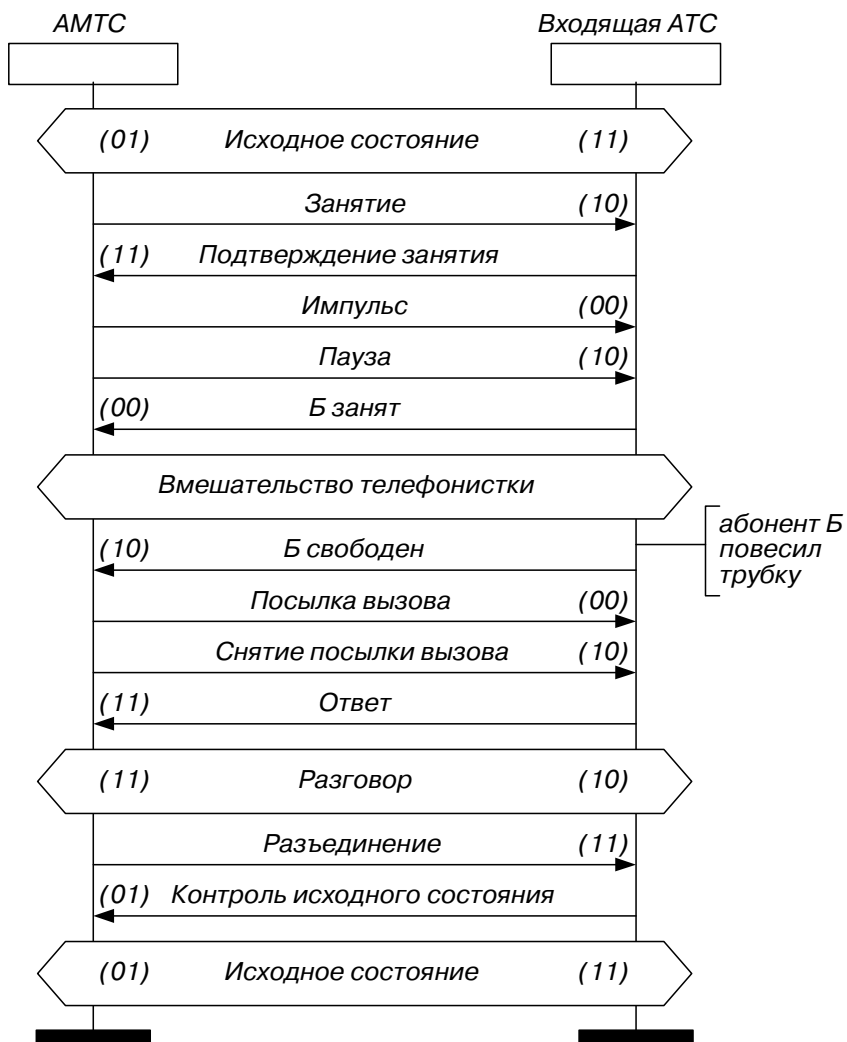


Рис. 3.12 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
 е) абонент Б занят разговором с абонентом В, полуавтоматическая связь,
 после поступления междугородного вызова вешает трубку абонент Б.

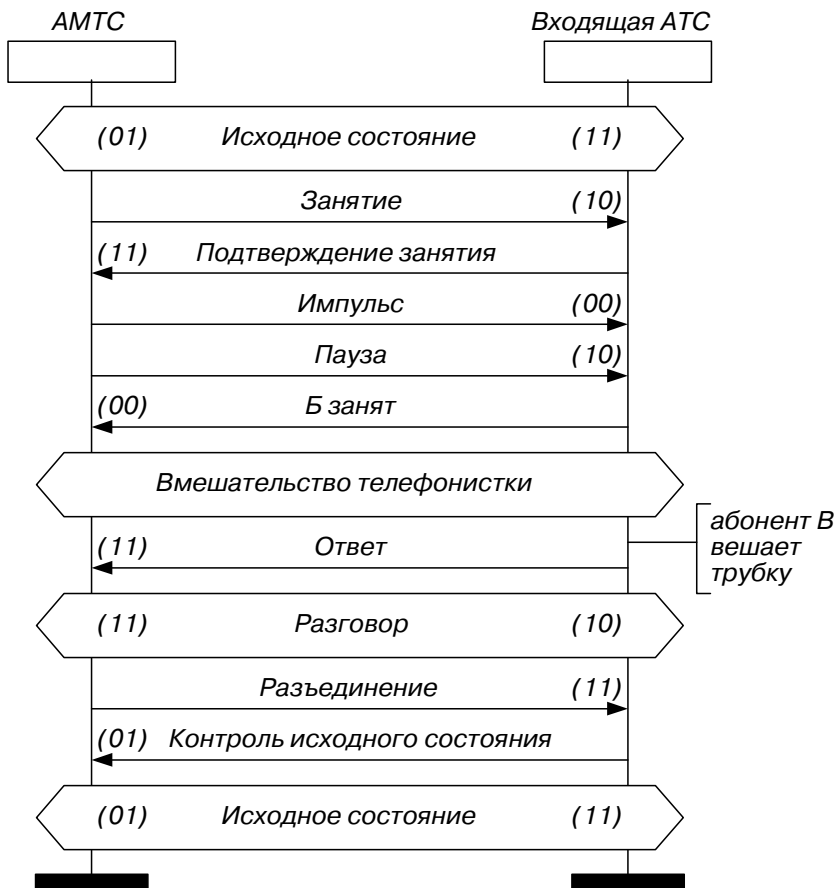


Рис. 3.12 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
ж) абонент Б занят разговором с абонентом В, полуавтоматическая связь, после поступления междугородного вызова вешает трубку абонент В.

3.4 Сигнализация по универсальным соединительным линиям двустороннего использования

В данном разделе рассматривается протокол сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам (ВСК) применительно к универсальным соединительным линиям двустороннего использования с объединенными местным и междугородным пучками в 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 использования с объединенными местным и междугородным пучками.

Таблица 3.15 Сигнальный код по универсальным СЛ
двустороннего использования для местного вызова

№	Напр. передачи	Сигнал/состояние	Состояние ВСК				Время распознавания, мс	Примечание
			прямое		обратное			
			1ВСК	2ВСК	1ВСК	2ВСК		
1	↔	Исходное состояние	1	0	1	0		
2	→	Занятие 1.Блокировка входящего вызова	1 ↓	1	1	0	30	1. Исходящая сторона передает "11" и ожидает встречный вызов в течение 40-80 мс Ожидание подтверждения занятия = 1 с
	→	2.Занятие	0	1	1	0 ↓	10-30	
	←	3.Подтверждение занятия	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	↓ 1	1	0 ↓	1	120-500	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 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 сигнала "Разъединения", возвращение в исходное состояние осуществляется после приема сигнала "Снятие ответа"
	←	2 этап Снятие ответа (подтверждение разъединения)	1	1	1	1	20	
	↔	3 этап Снятие блокировки входящей и исходящей связи	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 использования для междугородного вызова**

№	Напр. передачи	Сигнал/ состояние	Состояние ВСК				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 передает 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" происходит в течение ≥500 мс после передачи сигнала "Абонент свободен"
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 (0) (0)	1 (0) (1)	150-200	1) В случае разъединения в состоянии "Ответ" входящая сторона заканчивает передачу по второму ВСК через 20-30 мс после 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	
1-0	→	Блокировка входящего вызова	1	1	1	0	20-30	

На SDL-диаграмме на рис. 3.13 использованы следующие таймеры:

- $T1=80$ 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 занятия (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 S00 процесса BCT 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 от ПО АТС сообщения о новом местном вызове в канал передается линейный сигнал «Блокировка» (11), устанавливается таймер $T1=80$ мс и происходит переход в состояние блокировки входящего вызова S01. Состояние S01 вводится на 70-80 мс для того, чтобы разрешить конфликтную ситуацию при попытке занять канал входящим вызовом с противоположной стороны. Те же действия, но без установки таймера $T1=80$ мс, производятся при приеме команды «Блокировка входящих вызовов» от ПО АТС (по техническим причинам, из-за перегрузки, при рестартах и т.п.). Процесс передает тот же линейный сигнал «Блокировка» (11) и таким же образом переходит в состояние блокировки входящего соединения S01 до снятия блокировки сообщением от ПО обработки вызовов АТС.

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

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

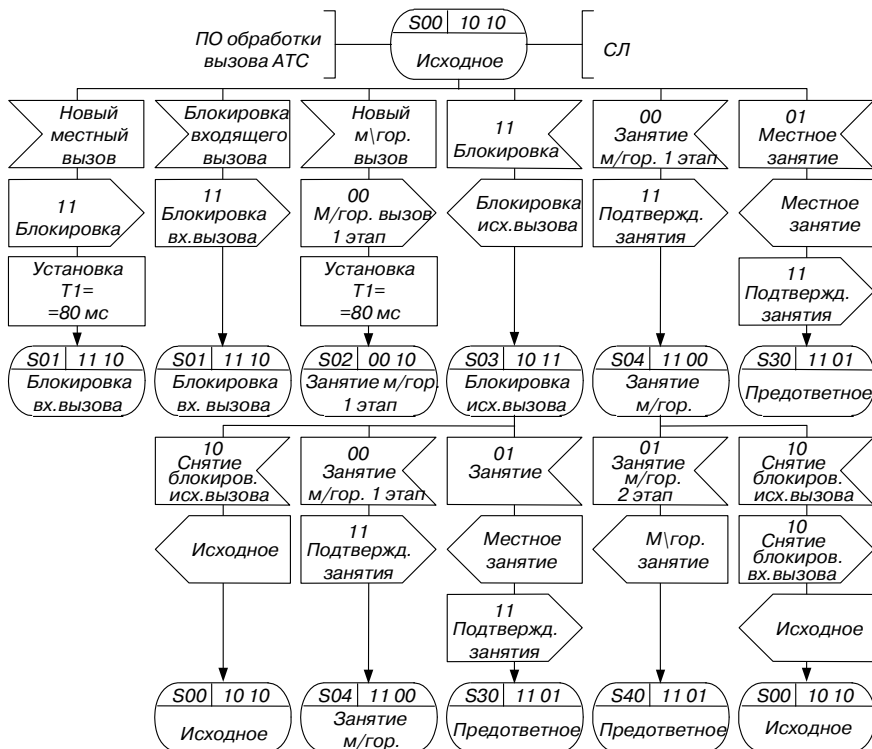


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса BCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (1 из 13)

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

Если в исходном состоянии $S00$ поступает сигнал «Занятие междугородное, 1-й этап» (00), в СЛ передается сигнал «Подтверждение занятия» (11), а процесс переходит в состояние $S04$ входящего междугородного занятия. Если же поступает линейный сигнал «Занятие местное» (01), то в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение о новом вызове, в СЛ передается линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11), а процесс переходит в предответное состояние $S30$ ожидания цифр номера.

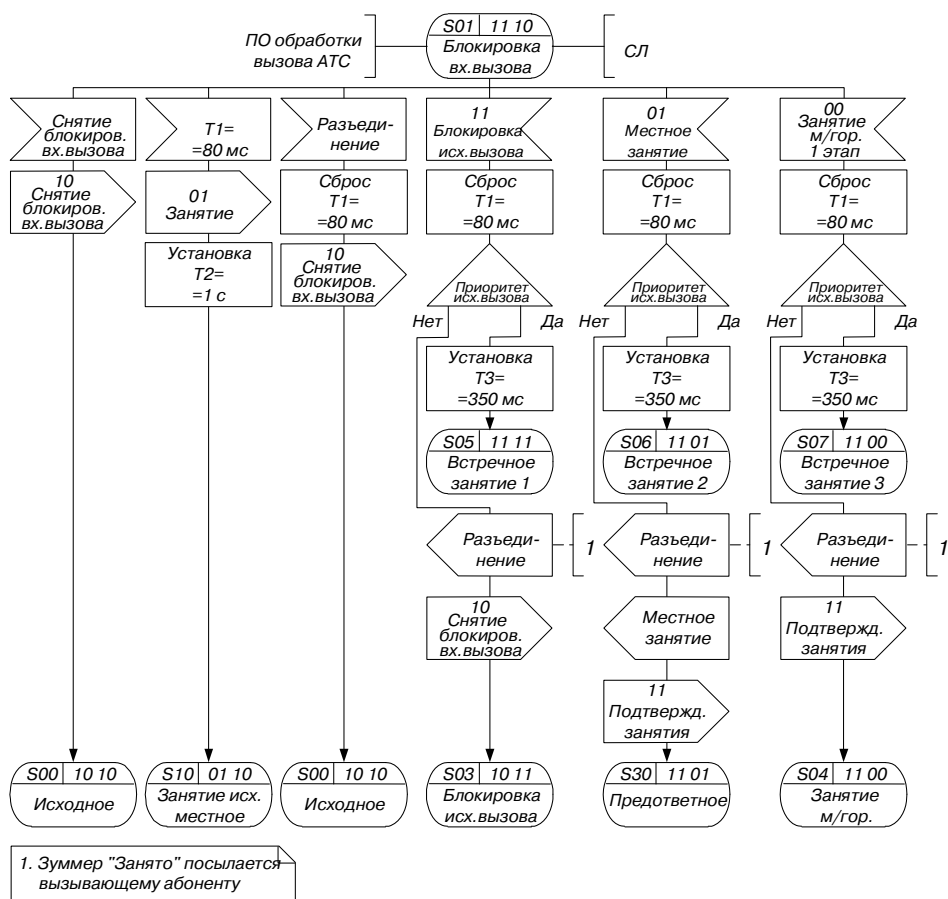


Рис. 3. 13 SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (2 из 13)

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

В состоянии S01 блокировки входящих вызовов ожидается срабатывание таймера 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 таймер

$T2=1$ с для ожидания сигнала «Подтверждение занятия» (11), и процесс переходит в предответное состояние $S10$.

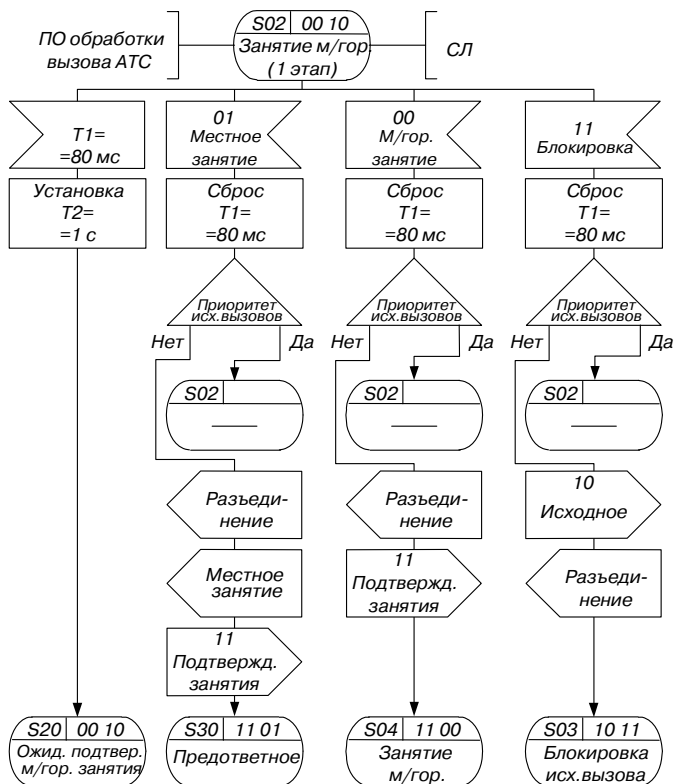


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (3 из 13)

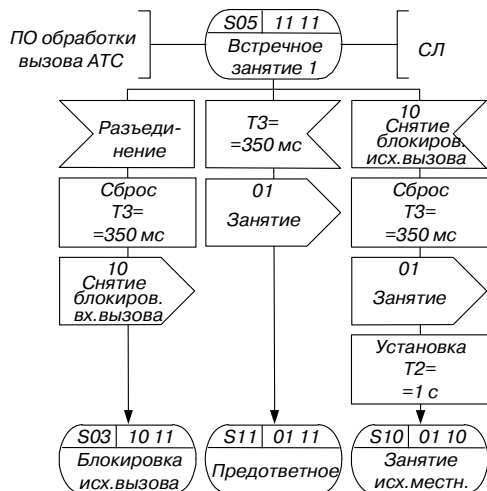


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (4 из 13)

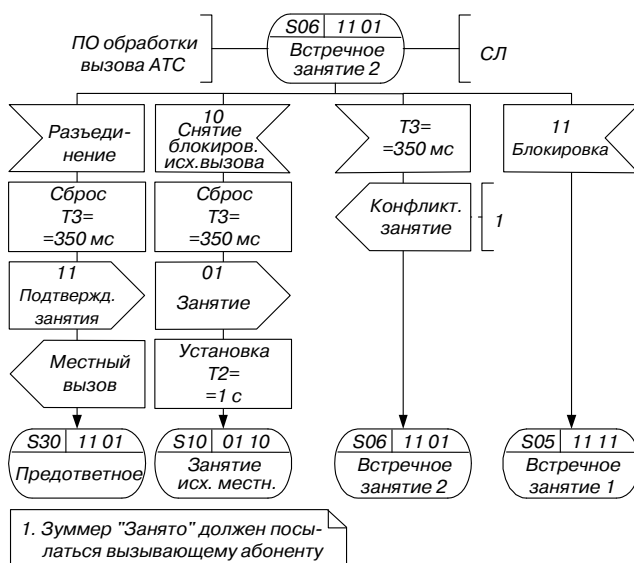


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса BCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (5 из 13)

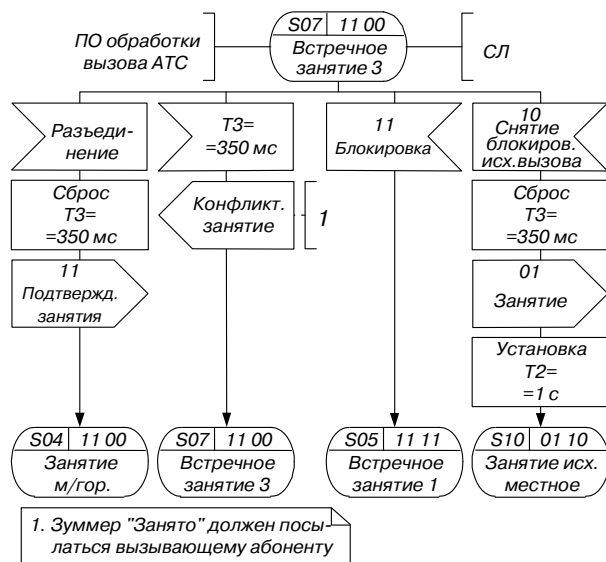


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса BCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (6 из 13)

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

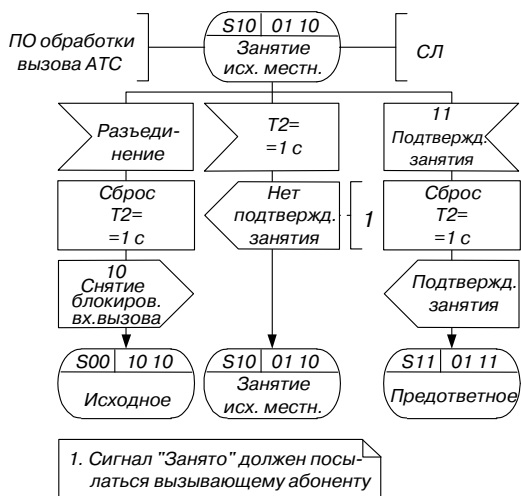


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса BCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (7 из 13)

В этом же состоянии S01 возможен прием от встречной АТС линейного сигнала «Местное занятие» (01). В этом случае дальнейшее действие процесса определяется заранее заданным приоритетом входящего и исходящего вызова. Если исходящий вызов является более приоритетным, процесс устанавливает таймер T3=350 мс и переходит в состояние S06 встречного занятия 2. Если же приоритетным является входящий вызов, то в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о разъединении устанавливаемого исходящего соединения (которое, в частности, приводит к посылке зуммера «Занято» вызываемому абоненту А) и сообщение о новом входящем местном занятии, а в СЛ передается сигнал «Подтверждение занятия» (11). После этого процесс переходит в предответное состояние S30, в котором ожидает первую цифру номера вызываемого абонента Б.

Если в состоянии S01 поступает входящий линейный сигнал «Блокировка исходящих вызовов» (11), проводится тот же анализ ранее установленного приоритета входящих и исходящих вызовов. Если более приоритетным является исходящий вызов, устанавливается тот же таймер T3=300-400 мс, а процесс переходит в состояние S05 встречного занятия 1. В том случае, если более приоритетным является входящий вызов, в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение о разъединении и посылке зуммера «Занято» вызываемому абоненту, а в соединительную линию – линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10). Процесс переходит в состояние S03 блокировки исходящих вызовов.

Если в состоянии S01 поступает линейный сигнал «Междугородное занятие, 1-й этап» (00), то в случае приоритета исходящего вызова устанавливается тот же таймер T3, а процесс переходит в состояние S07 встречного занятия. Если более приоритетным является входящий вызов, то в ПО обработки вызовов АТС передается со-

общение об отмене установления исходящего соединения в связи с появлением более приоритетного входящего междугородного вызова. Это сообщение инициирует посылку зуммера «Занято» вызываемому абоненту, а в СЛ передается линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11), после чего процесс переходит в состояние S04 занятия междугородного.

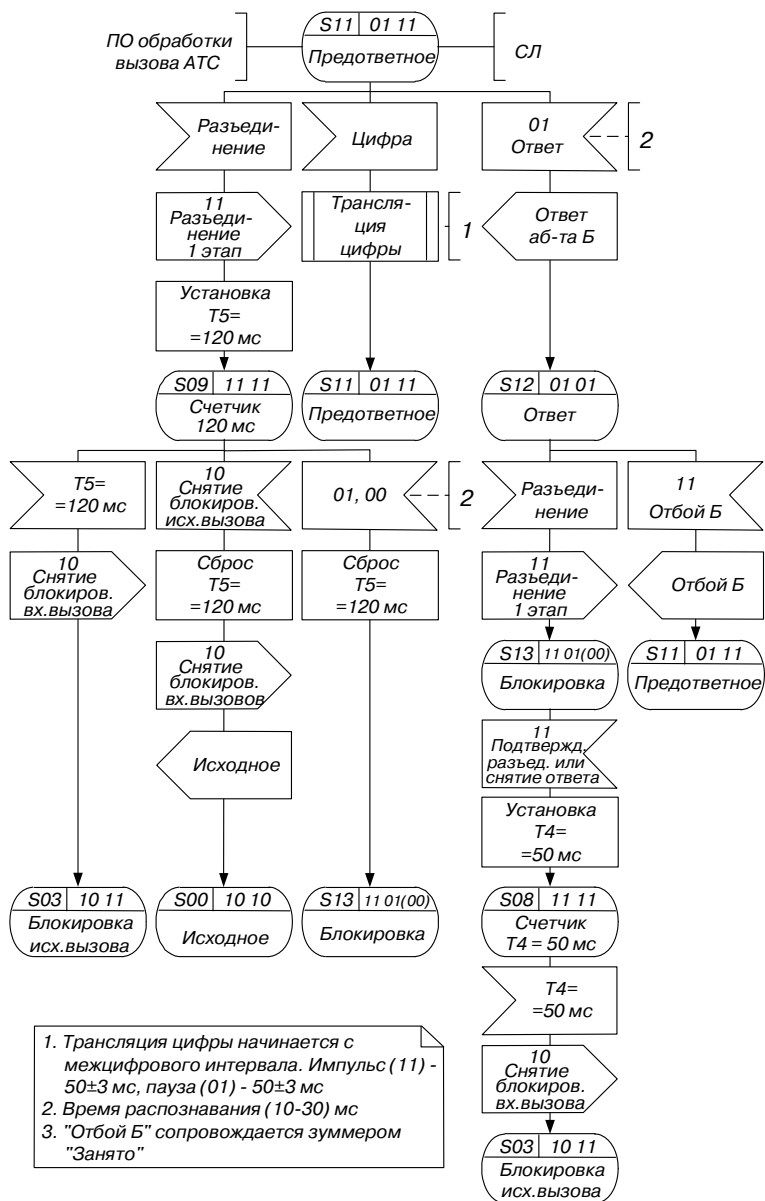


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (8 из 13)

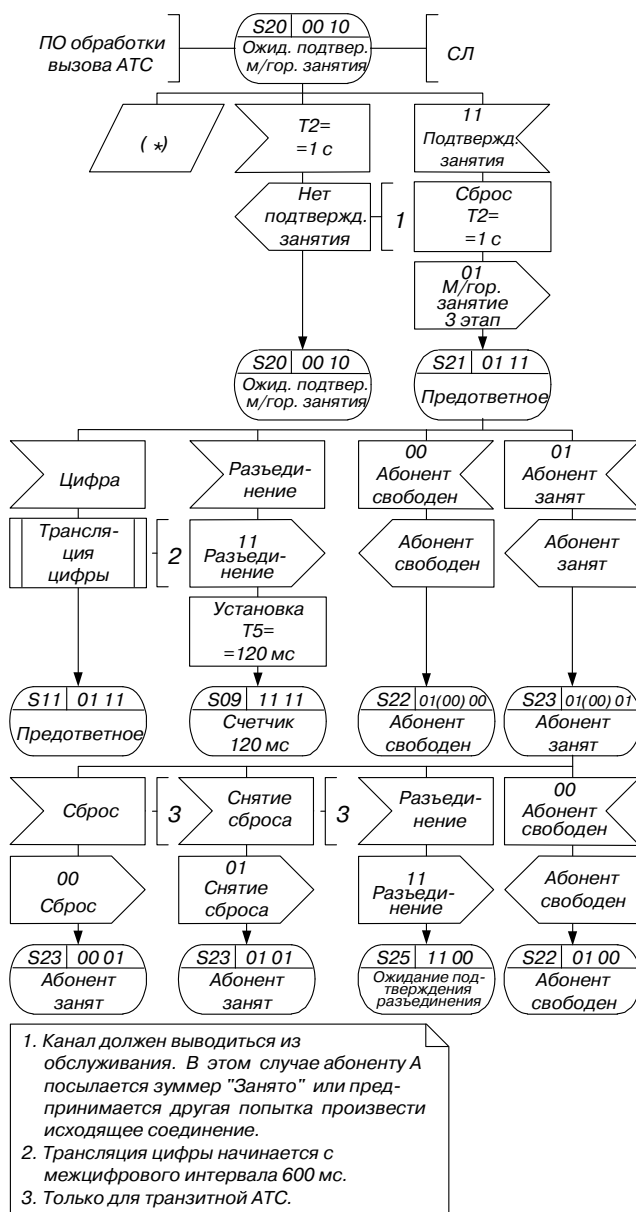


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (9 из 13)

В состоянии $S02$ занятия междугородным вызовом, 1-й этап, также ожидается срабатывание таймера $T1=80 \text{ мс}$, после чего устанавливается таймер $T2=1 \text{ с}$ для ожидания сигнала «Подтверждение занятия», а процесс переходит в состояние $S20$ ожидания подтверждения междугородного занятия.

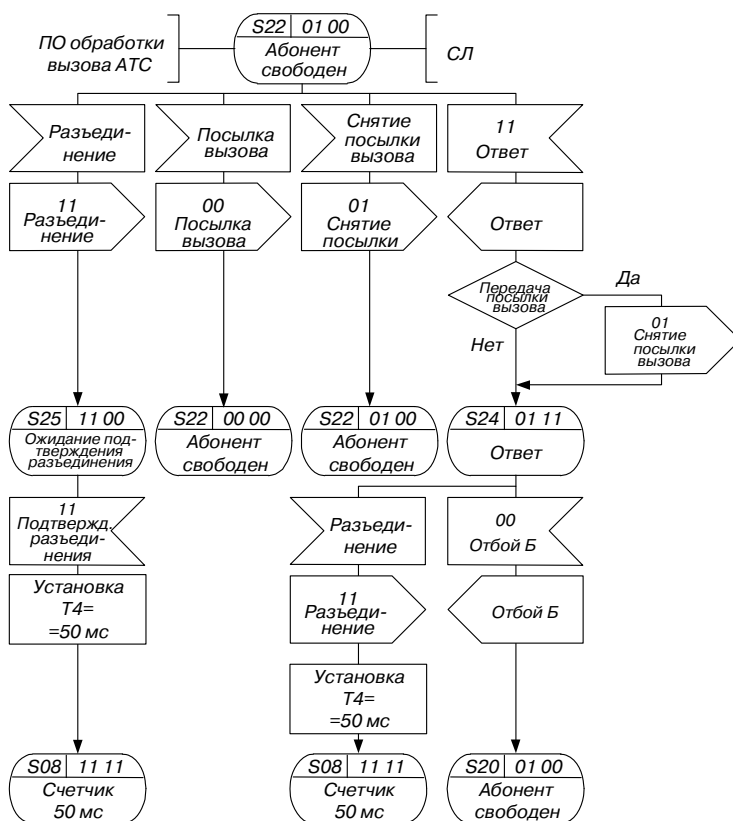


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса BCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (10 из 13)

В этом же состоянии S02 возможно встречное местное или междугородное занятие, т.е. прием линейного сигнала (01) или (00). В обоих случаях определяется приоритетность входящего и исходящего вызовов. В случае более высокого приоритета входящего вызова продолжается ожидание срабатывания таймера T1 в том же состоянии, после чего процесс перейдет в состояние S20 ожидания подтверждения междугородного занятия. В случае же приоритетности входящего вызова в ПО обработки вызова АТС передаются сообщения о прекращении установления исходящего междугородного соединения с посылкой зуммера «Занято» вызывающему абоненту и о новом входящем занятии; затем в СЛ передается сигнал «Подтверждение занятия» (11), после чего для приема цифр номера процесс переходит в предответное состояние S30 (в случае местного занятия). При приеме в состоянии S02 сигнала входящего междугородного занятия (00) процесс переходит в состояние S04 междугородного занятия. При приеме в состоянии S04 линейного сигнала «Блокировка» (11) в случае приоритетности входящего вызова в ПО

обработки вызова АТС передается сообщение о разъединении, а в СЛ – линейный сигнал о снятии междугородного занятия (10); процесс возвращается в S03 блокировки исходящего вызова. В случае более высокого приоритета исходящего вызова в том же состоянии продолжается ожидание срабатывания таймера T1.

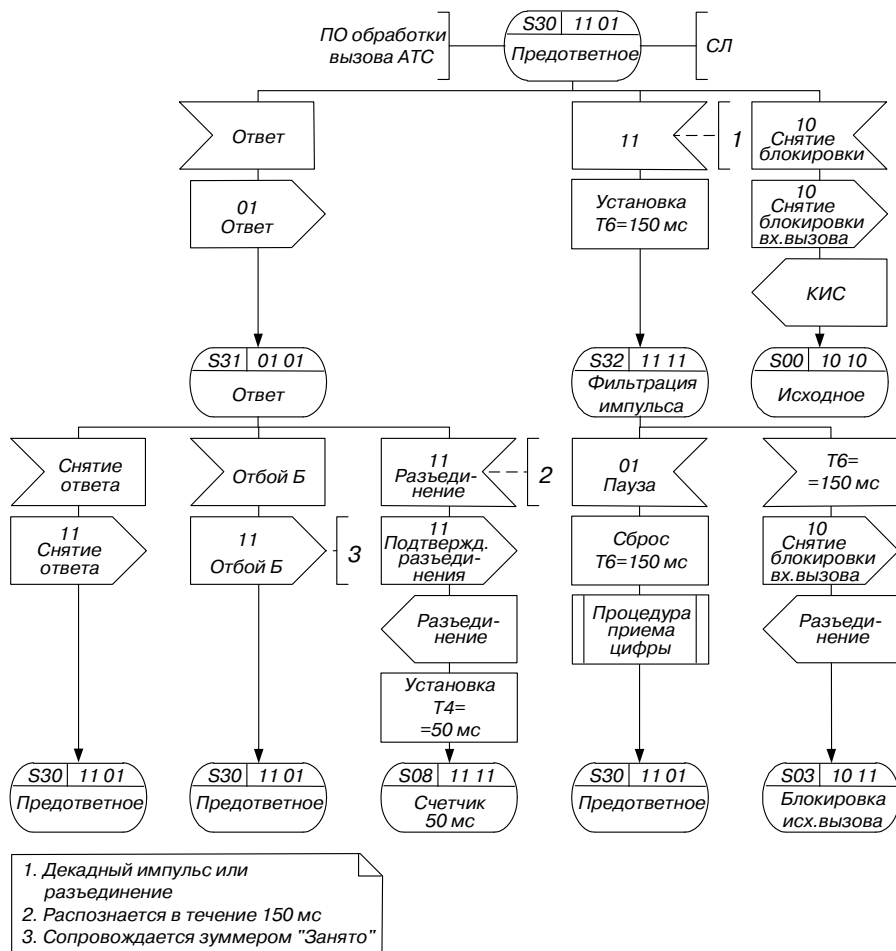


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (11 из 13)

В состоянии S05 встречного занятия возможно снятие поступающего из соединительной линии сигнала «Занятие», т.е. прием линейного сигнала «Снятие блокировки исходящего вызова» (10), в результате которого сбрасывается таймер T3=350 мс, в СЛ передается линейный сигнал «Занятие» (01), устанавливается таймер T2=1 с для ожидания подтверждения занятия, а процесс переходит в состояние S10 занятия исходящего местного. При отказе от занятия (в виде принятого от ПО обработки вызова АТС сообщения «Разъединение») так-

же сбрасывается таймер $T3=350$ мс, в СЛ передается линейный сигнал «Снятие блокировки входящего вызова» (10), а процесс переходит в состояние $S03$ блокировки исходящего вызова. Срабатывание таймера $T3=350$ мс вызывает передачу в СЛ линейного сигнала «Занятие» (01) и переход процесса в предответное состояние $S11$.

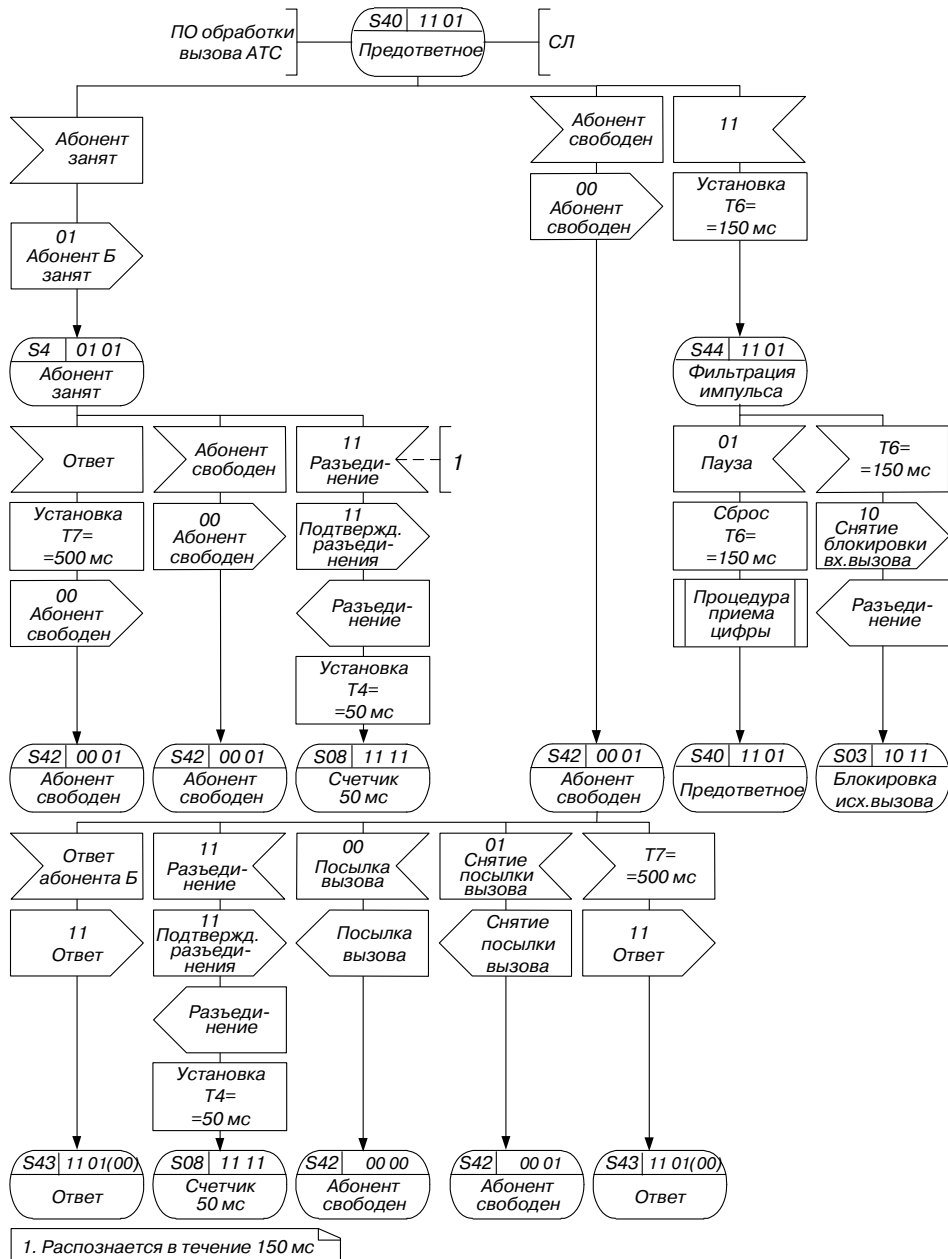


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса ВСТ R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (12 из 13)

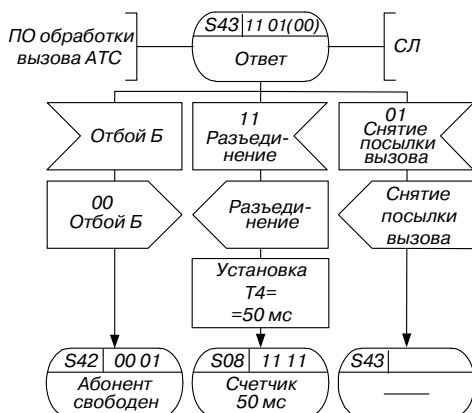


Рис. 3.13 SDL-диаграмма процесса BCT R.22 обработки сигнализации по универсальным СЛ двустороннего использования (13 из 13)

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 переход в состояние S06, т.е. получение сигнала «Снятие блокировки исходящего вызова» (10). В результате приема этого сигнала сбрасывается таймер T3=350 мс, в СЛ передается линейный сигнал «Занятие» (01), устанавливается таймер T2=1 с и происходит переход в состояние занятия S10. Если же снятие линейных сигналов в течение 300-400 мс не произошло, то в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о конфликтном занятии, что должно приводить к посылке зуммера «Занято» вызывающему абоненту и к передаче команды разъединения в процесс BCT R.22. При этом сам процесс остается в том же состоянии S06 или S07, соответственно. Если же от ПО обработки вызовов АТС приходит команда разрушить исходящее соединение, то сбрасывается таймер T3=350 мс (если он еще установлен к этому моменту) и в СЛ передается линейный сигнал «Подтверждение занятия» (11). Далее, для входящего местного вызова сообщение об этом вызове передается в ПО обработки вызовов АТС, и процесс из состояния S06 переходит в предответное состояние S30, а для входящего междугородного вызова 1-й этап процесса переходит из состояния S07 в состояние междугородного занятия S04.

После того как возможные конфликты 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 получение линейного сигнала «Подтверждение занятия» (11), по которому сбрасывается таймер ожидания подтверждения занятия T2=1 с, передается сообщение «Подтверждение за-

нения» в ПО обработки вызова АТС, а процесс переходит в предответное состояние S11 для исходящего местного соединения. Если до срабатывания таймера $T2=1$ с подтверждение занятия не поступило, то сообщение об этом передается в ПО обработки вызова АТС. Далее возможны некоторые дополнительные процедуры выхода из ситуации отсутствия подтверждения занятия, которые, в конечном итоге, приводят к получению от ПО обработки вызова АТС сообщения «Разъединение». Сбрасывается таймер T2, если он не был сброшен до сих пор, и в соединительную линию передается линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), после чего процесс возвращается в исходное состояние S00.

Продолжая описание исходящего местного соединения, рассмотрим предответное состояние S11. В этом состоянии производится передача цифр номера вызываемого абонента и ожидается сигнал 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 от ПО обработки вызова АТС команды «Разъединение». В этом случае в СЛ передается сигнал «Разъединение, 1-й этап» (11), устанавливается таймер $T5=120$ мс, и процесс переходит в промежуточное состояние S09 отсчета 120 мс. При срабатывании таймера $T5=120$ мс в СЛ передается 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 чего также сбрасывается таймер T5, в канал передается сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение об исходном состоянии, а процесс возвращается в исходное состояние S00. При местном исходящем вызове в этом состоянии может прийти сигнал «Ответ» (01), переданный входящей АТС до получения «Разъединения»; при этом сбрасывается таймер $T5=120$ мс, а процесс переходит в состояние S13 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 передаче линейного сигнала «Разъединение, 1-й этап» и к переходу в состояние S13.

В состоянии S13 блокировки ожидается получение сигнала «Подтверждение разъединения» (11). При приеме этого сигнала устанавливается таймер $T4=50$ мс, и процесс переходит в промежуточное

состояние S08 отсчета 50 мс. При срабатывании этого таймера в СЛ передается сигнал (10) о снятии блокировки входящих вызовов, а процесс возвращается в состояние S03 блокировки исходящих вызовов. Этим исчерпываются спецификации исходящего местного соединения.

Попытка установить исходящее междугородное соединение по СЛМ (транзит) начиналась в состоянии S02 междугородного занятия, 1-й этап, откуда после срабатывания таймера $T1=80$ мс был сделан переход в состояние S20 ожидания подтверждения междугородного занятия. При появлении сигнала «Подтверждение занятия» (11) сбрасывается таймер $T2=1$ с, в СЛ передается линейный сигнал «Междугородное занятие, 3-й этап» (01), а сам процесс переходит в предответное состояние S21. При отсутствии подтверждения занятия в течение 1 с, т.е. при срабатывании таймера $T2$, соответствующее сообщение передается в ПО обработки вызова АТС, где данный канал помечается как находящийся вне обслуживания, а вызываемому абоненту посылается зуммер «Занято».

В предответном состоянии S21 производится трансляция цифр номера, передаваемых от ПО обработки вызова АТС со стандартной длительностью импульсов и пауз 50 ± 3 мс и с межцифровым интервалом 600 мс. В этом же состоянии возможно получение от ПО обработки вызова АТС сообщения о разъединении по инициативе вызывающего абонента А. Тогда в соединительную линию передается линейный сигнал «Разъединение» (11), устанавливается таймер $T5=120$ мс, и процесс переходит в промежуточное состояние S09 отсчета 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 получение линейного сигнала «Абонент свободен» (00) или «Абонент занят» (01). При приходе одного из этих сигналов соответствующее сообщение передается 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» от ПО обработки вызова АТС могут быть приняты команды «Посылка вызова» и «Снятие посылки вызова». В этих случаях в СЛ передаются линейные сигналы «Посылка вызова» (00) и «Снятие посылки вызова» (01). Возможно получение от ПО обработки вызова сообщения об отбое вызывающего абонента и, соответственно, передача в СЛ сигнала «Разъединение» (11), после чего процесс переходит в состояние разъединения S25. В этом же состоянии S22 ожидается единственный линейный сигнал по СЛ – сигнал «Ответ вызывающего абонента» (11), в результате которого процесс переходит в разговорное состояние S24. Перед этим про-

изводится анализ факта посылки вызова в канал. Если таковая имела место, в СЛ передается 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 получение сообщения об отбое вызываемого абонента, что приводит к передаче линейного сигнала «Разъединение» (11) и к переходу в состояние S25 разъединения. Наконец, в результате сигнала «Сброс», или по другой причине, возможно изменение статуса вызываемого абонента Б, т.е. получение линейного сигнала «Абонент свободен» (00), в результате чего процесс переходит в состояние S22 (абонент свободен).

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

В состоянии S25 ожидается линейный сигнал «Подтверждение разъединения» (11), при приеме которого устанавливается таймер $T4=50$ мс, а после его срабатывания в СЛ передается линейный сигнал (10) «Снятие блокировки входящих вызовов», и процесс переходит в состояние S03.

Этим исчерпываются спецификации обработки исходящего междугородного соединения.

При входящем местном соединении в предответном состоянии S30 возможно получение линейного сигнала (11), который, в зависимости от длительности, может являться как импульсом набора номера, так и сигналом «Разъединение». В связи с этим устанавливается таймер $T6=150$ мс. В случае приема в течение периода $T6$ линейного сигнала «Пауза» (01) сбрасывается таймер $T6$ и выполняется процедура приема цифры номера: прибавление ячейки в счетчике импульсов, определение межцифрового интервала более 250 мс, передача цифры в ПО обработки вызова АТС и др. В том случае, если данный линейный сигнал означает «Разъединение», т.е. срабатывает таймер $T6$ без получения сигнала «Пауза» (00), в СЛ передается линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), а в ПО обработки вызова АТС – сообщение о разъединении, и процесс переходит в состояние S03 блокировки исходящих вызовов. В предответном состоянии S30 также возможно получение сигнала «Контроль исходного состояния» (10), в ответ на который в СЛ передает-

ся линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), и процесс возвращается в исходное состояние S00. В том же предответном состоянии S30 возможен ответ вызываемого абонента Б, т. е. прием линейного сигнала «Ответ Б» (01) и переход процесса в разговорное состояние S31.

В разговорном состоянии S31 возможно получение от ПО обработки вызова АТС сообщения об отбое абонента Б. При этом в СЛ передается линейный сигнал «Отбой Б» (11), а процесс возвращается в предответное состояние S30. В разговорном состоянии S31 возможно также получение линейного сигнала «Разъединение», в ответ на который в СЛ передается линейный сигнал «Подтверждение разъединения» (11), устанавливается промежуточный таймер $T4=50$ мс, а при его срабатывании в СЛ передается линейный сигнал «Снятие блокировки входящего вызова» (10), и процесс возвращается в исходное состояние S03.

Последний из четырех типов вызовов по универсальным соединительным линиям двустороннего действия – это входящий междугородный вызов. В предответном состоянии S40 для вызовов этого типа возможно получение линейного сигнала (11), который может означать как импульс набора номера, так и сигнал «Разъединение», в зависимости от того, превышает ли его длительность 150 мс. Распознавание этих сигналов осуществляется точно так же, как в предответном состоянии S30 для входящего местного вызова. После приема необходимого количества цифр номера возможно получение от ПО обработки вызова АТС сообщения о состоянии вызываемого абонента. В этих случаях в СЛ передается линейный сигнал «Абонент занят» (01) или «Абонент свободен» (00), а процесс переходит в состояние занятости абонента S41, или в состояние S42, когда абонент свободен.

В состоянии занятости абонента S41 возможно получение от ПО обработки вызова АТС сообщения об изменении статуса вызываемого абонента Б, т.е. абонент становится свободен. В этом случае в СЛ передается линейный сигнал «Абонент свободен» (00), а процесс переходит в состояние S42. Если от ПО обработки вызова АТС приходит сообщение об ответе вызываемого абонента Б, то в СЛ передается сигнал «Абонент свободен» в течение времени $T7=500$ мс, и процесс переходит в состояние S42 до срабатывания таймера $T7=500$ мс. Возможно также получение по СЛ линейного сигнала «Разъединение», в результате чего передается линейный сигнал «Подтверждение разъединения» (11) и соответствующее сообщение в ПО обработки вызова АТС, устанавливается таймер $T4=50$ мс для освобождения канала на исходящей стороне и происходит переход в состояние S08 с последующим ожиданием освобождения.

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

Идентификатор	Состояние	Коды ВСК		Примечание
		Передача	Прием	
S00	Исходное	10	10	Возможен прием линейных сигналов "Блокировка", "Занятие междугородное, 1-й 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-й 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 120 мс	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 занятия междугородного	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 разъединения	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 как 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 как импульс набора номера, соответственно

В состоянии S42 (абонент свободен) возможно получение 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 получение 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 передачу линейного сигнала «Ответ» (11) и переход в разговорное состояние S43.

В разговорном состоянии S43 возможно сообщение об отбое вызываемого абонента Б, приводящее к передаче линейного сигнала «Отбой Б» (00) и переходу в состояние S42 (абонент свободен), а также прием линейного сигнала «Разъединение» (11), который детектируется в течение 150 мс и переводит процесс в промежуточное состояние S08 включенного отсчета 50 мс для ожидания освобождения. В этом состоянии ожидается срабатывание таймера T4=50 мс, после чего по СЛ передается линейный сигнал «Снятие блокировки входящих вызовов» (10), и процесс переходит в состояние S03 блокировки исходящих вызовов. Напомним, что получение в состоянии S03 линейного сигнала (10) возвращает процесс в исходное состояние S00.

Для облегчения чтения SDL-диаграммы процесса ВСТ R.22 на рис. 3.13 все SDL-состояния процесса собраны в таблице 3.17 и сгруппированы 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

Из-за ограниченного объема книги протокол сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям описывается не настолько детально, как это можно предположить, прочитав эпиграф. Тем не менее, сравнительно подробные спецификации сигнализации по трехпроводным соединительным линиям в данной главе обусловлены тем, что этот протокол являлся основным способом межстанционной сигнализации в городских телефонных сетях Советского Союза, начиная с введения в послевоенные годы первой отечественной декадно-шаговой АТС-47. Даже сейчас этот протокол остается наиболее распространенной аналоговой системой сигнализации в местных телефонных сетях, хотя сегодня его использова-

ние в 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 обеспечивает устойчивый к временным и амплитудным искажениям прием. Недостатком батарейного способа передачи является влияние разности потенциалов заземлений станционных батарей разных АТС. Данный способ первоначально применялся при связи декадно-шаговых АТС между собой. Пример такого способа сигнализации в 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 в российских телефонных сетях предусматривает передачу линейных сигналов по проводам **a**, **b**, **c** с использованием «земли» в качестве вспомогательного провода. Пределы изменения напряжения – от 50 до 74 В с учетом допустимой разности потенциалов заземлителей разных АТС, равной ± 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 *И* получает питание от батарей передающей и приемной станций.

Модификацией схемы, изображенной на рис. 4. 1, является схема передачи сигналов быстродействующим полярным кодом (рис. 4.2). При срабатывании контактов реле *P*, создается сигнал одного направления, при одновременном срабатывании контактов

P_1 и P_2 – обратного направления. Приемное реле $Пр$ – поляризованное; в зависимости от направления тока замыкаются 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.

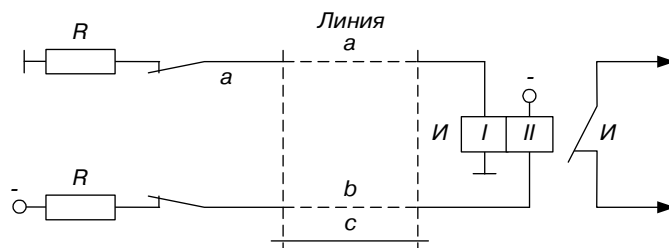


Рис. 4.1 Передача сигналов батарейным способом

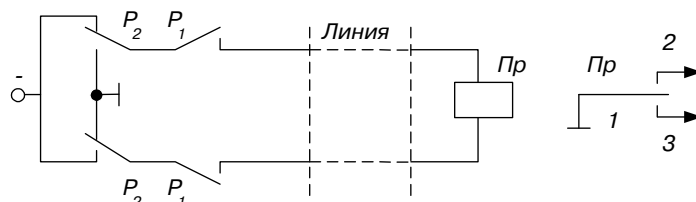


Рис. 4.2 Передача сигналов быстродействующим полярным кодом

Сведения об АТС, эксплуатируемых в российских телефонных сетях общего пользования и поддерживающих трехпроводный интерфейс, приведены в табл. 4.2.

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

Тип станции	Область применения	Система
АТСК	Городская АТС	Координатная
АТСК-У	Городская АТС	Координатная
АТС-АМЭ	Городская АТС	Координатная
АТСК-50/200	Сельская АТС/УАТС	Координатная
АТСК-100/2000	Сельская АТС/УАТС	Координатная
КВАНТ	Городская АТС/УАТС	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	УАТС	Декадно-шаговая
АРЕ-11	Городская АТС	Квазиэлектронная
АРЕ-13	АМТС	Квазиэлектронная
МТ-10С	АМТС/городская АТС	Квазиэлектронная
МТ-20/25	Городская АТС	Цифровая

Взаимодействие декадно-шаговых АТС между собой зависит от сопротивления провода *с*, по которому производится проба свободности трехпроводной СЛ и ее занятие. Согласованная работа приборов декадно-шаговых АТС (АТС-47, АТС-54) по трехпроводным соединительным линиям при сопротивлении провода *с* не выше 700 Ом осуществляется непосредственно, без установки комплектов РСЛ. При сопротивлении провода *с* от 700 до 1500 Ом устанавливаются комплекты РСЛ-3 на исходящем конце трехпроводной СЛ. Такой комплект работает при напряжении батареи 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, к таблице 4.3 будут даны пояснения.

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

- а) в таблице 4.3 приведены номинальные величины и их разброс 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].

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				
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> РСЛ _{вх}	<i>c</i> АТСДШ	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> при работе с РСЛ _{вх}	<i>c</i> при работе с АТСДШ		
Контроль исходного состояния (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	← <i>c</i>	Изол.	Изол.	"+" 20	Изол.	"-" 1	"+" 1	"-" ≤1,3	"-" 500-700 Ом, 100-500 Ом, и 0-100 Ом** для соответ. 0,35, 0,55, 1,05		
Занятие (и между сериями набора номера) (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	→ <i>c</i>	"-" ≥40	"+" 1 (для СЛ и ЗСЛ) ≥40 (для СЛМ)	"+" ≤0,06	"+" 1,065 с переходом на 0,065	"-" 1	"+" 1	"-" ≥1,3	"-" R _{вх} +0,6		
Номер вызываемого абонента (декадный код) (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	→ <i>a, b</i>	Импульс:									
		"+" Емк. 0,5 мкФ к земле	"-" Емк. 0,5 мкФ к земле								
		Интервал:									
		Изол.	Изол.								

Абонент свободен, отбой (СЛМ)*	← a, b	"-" ≥40	"+" ≥40	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$
Вызов (СЛМ)*	→ b	"-" ≥40	"+" ≤0,06	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$
Ответ (СЛМ)*	← a, b	"-" ≥40	"+" ≥40	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 200	"-" 200	"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$
Занято (СЛМ)*	← b	"-" ≥40	"+" ≥40	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 200	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$
Ответ, запрос АОН (СЛ, ЗСЛ)*	← a	"-" ≥42	"+" 1	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 200	"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$
Снятие запроса (СЛ, ЗСЛ)*	← a	"-" ≥42	"+" 1	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"-" 1	"+" 1	"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$
Отбой вызываемого абонента после ответа, занято (СЛ, ЗСЛ)*	← a, b	"-" ≥42	"+" ≥1	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 200	"-" 1	"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$
Разъединение на любом этапе (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	→ c	Изол.	Изол.	"+" 20	Изол.	Соответствует любому из предыдущих этапов		"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$
Блокировка (СЛ, ЗСЛ, СЛМ)*	← c	Изол.	Изол.	"+" 20	Изол.	"-" 1	"+" 1	Изол.	Изол.
Отбой вызывающего абонента (СЛ, ЗСЛ)	→ a	"-" 1	"+" 1	"+" ≤0,06	"+" 0,065	"+" 1	"-" 200	"-" ≥1,3	"-" $R_{\text{вх}} \pm 0,6$

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

** Значение сопротивлений провода **c** указано в таблице в зависимости от типа кабеля.

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

Собственно говоря, подобный подход уже использовался и в предыдущей главе, однако в силу специфики сигнализации по двум ВСК в тракте ИКМ все сводилось, в основном, к значениям таймеров. 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 чего автор был избавлен в предыдущей главе благодаря простоте и соответствию международным стандартам интерфейса ИКМ, описания процессов OTLOC, INLOC и INTOL будут начинаться с описания основных состояний на физическом уровне.

Итак, имеются следующие состояния 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.

СИСТЕМА: протокол линейной сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям

**/ Система обработки сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям с отдельными местными и междугородными пучками*

Процессы обработки исходящих вызовов ОТЛОС по исходящим соединительным и заказно-соединительным линиям (СЛ и ЗСЛ) и входящих местных вызовов ИНЛОС по входящим соединительным линиям (СЛ) специфицированы в этом разделе. Спецификации процесса обработки входящих междугородных вызовов INTOL по входящим междугородным соединительным линиям (СЛМ) приведены в следующем разделе. Блок многочастотной сигнализации "2 из 6", включающий в себя процессы обработки сигнализации "импульсный челнок" и "пакет", рассматривается в главе 6 данной книги. Блок АОН специфицирован в главе 8. Спецификации линейных сигналов, передаваемых по каналам С11, С12, С13, и сообщений между программными процессами, передаваемых по каналам С4-С10, представлены в тех же разделах, что и спецификации соответствующих процессов/*.

DECLARE: ОТЛОС - TWA-U.31 "исходящий вызов СЛ, ЗСЛ"
 ИНЛОС - TWA-U.32 "входящий местный вызов СЛ"
 INTOL - TWA-U.33 "входящий междугородный вызов СЛМ"

CNI-U.01 "прием запроса АОН и посылка кодограммы"
 CNI-U.02 "посылка запроса АОН и прием кодограммы"
 MFS - U.01 "импульсный челнок"
 MFP - U.01-U.02 "импульсный пакет"

SIGNALLIST = SIGNAL - TABLES 4.4-4.11

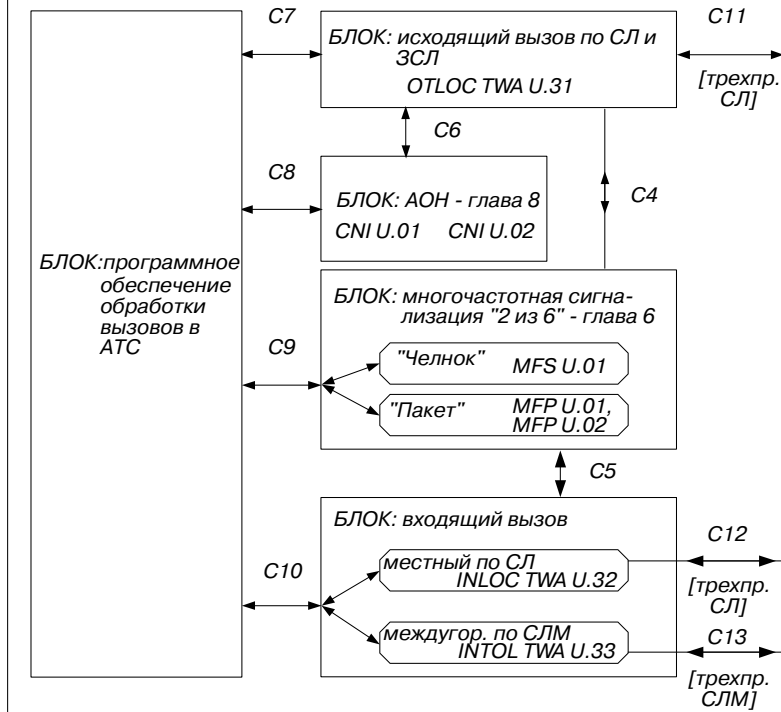


Рис. 4.3 Структура SDL-системы обработки линейной сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям

Ниже приведены описания этих состояний на физическом уровне. Следует подчеркнуть, что описания составлены специально для процесса обработки исходящего вызова; они представляют рекомендуемые значения сопротивлений в цепях проводов линии на стороне исходящей АТС и учитывают разброс встречающихся на практике сопротивлений в цепях проводов на стороне входящих АТС разных типов. Следовательно, эти значения иногда могут отличаться от значений, которые приведены выше в таблице 4.3, составленной по [87], и от значений, приводимых ниже на рис. 4.8, который 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, относящихся к исходящему вызову.

Используются следующие сокращения:

- R_{oa} , R_{ob} , R_{oc} – сопротивления в цепях проводов **a**, **b**, **c**, исходящий конец
- R_{ia} , R_{ib} , R_{ic} – сопротивления в цепях проводов **a**, **b**, **c**, входящий (приемный) конец.

Заметим, что сопротивление проводов самой СЛ (на рисунках не показано) может составлять от 0 до 1,5 кОм.

В исходном состоянии S_0 выбор нижней границы высокоомного сопротивления 20 кОм для подключенного к проводу **c** приемника на исходящей АТС обусловлен режимом срабатывания низкоомного приемника сигнала «Занятие», подключенного к проводу **c** на входящей АТС. Превышение верхней границы этого высокоомного сопротивления (24 кОм) также нецелесообразно из-за увеличения чувствительности к помехам и ложным срабатываниям подключенного к проводу **c** приемника на входящей АТС.

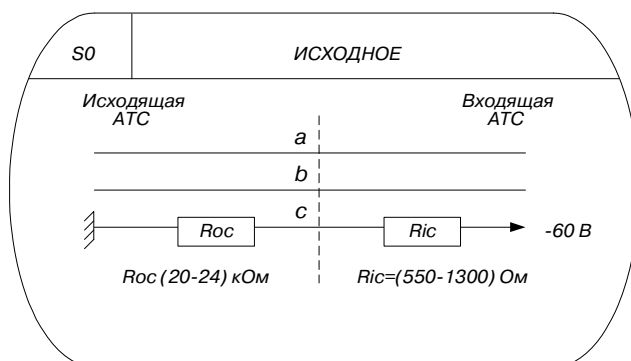


Рис. 4.4 а) исходное состояние S_0 для исходящей трехпроводной СЛ

В исходном состоянии S_0 может возникнуть новый вызов и может быть принят сигнал «Блокировка» от встречной станции. При но-

вом вызове подается сигнал «Занятие» на входящую местную или междугородную станцию. С момента занятия СЛ до начала передачи импульсов должно пройти не менее 400 мс, чтобы дать время входящей АТС/АМТС подготовиться к приему цифр.

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

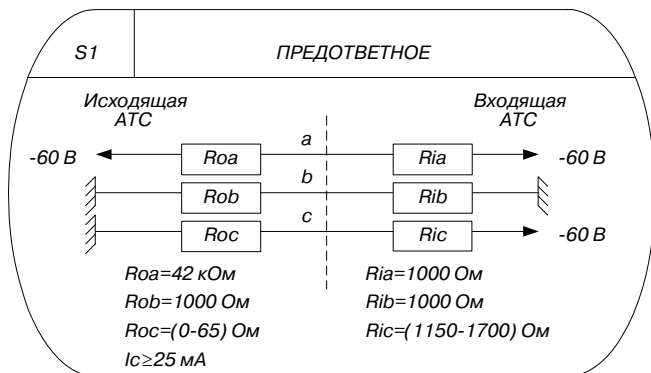


Рис. 4.4 б) предответное состояние S1

Состояния S2, S3 и S4 характеризуются следующими временными параметрами: первая цифра передается после выдержки времени 400 мс. Длительность импульса и паузы при трансляции номера составляет 50 мс. После передачи цифры устанавливается таймер для межцифрового интервала – 700 мс. Не разрешается передача новой цифры до тех пор, пока не сработает этот таймер.

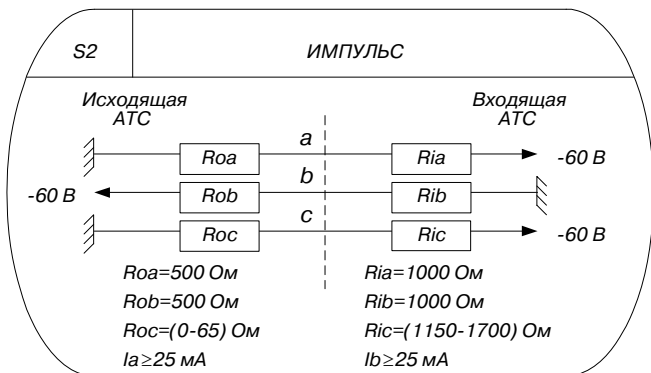
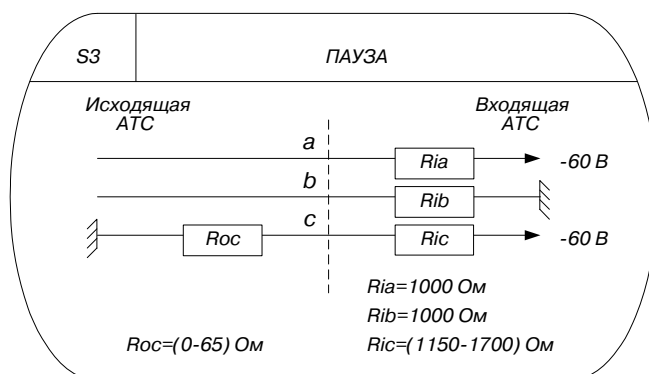


Рис. 4.4 в) состояние трансляции импульса S2

При исходящем вызове к АМТС типов ARM-20 и ARE после занятия заказно-соединительной линии (ЗСЛ) АМТС передает сигнал «От-

вет/запрос АОН». Дальнейшая передача импульсов набора невозможна до тех пор, пока АМТС не передаст сигнал «Снятие ответа» и зуммер «Ответ станции», и пока повторно не наступит предответное состояние S1.



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

Рис. 4.4 г) состояние трансляции паузы S3

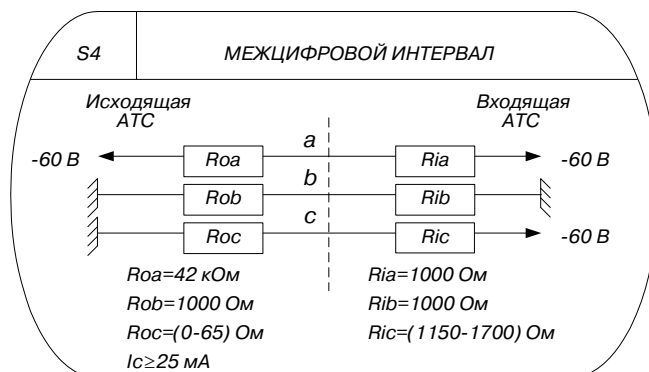


Рис. 4.4 д) состояние S4 межцифрового интервала при декадном наборе

Сигнал «Ответ/запрос АОН» и соответствующий переход в разговорное состояние S5 возможны 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 его отбоя. При неуспешной передаче информации АОН с АМТС транслируется только зуммер «Занято». В ответ на это с исходящей АТС передается сигнал «Разъединение», и соединительная линия освобождается.

Таймер выдержки времени непроизводительного занятия используется для защиты СЛ от слишком долгого пребывания в состоянии,

когда она занята, но нет ни ответа абонента Б, ни отбоя абонента А. При срабатывании этого таймера разговорный тракт между телефонным аппаратом абонента А и СЛ разрушается, и в линию передается сигнал «Разъединение».

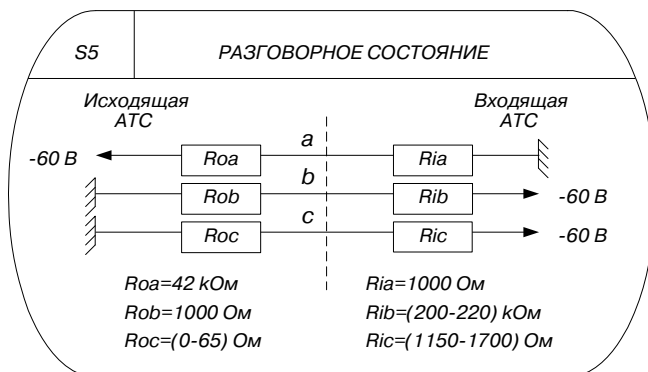


Рис. 4.4 е) разговорное состояние S5

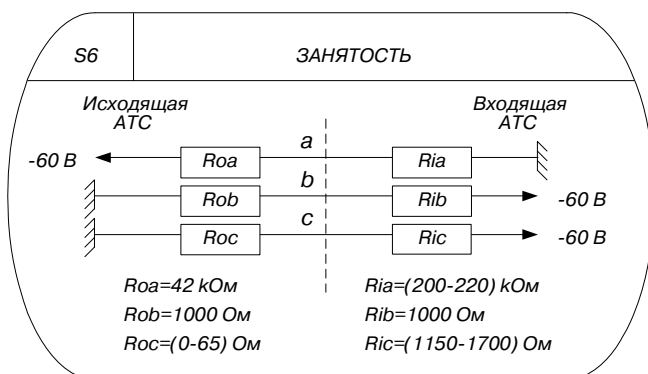


Рис. 4.4 ж) состояние S6 занятости вызываемого абонента

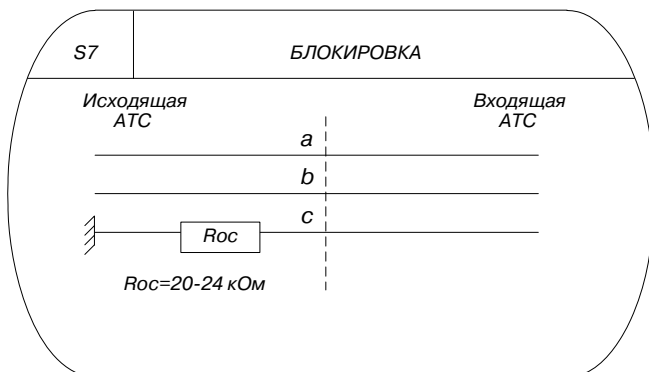


Рис. 4.4 з) состояние S7 блокировки и ожидания сигнала "Контроль исходного состояния" (КИС) исходящей трехпроводной СЛ

При запросе АОН в ответном состоянии встречная АТС должна изменить состояние СЛ на предответное. Это обеспечивается 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.

После приема от входящей местной АТС или от входящей АМТС сигнала «Блокировка» 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 во входящие АТС разных типов. На этом рисунке показаны комплекты следующих типов: 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 TWA U.31) представлена на рис. 4.6.

В случае местного соединения в прямом направлении (канал С11 на рис.4.3 и С11.1 на рис.4.6) передаются сигналы «Занятие», «Разъединение», «Импульс/пауза». При использовании в ГТС принципа двухстороннего отбоя этот список может 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 С11 на рис. 4.3 и канал С11.2 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.

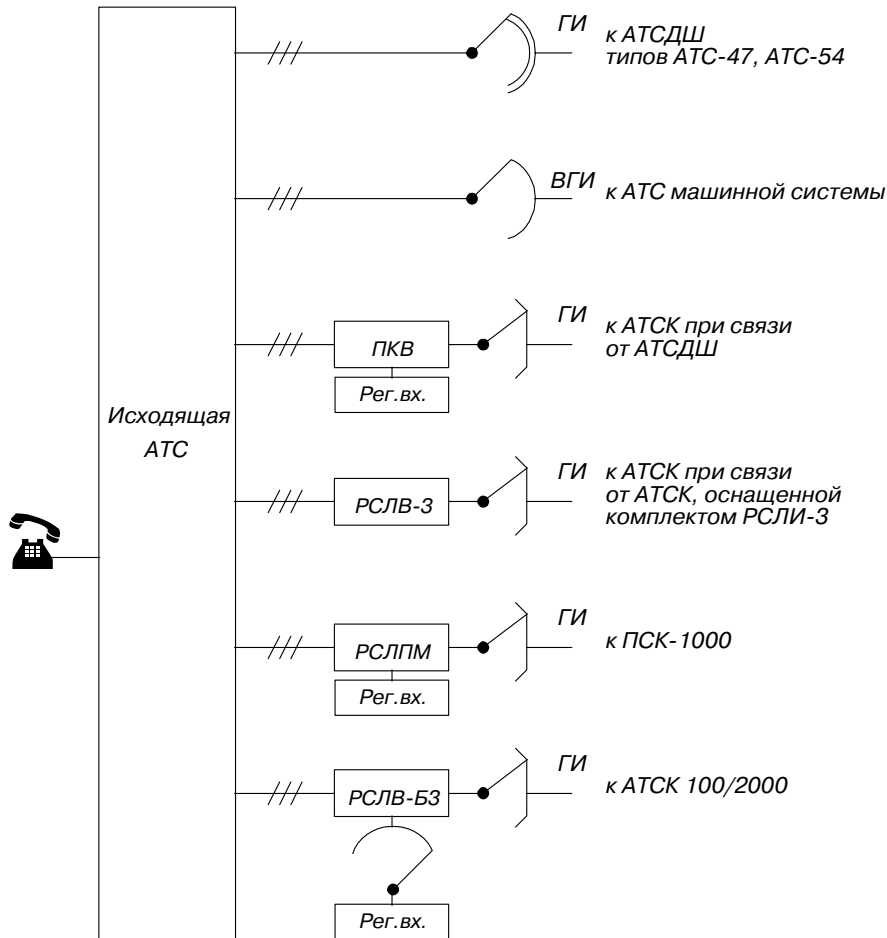
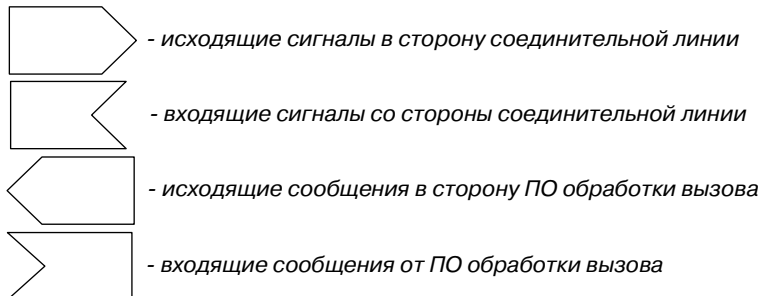


Рис. 4.5 Варианты включения исходящих трехпроводных СЛ в АТС различных типов

На рис. 4.7 представлена диаграмма процесса OTLOC на языке SDL.

На SDL-диаграмме процесса OTLOC приняты следующие направления входящих/исходящих сигналов:



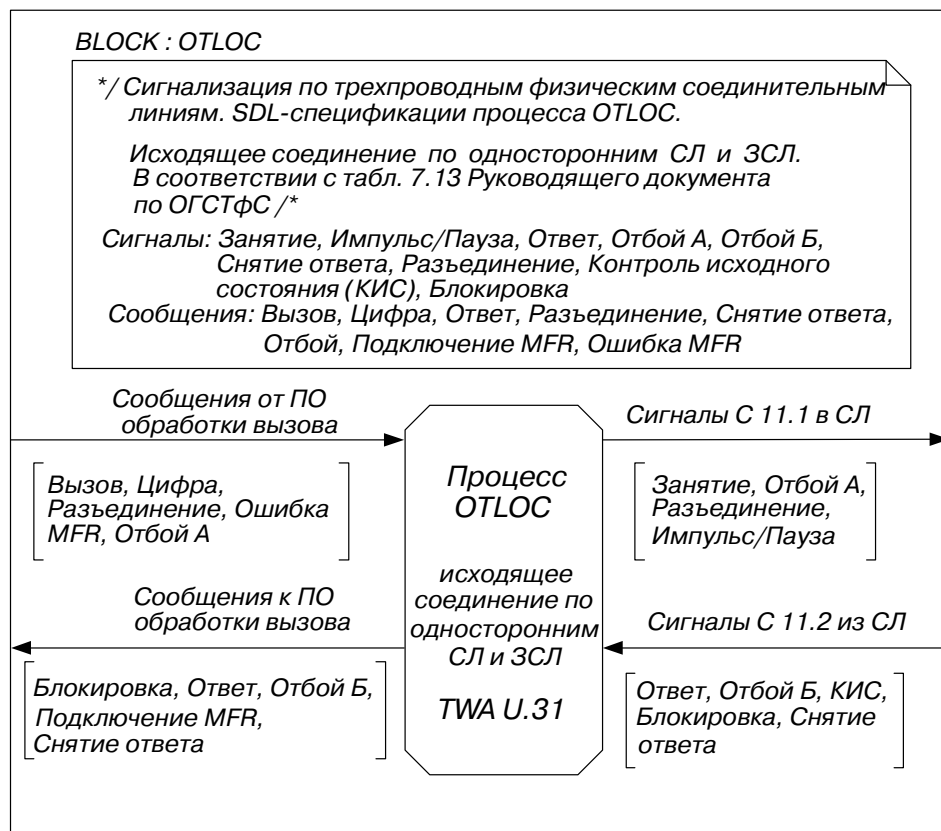


Рис. 4.6 Блок-схема процесса обработки сигнализации по аналоговой трехпроводной СЛ при исходящем соединении

Таблица 4.4 Сигналы С11.1, передаваемые в сторону трехпроводной СЛ или ЗСЛ от процесса OTLOC при исходящем соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	—→	ЗАНЯТИЕ	Плюс на проводе с	Передается при возникновении нового вызова
2	—→	НАБОР НОМЕРА: импульс пауза межцифровой интервал	Плюс на проводе а минус на проводе б плюс на проводах а и б	Время передачи импульса - 50 мс. Время передачи паузы - 50 мс. Длительность межцифрового интервала - 700 мс
3	—→	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	Высокое сопротивление в проводе с	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. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	<—	ОТВЕТ/ ЗАПРОС АОН	Плюс на проводе a	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 a	
3	<—	ЗАНЯТОСТЬ/ ОТБОЙ Б	Минус на проводе b	Передается со стороны входящей станции в случае, если абонент Б недоступен или занят, и в случае сбоя в процессе установления соединения, а также если абонент Б вешает трубку в процессе разговора
4	<—	БЛОКИРОВКА	Высокое сопротивление в проводе c	Передается на исходящую станцию в случае блокировки линии входящей станцией
5	<—	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ (КИС)	Минус на проводе c	Сигнал передается входящей станцией после получения "Разъединения" и освобождения соединительной линии и оборудования

Таблица 4.6 Сообщения от ПО обработки вызова к ОТЛОС

№	Название сообщения	Комментарии
1	ВЫЗОВ	Команда занять исходящую трехпроводную 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 OTLOC

№	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"

В процессе используются следующие таймеры:

$T_0 = 10$ 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 сообщению от программного обеспечения АТС о возникновении нового вызова устанавливается таймер T_0 , равный 10 минутам и ограничивающий время непродуктивного занятия разговорного канала, и передается 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 процесса OTLOC CAS U.21 на рис.3.6. Это обусловлено тем, что определение сигнала «Подтверждение занятия» в исходящей трехпроводной СЛ на современных цифровых АТС связано с известными затруднениями.

Отсутствие этой процедуры компенсируется введением выдержки времени перед трансляцией первого импульса первой цифры декадного набора или перед передачей первой цифры номера многочастотным способом в коде «2 из 6» методом «импульсный челнок» (глава 6).

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) начинается с межцифрового интервала. Длительность межцифрового интервала $T_1=700$ мс, причем интервал перед первой цифрой можно уменьшить до 400 мс.

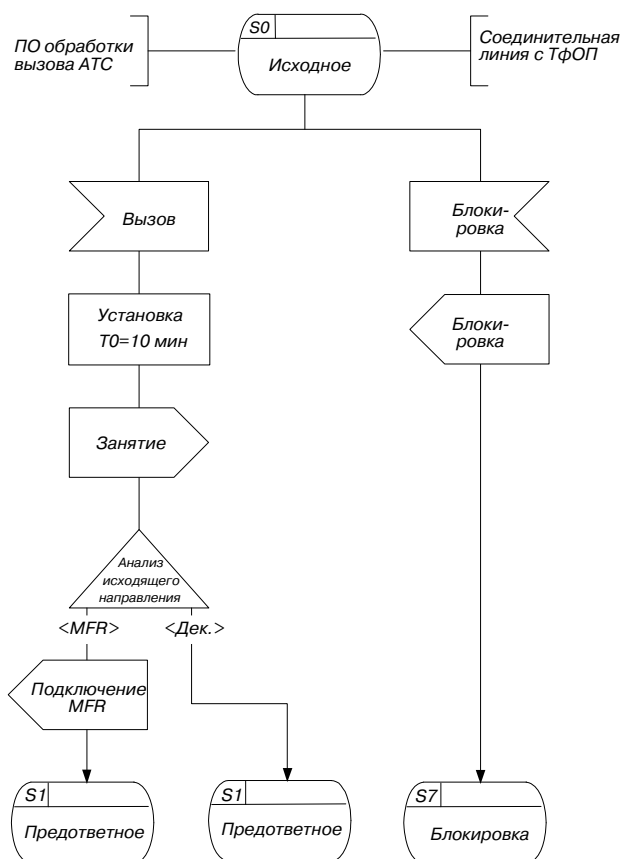


Рис. 4.7 SDL-диаграмма процесса OTLOC TWA U.31 (стр. 1 из 3)

Во втором случае в ПО передается сообщение о подключении многочастотного приемопередатчика MFR и также осуществляется переход в предответное состояние S1.

В этом состоянии S1 возможно получение от программного обеспечения исходящей АТС сообщений, связанных либо с ошибкой MFR, либо с отбоем вызывающего абонента А, либо со срабатыванием таймера ограничения непродуктивного занятия линии. Во всех трех случаях в линию передается сигнал «Разъединение» путем установки высокоомного сопротивления 20-24 кОм в проводе *с*, после чего ожидается сигнал «Контроль исходного состояния». В предответном состоянии возможно также получение сигнала «Занятость/Отбой Б» (плюс по *а* через 200 кОм и минус по *б* через 1 кОм), следствием чего является переход в состояние занятости S6 с последующей передачей сигнала «Разъединение» в сторону входящей АТС (высокоомное сопротивление 20-24 кОм в проводе *с*) и переход в вышеупомянутое состояние ожидания контроля исходного состояния.

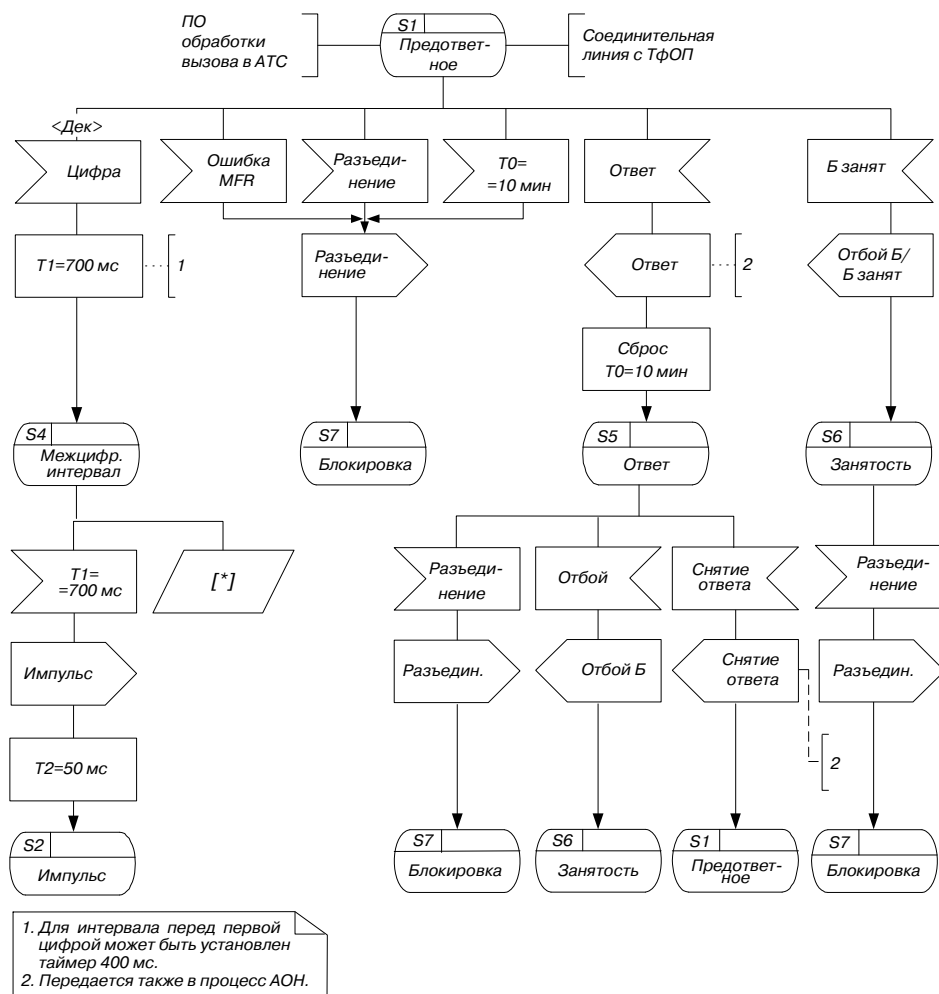


Рис. 4.7 SDL-диаграмма процесса OTLOC TWA U.31 (стр. 2 из 3)

Другой поступающий в предответном состоянии сигнал «Ответ/Запрос АОН» (плюс по **a** через 1 кОм) инициирует подключение приемника 500 Гц на предмет выяснения, является ли данный сигнал запросом АОН или просто сигналом ответа 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 **a**), возвращающее процесс OTLOC в предответное состояние S1.

В случае сигнала, означающего «Ответ», выход из состояния S5 происходит либо при отбое абонента Б, о чем свидетельствует появление линейного сигнала «Отбой Б» (плюс по **a** через 200 кОм и минус по **b** через 1 кОм), переводящего процесс в состояние за-

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

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 S0 входящая АТС поддерживает -60 В через 500 Ом на проводе *с* и отсутствие потенциалов на проводах *а* и *б*. На исходящей АТС провод *с* подключен к земле через сопротивление не ниже 3,7 кОм, а что подключено к проводам *а* и *б*, значения не имеет.

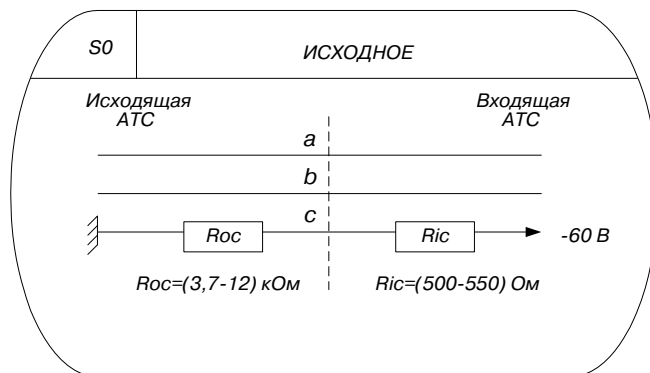


Рис. 4.8 а) исходное состояние S0 при входящем местном вызове

Варианты включения входящих трехпроводных физических линий в исходящие АТС различных типов 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 1500 Ом.

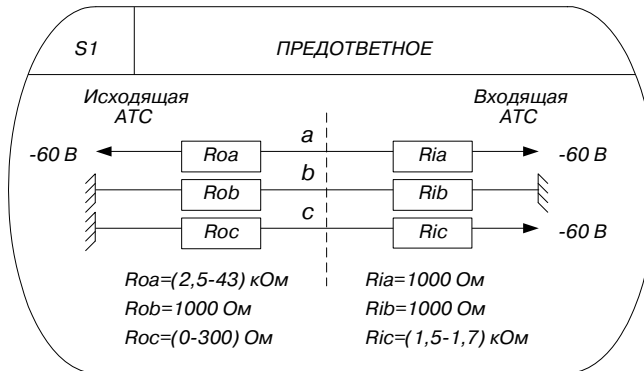


Рис. 4.8 б) предответное состояние S1 при входящем местном вызове

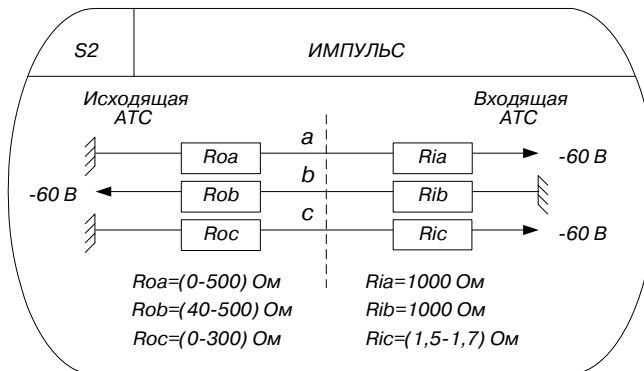
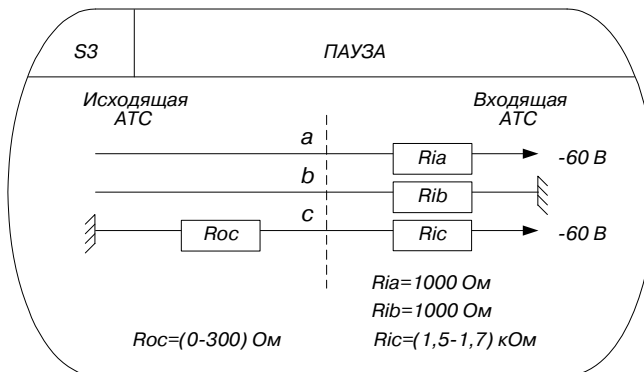


Рис. 4.8 в) состояние приема импульса S2 при входящем местном вызове



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

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

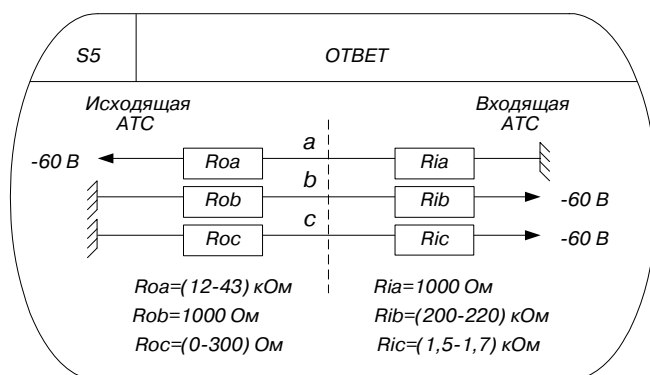


Рис. 4.8 д) разговорное состояние S5 при входящем местном вызове

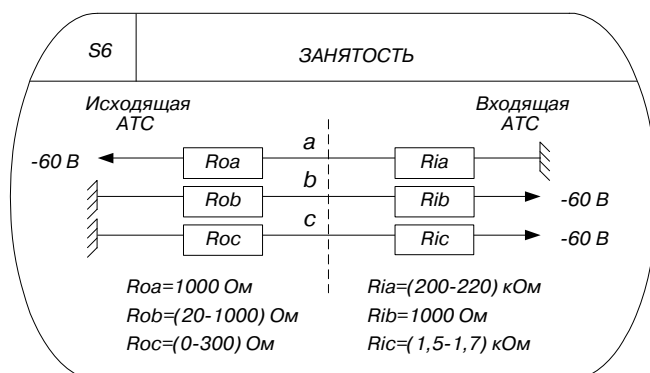


Рис. 4.8 е) состояние S6 занятости вызываемого абонента при входящем местном вызове

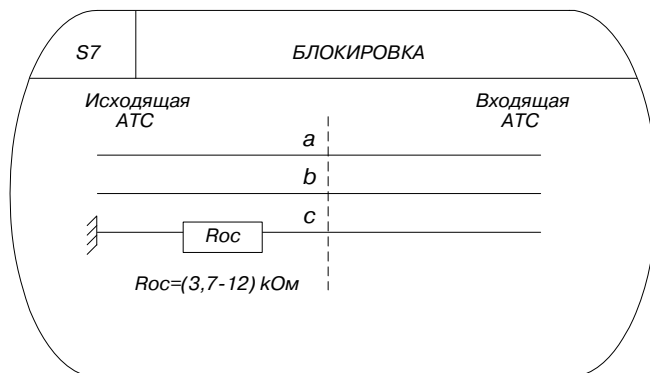


Рис. 4.8 ж) состояние S7 блокировки и ожидания сигнала "Контроль исходного состояния" (КИС) при входящем местном вызове

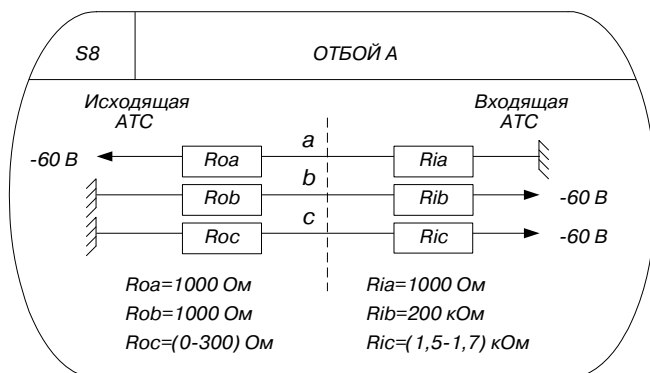
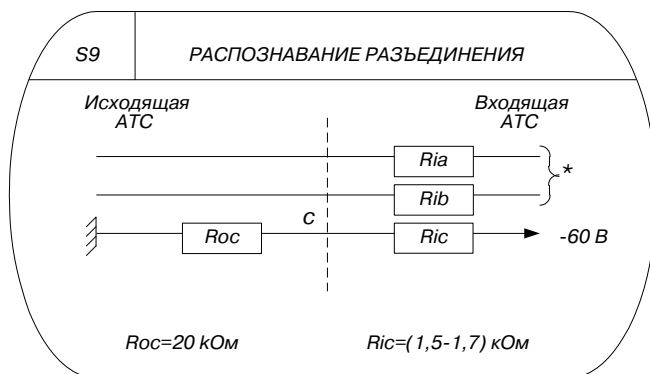


Рис. 4.8 з) состояние S8 отбоя вызывающего абонента при входящем местном вызове



*) может соответствовать любому из предыдущих состояний

Рис. 4.8 и) состояние S9 распознавания разъединения

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 связи с 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 трехпроводную СЛ.

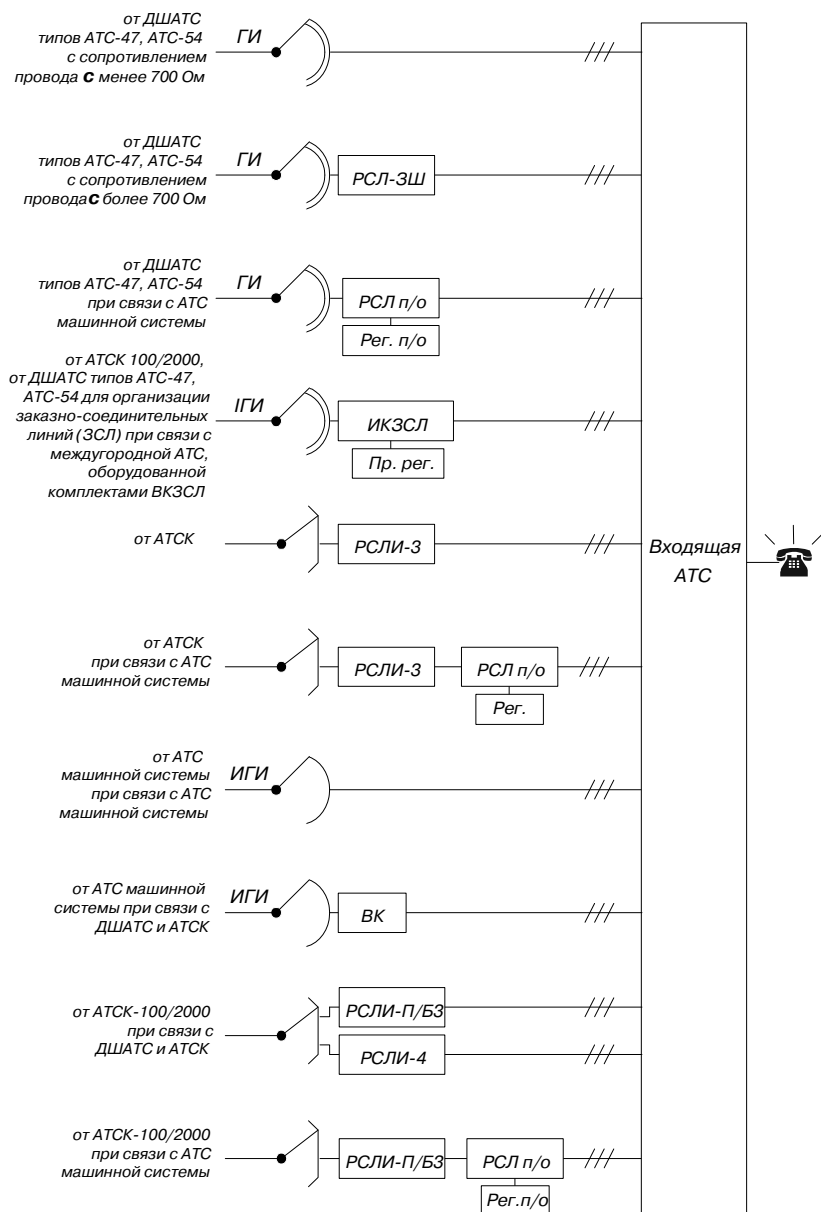


Рис. 4.9 Варианты включения входящих трехпроводных СЛ от АТС различных типов

Обработка входящего местного вызова по трехпроводным соединительным линиям осуществляется блоком INLOC, состоящим из одного процесса INLOC, спецификация которого также приведена в этом разделе. Структура блока обработки входящих местных вызовов INLOC представлена на рис. 4. 10.

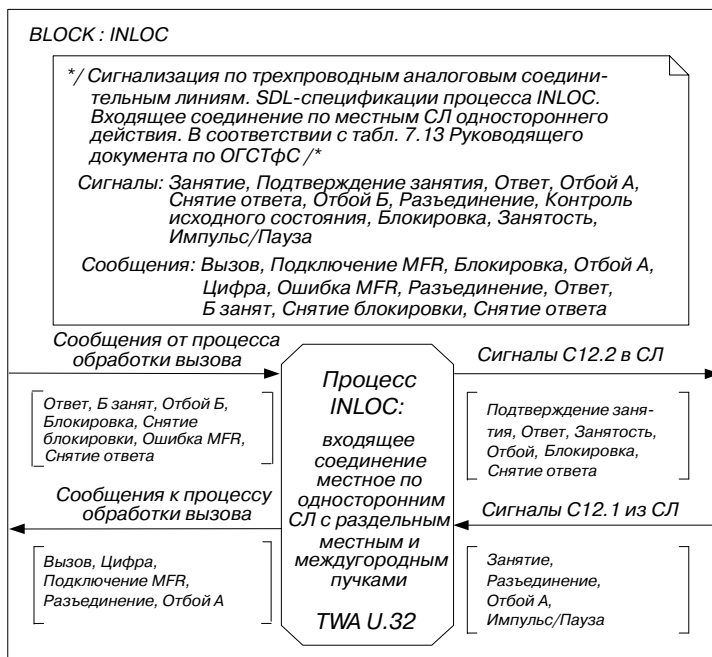


Рис. 4.10 Обработка входящего местного вызова INLOC TWA U.32

Изменения физических параметров проводов **a**, **b** и **c**, формирующие линейные сигналы процесса INLOC TWA U.32 (канал С12 на рис.4.3, а также каналы С12.1 и С12.2 на рис.4.10), представлены на рис.4.8. Формируемые таким образом линейные сигналы объединены в две группы: сигналы «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 таймеры:

- $T1 = 20 \text{ с}$ – ожидание следующей цифры,
 $T2 = 150 \text{ мс}$ – максимальная длительность принимаемых импульса или паузы при декадном наборе номера,
 $T3 = 200 \text{ мс}$ – 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. 4.7.

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

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	→	ЗАНЯТИЕ	Плюс на проводе с	Время распознавания 14-20 мс
2	→	НАБОР НОМЕРА: импульс пауза межцифровой интервал	Плюс на проводе а высокоомные сопро- тивления в цепях проводов а и б	Импульс (пауза) должен быть принят, если его длительность находится в пределах 16 - 120 мс. Принимается с длитель- ностью более 250 мс
3	→	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	Высокое сопротив- ление в проводе с	Может быть принят на любом этапе соеди- нения. Время распозна- вания 120-500 мс
4	→	ОТБОЙ А	Минус на проводе а , плюс на проводе б	Может быть принят, ес- ли встречная АТС реал- изует систему с двух- сторонним отбоем. Время распознавания 200 мс

Таблица 4.9 Сигналы С12.2, передаваемые INLOC в сторону трехпроводной соединительной линии при входящем местном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	←	ОТВЕТ	Плюс на проводе а	Сигнал передается при ответе абонента или в случае запроса информации АОН
2	←	ЗАНЯТОСТЬ/ ОТБОЙ Б	Минус на проводе б	Передается в случае занятости абонентской линии, при сбое в про- цессе установления соединения или если абонент Б вешает труб- ку во время разговора
3	←	БЛОКИРОВКА	Высокое сопротив- ление в проводе с	Передается, чтобы ис- ключить возможность занятия линии со сторо- ны исходящей АТС
4	←	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	Минус на проводе с	Передается в ответ на разъединение при осво- бождении СЛ и обору- дования АТС, т.е. когда АТС готова к приему нового "Занятия"
5	←	СНЯТИЕ ОТВЕТА	Минус на проводе а	

Таблица 4.10 Сообщения к процессу INLOC от ПО обработки вызова

№	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 к ПО обработки вызова от процесса 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 "2 из 6" - "импульсный челнок"
4	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	

В исходном состоянии процесса INLOC ожидается появление плюса на проводе *с*, соответствующего линейному сигналу «Занятие». При приеме этого сигнала в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о новом вызове и производится подготовка к приему цифр номера вызываемого абонента. В случае использования в данном входящем направлении многочастотной сигнализации «импульсный челнок» в коде «2 из 6» в ПО обработки вызова передается сообщение о необходимости подключения приемопередатчика многочастотной сигнализации. При использовании декадного способа передачи цифр номера запускается таймер $T1=20$ с, ограничивающий ожидание первого импульса набора номера, и происходит переход в предответное состояние *S1*.

В исходном состоянии возможно получение от ПО обработки вызова сообщения «Блокировка», вследствие чего устанавливается высокое сопротивление в проводе *с*, 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 *с*), и процесс возвращается в исходное состояние *S0*.

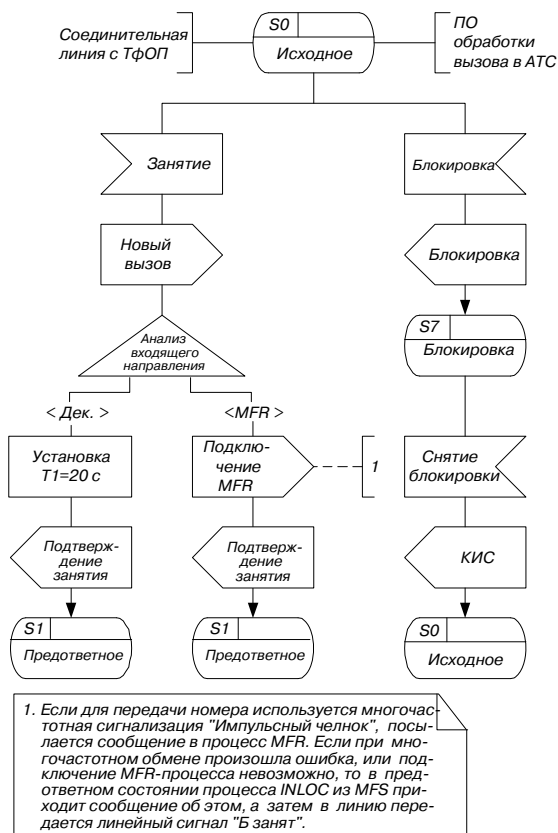


Рис. 4.11 SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 1 из 4)

В предответном состоянии возможно появление плюса на проводе *a*, означающего импульс набора номера, при приеме которого устанавливается таймер $T2=150$ мс для обнаружения импульса повышенной длительности, находящейся за пределами 20-150 мс, а также сбрасывается таймер $T2=20$ с. Процесс при этом переходит в состояние импульса S2. Другим возможным событием является сигнал «Разъединение» (плюс на проводе *c* через 20 кОм), в результате приема которого в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о разъединении, сбрасывается таймер ожидания цифр номера $T1$, равный 20 с, в трехпроводную СЛ передается сигнал КИС «Контроль исходного состояния», а процесс возвращается в исходное состояние S0.

Сигнал «Разъединение» возможен и в состояниях импульса S2 или паузы S3. При этом обработка сигнала практически идентична обработке в предответном состоянии S1. Отличие заключается только в необходимости сброса таймера $T2$, равного 150 мс.

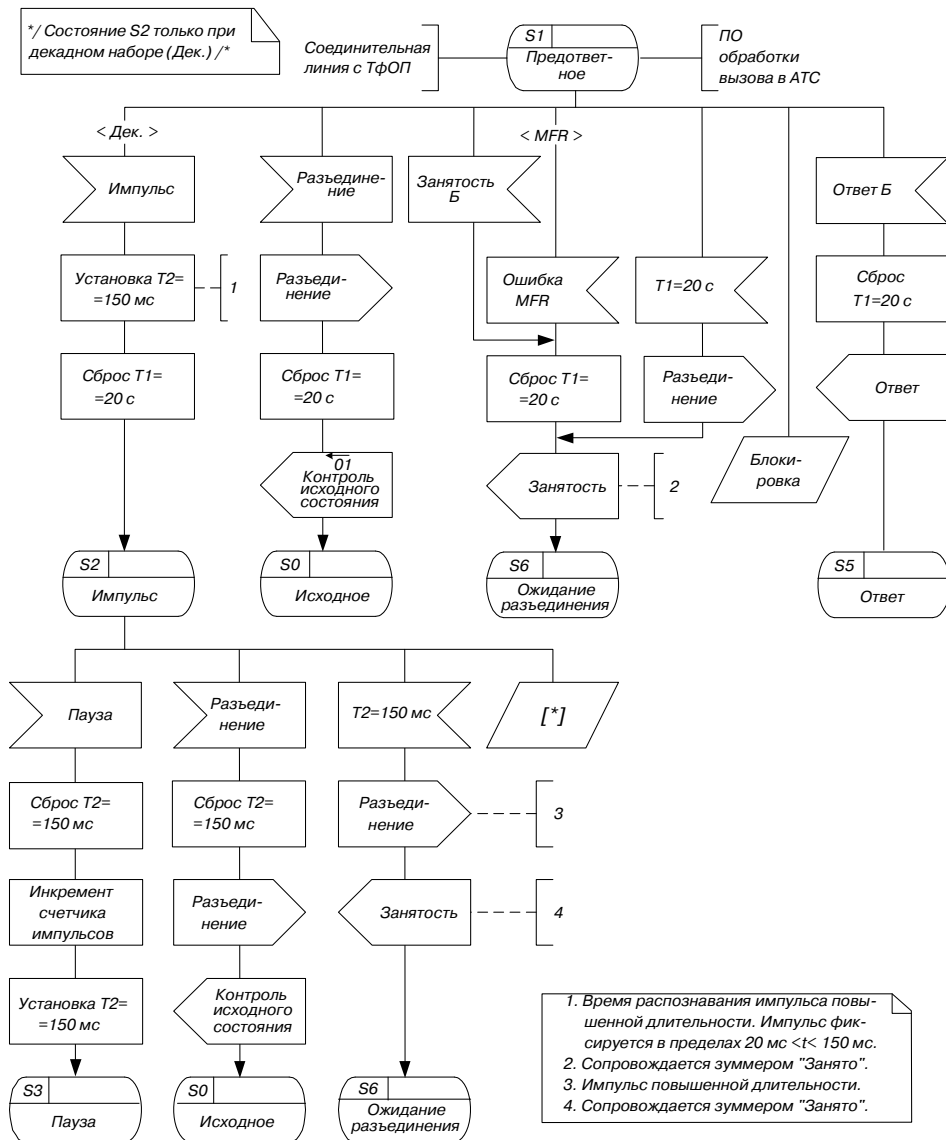


Рис. 4.11 SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 2 из 4)

Основной сигнал, ожидаемый в состоянии S2, – линейный сигнал «Пауза». После его приема осуществляется сброс таймера T2=150 мс, увеличение на единицу значения счетчика числа импульсов для последующего определения цифры номера и установка нового таймера T2=150 мс для фиксации предельной длительности паузы. Процесс переходит в состояние паузы S3.

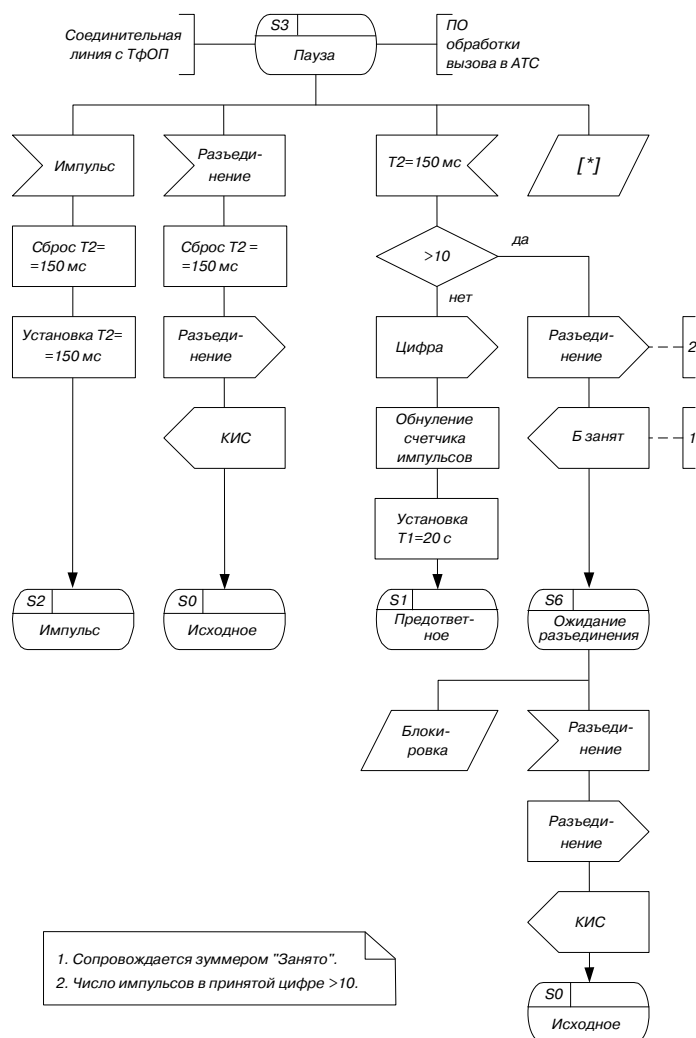


Рис. 4.11 SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 3 из 4)

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

В предотвечном состоянии S1 также возможно получение от ПО обработки вызова в АТС сообщений о занятости абонента Б или об ошибке в обработке многочастотной регистровой сигнализации. В этих случаях также передается линейный сигнал «Занятость», и процесс переходит в состояние ожидания разъединения S6.

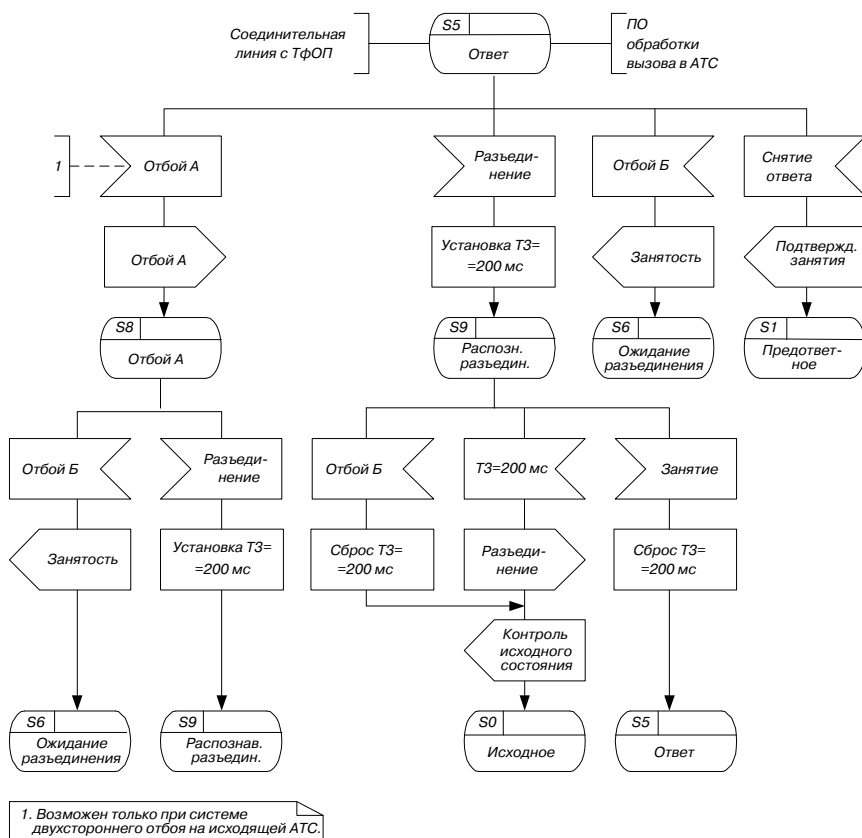


Рис. 4.11 SDL-диаграмма процесса INLOC (стр. 4 из 4)

К этому же приводит и срабатывание таймера $T1=20$ с в случае декадного набора номера – происходит передача сигнала «Занятость» и переход в состояние S6. И, наконец, возможно получение от ПО обработки вызова в АТС сообщения об ответе абонента Б, в результате чего сбрасывается таймер $T1=20$ с, передается линейный сигнал «Ответ абонента Б» установкой плюса через 1кОм на проводе а, и процесс переходит в разговорное состояние S5.

В состоянии занятости S6 процесс ожидает только установку высокоомного сопротивления в проводе с, т.е. линейный сигнал «Разъединение», в ответ на который передается сигнал «Контроль исходного состояния» и происходит переход процесса в исходное состояние S0.

В разговорном состоянии S5 возможно одно из четырех событий. Это может быть сигнал «Разъединение» по трехпроводной СЛ; сообщение от ПО обработки вызова в АТС об отбое абонента Б; сообщение о снятии ответа; сигнал «Отбой А» (если на исходящей АТС используется принцип двухстороннего отбоя). В случае приема сигнала

ла «Разъединение» устанавливается таймер $T3=200$ мс для его достоверного распознавания и происходит переход в состояние распознавания разъединения S9. При получении от ПО обработки вызова в АТС сообщения «Отбой Б» передается 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 таймер $T3$, и процесс возвращается в разговорное состояние S5. В этом же состоянии S9 возможно и получение от ПО сообщения «Отбой Б». При его приеме продолжение отсчета времени $T3=200$ мс вряд ли целесообразно, ибо в этой ситуации отбой дали оба абонента А и Б. Процесс сбрасывает таймер $T3$, устанавливает трехпроводную СЛ в исходное состояние и сам возвращается в исходное состояние S0. Та же последовательность действий происходит, если срабатывает таймер $T3=200$ мс, то есть сигнал «Разъединение» считается достоверно распознанным.

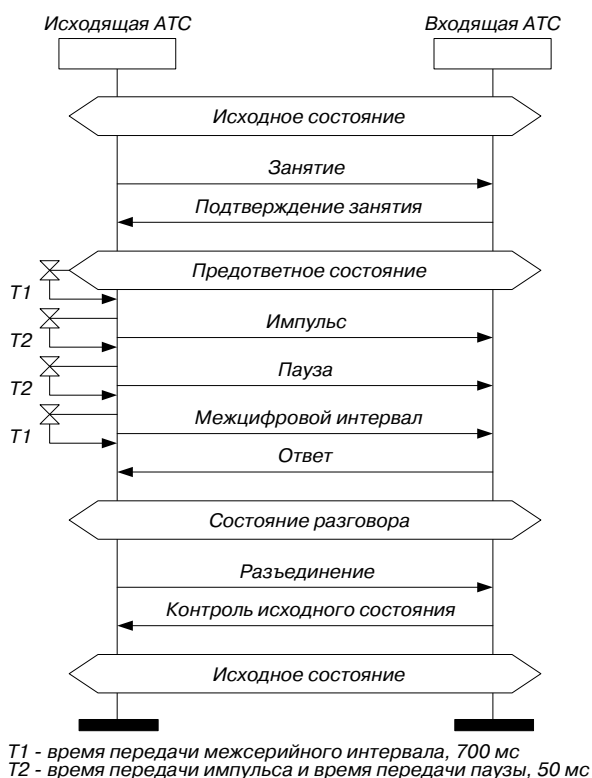


Рис. 4.12 Сценарии обмена сигналами (местный вызов)
а) абонент свободен, отбой вызывающего абонента

В случае двухстороннего отбоя на исходящей АТС в состоянии S5 возможно появление минуса на проводе *а*, т.е. сигнала «Отбой А», что переводит процесс в состояние отбоя S8. В этом случае процесс ожидает либо сигнал «Разъединение» по линии, либо сообщение «Отбой Б» от ПО обработки вызова. В случае получения сигнала «Разъединение» устанавливается таймер ТЗ, и процесс переходит в уже описанное выше состояние S9. При получении сообщения «Отбой Б» процесс передает в линию сигнал «Занятость» и переходит в состояние занятости S6.

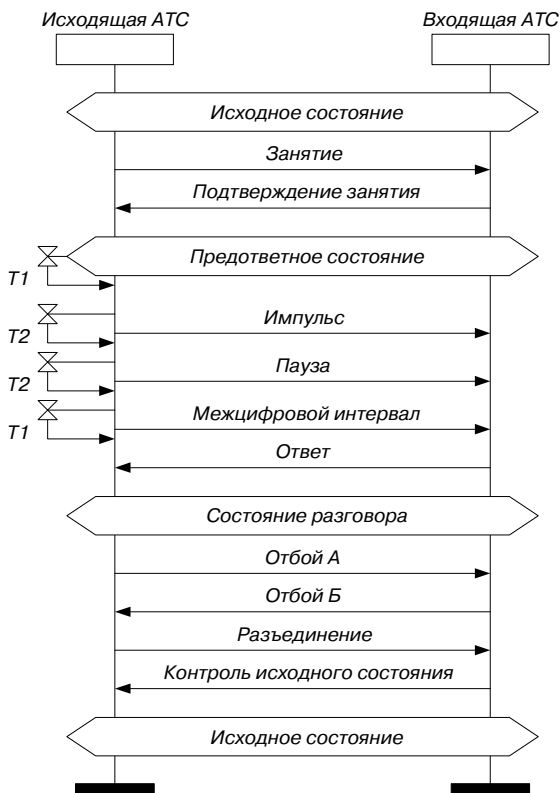


Рис. 4.12 Сценарии обмена сигналами (местный вызов)
б) абонент Б свободен, отбой вызывающего абонента
(двухсторонний отбой)

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

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

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

Следует лишь отметить, что сигнал «Подтверждение занятия» в ответ на сигнал «Занятие» передается путем небольшого увеличения сопротивления в цепи провода *с*, детектирование которого в цифровой исходящей АТС затруднительно и не является необходимым благодаря введению выдержки времени перед трансляцией первого импульса первой цифры номера.



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

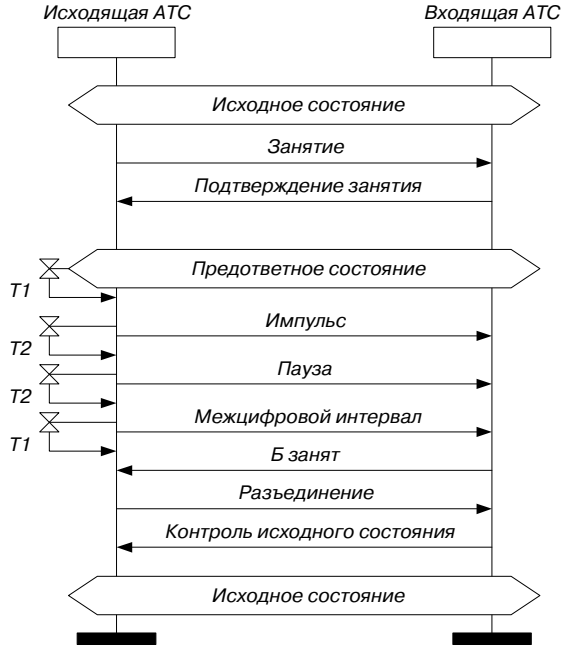


Рис. 4.12 Сценарии обмена сигналами (местный вызов)
г) абонент Б занят, разъединение



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

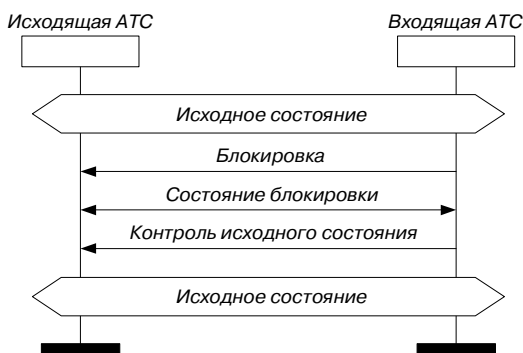


Рис. 4.12 Сценарии обмена сигналами (местный вызов) ж) блокировка СЛ, создаваемая оператором до занятия

4.3 Линейная сигнализация. Входящий междугородный вызов

Уже рассмотренная в главе 1 специфика российских телефонных сетей обусловила различие протоколов сигнализации для входящих местных и для входящих 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, описание процесса INTOL обработки сигнализации по входящей трехпроводной междугородной линии будет начинаться с описания 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 перечисленных 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, представляют рекомендуемые значения сопротивлений в цепях проводов на стороне входящей АТС и учитывают разброс встречающихся на практике сопротивлений в цепях проводов на стороне исходящих АМТС и АТС разных типов. Ясно, что эти значения могут иногда отличаться от нормированных значений таблицы 4.3, составленной по [87].

На рис. 4. 13 используются следующие сокращения:

- Ro_a*, *Ro_b*, *Ro_c* – сопротивления в цепях проводов **a**, **b**, **c**, исходящий конец;
Ri_a, *Ri_b*, *Ri_c* – сопротивления в цепях проводов **a**, **b**, **c**, входящий конец.

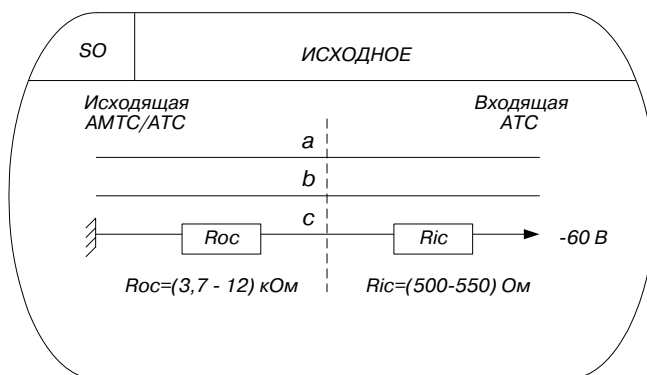


Рис. 4. 13 а) исходное состояние *S0* при входящей междугородной связи по трехпроводной соединительной линии (СЛМ)

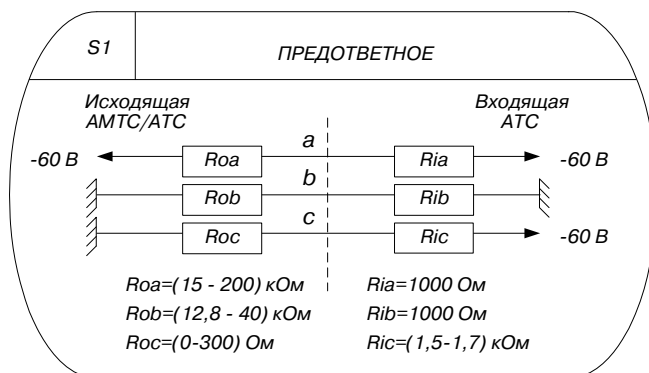


Рис. 4.13 б) предответное состояние S1 при входящей связи по трехпроводной СЛМ

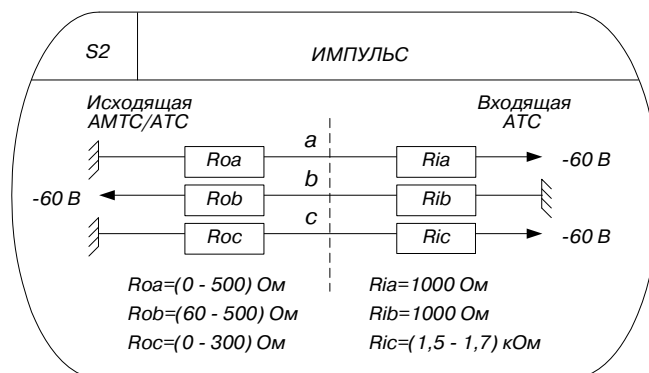
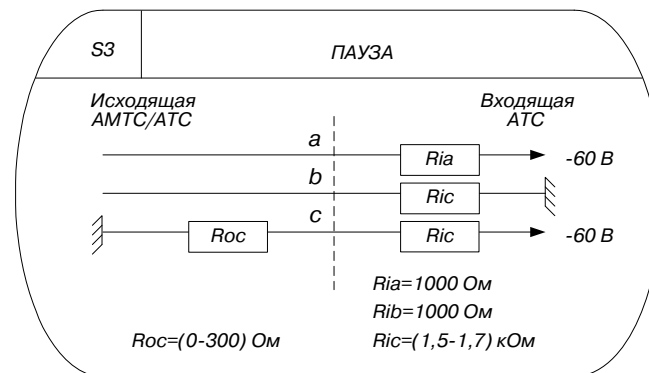


Рис. 4.13 в) состояние приема импульса набора номера S2 при входящей связи по трехпроводной СЛМ



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

Рис. 4.13 г) состояние паузы S3 при входящей связи по трехпроводной СЛМ

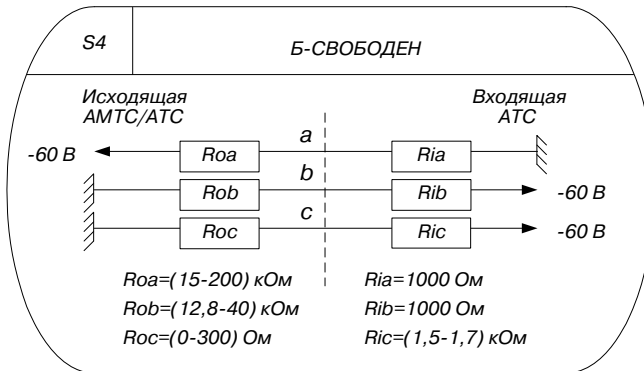


Рис. 4.13 д) состояние S4 "Абонент Б свободен" при входящей связи по трехпроводной СЛМ

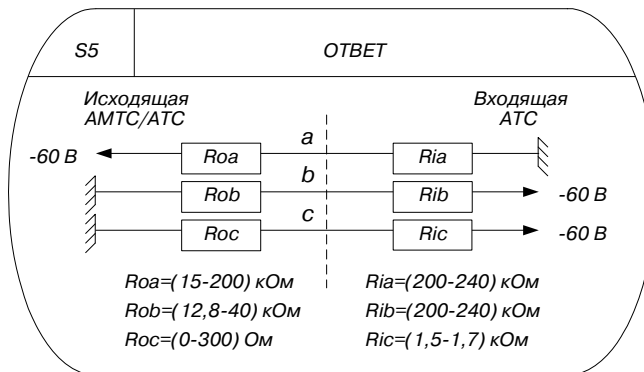


Рис. 4.13 е) разговорное состояние S5 при входящей связи по трехпроводной СЛМ

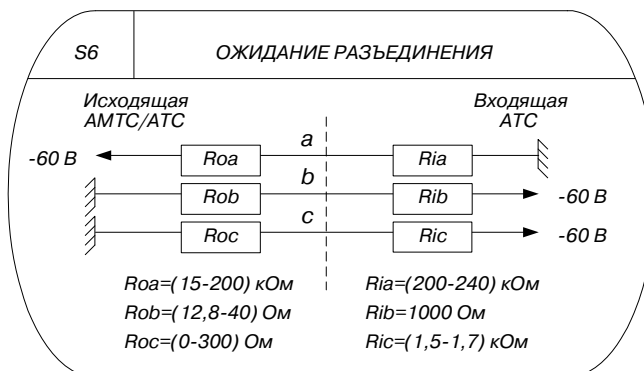


Рис. 4.13 ж) состояние ожидания разъединения S6 при входящей связи по трехпроводной СЛМ

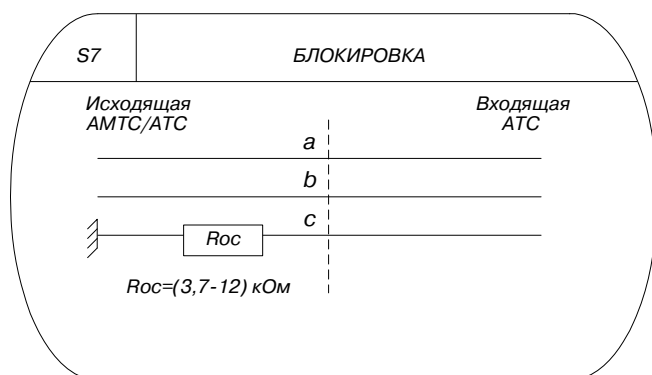


Рис. 4.13 з) состояние блокировки и ожидания сигнала "Контроль исходного состояния" (КИС) S7 при входящей связи по трехпроводной СЛМ

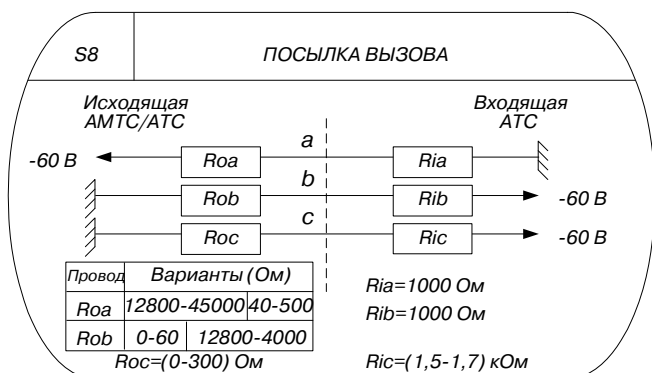


Рис. 4.13 и) состояние посылки вызова S8 при входящей связи по трехпроводной СЛМ

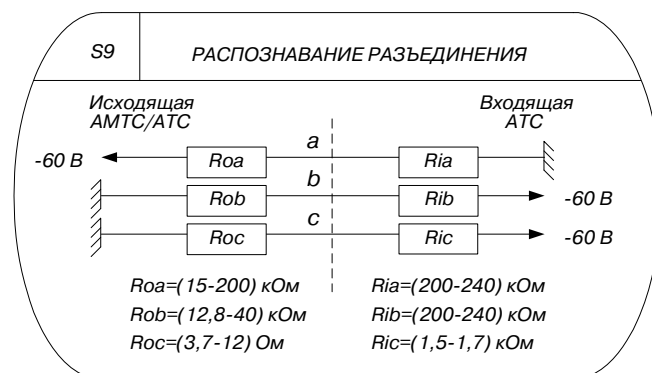


Рис. 4.13 к) состояние S9 распознавания разъединения при входящей связи по трехпроводной СЛМ

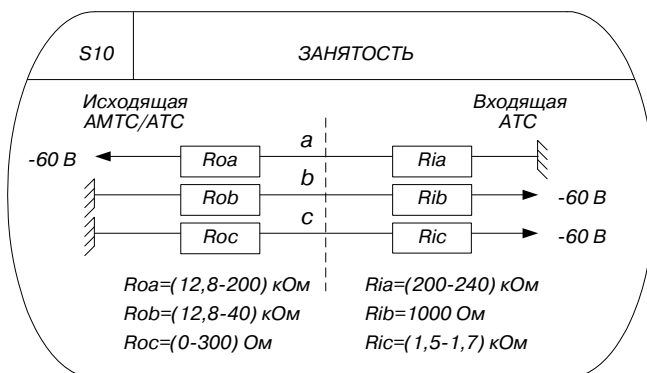


Рис. 4.13 л) состояние S10 занятости вызываемого абонента

На рис. 4.14 представлены примеры включения трехпроводных СЛМ в исходящие АМТС и АТС разных типов.

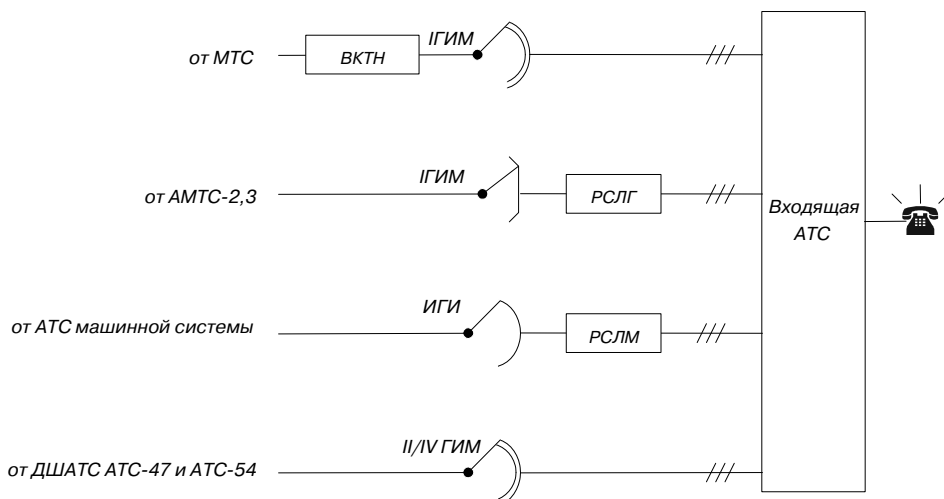


Рис. 4.14 Примеры включения входящих междугородных трехпроводных соединительных линий (СЛМ) от АМТС и АТС различных типов

Комплект РСЛМ 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 большой и 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.

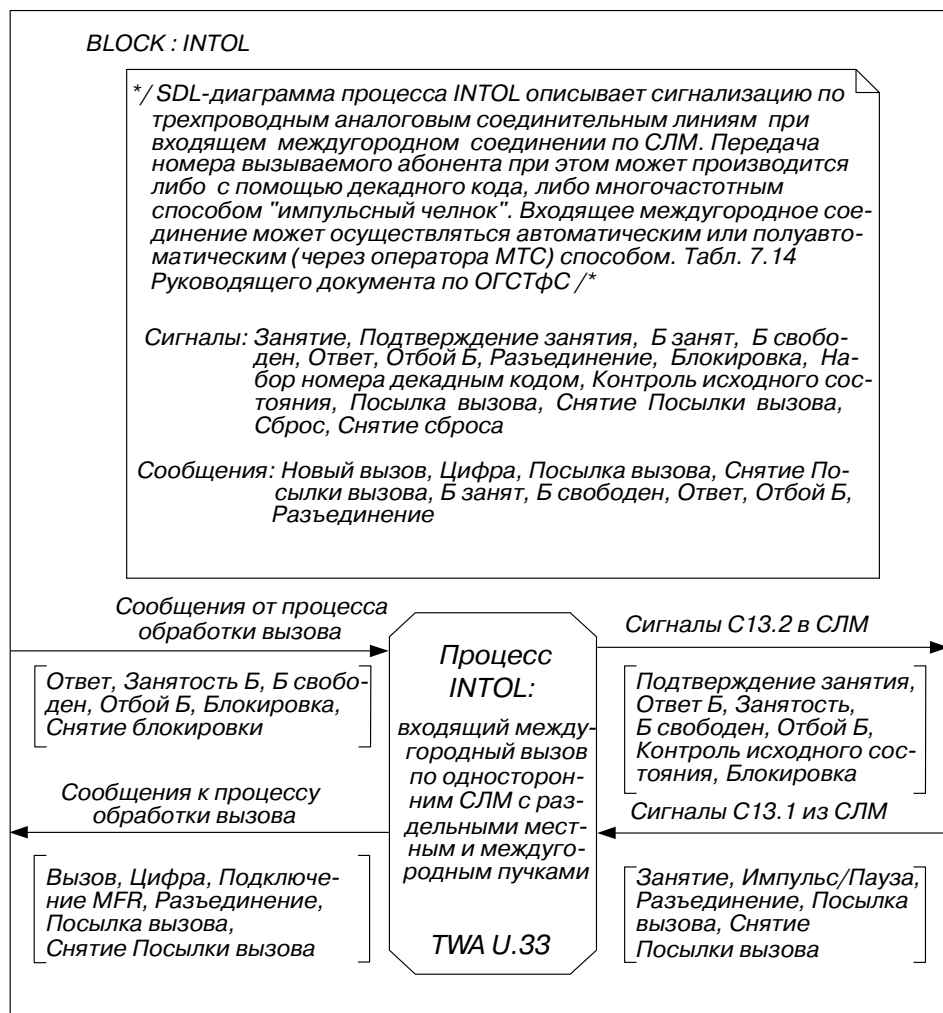


Рис. 4.15 Обработка входящего междугородного вызова INTOL

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 4.12, 4.13. Он несколько шире аналогичных списков в приведенных выше описаниях процессов обработки местных соединений и включает в себя сигналы: «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.

*Таблица 4.12 Сигналы С13.1, 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 межцифровой интервал	Плюс на проводе а , высокоомные сопротивления в проводах а и б	Импульс (пауза) должен быть принят, если его длительность находится в пределах 16 - 120 мс. Принимается с длитель- ностью более 250 мс
3	---->	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	Высокое сопротив- ление в проводе с	Может быть принят на любом этапе соеди- нения. Время распозна- вания 120-500 мс
4	---->	ПОСЫЛКА ВЫЗОВА	Плюс на проводе б	Время распознавания 50÷100 мс
5	---->	СНЯТИЕ ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА		

*Таблица 4.13 Сигналы С13.2, передаваемые INTOL
в сторону трехпроводной соединительной линии
при входящем междугородном соединении*

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Описание	Примечание
1	<----	ОТВЕТ	Высокое сопротив- ление в проводах а и б	Сигнал передается при ответе абонента
2	<----	ЗАНЯТОСТЬ	Минус на проводе б	Передается в случае занятости абонентской линии
3	<----	БЛОКИРОВКА	Высокое сопротив- ление в проводе с	Передается для предот- вращения возможности занятия линии со стороны исходящей АМТС/АТС
4	<----	АБОНЕНТ СВОБОДЕН	Плюс на проводе а минус на проводе б	Передается, если або- нентская линия свобод- на, или в случае, когда абонент Б вешает трубу- ку во время разговора
5	<----	КОНТРОЛЬ ИСХОДНОГО СОСТОЯНИЯ	Минус на проводе с	Передается в ответ на разъединение при осво- бождении СЛМ, когда АТС готова к приему нового "Занятия"

Описания ряда этих сигналов совпадают с аналогичными описаниями сигналов процесса INLOC, представленных в таблицах 4.8 и 4.9. Следует отметить некоторую разницу в обработке сигнала «Занятость», связанную с ситуацией, в которой передается этот сигнал. 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 ожидающего абонента или ожидает вызова от него;
- вызываемый абонент находится на ожидании или ему посылается повторный вызов;
- вызываемый абонент получает акустические сигналы: «Контроль посылки вызова», «Ответ станции», «Занято» или «Перегрузка»;
- вызываемый абонент набирает номер;
- вызываемому абоненту посылается вызов;
- вызываемый абонент заблокирован;
- вызываемый абонент находится на удержании или 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 местным разговором – линейный сигнал «Занятость» не должен сопровождаться акустическим сигналом «Занято». При появлении линейного сигнала «Занятость» на АМТС в случае полуавтоматической междугородной связи начинает мигать лампочка на рабочем столе телефонистки, а в случае автоматической междугородной связи формируется сигнал «Разъединение» и разрушается разговорный тракт. 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 приеме 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 получении сигнала «Ответ Б» выключается сигнальная лампа на рабочем месте телефонистки, прекращается посылка вызова и КПВ, проключается разговорный тракт и начинается начисление платы за междугородный разговор.

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.

Сообщения от программного обеспечения обработки вызовов к процессу INTOL приведены в таблице 4. 14, а сообщения в обратном направлении – в таблице 4. 15.

Таблица 4. 14 Сообщения к процессу INTOL от ПО обработки вызова

№	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. 15 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 "2 из 6" - "импульсный челнок"
4	ПОСЫЛКА ВЫЗОВА	
5	СНЯТИЕ ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА	
6	РАЗЪЕДИНЕНИЕ	

Через 20 мс после обнаружения сигнала «Занятие» на АМТС передается сигнал «Подтверждение занятия». После передачи «Подтверждения занятия» происходит переход в состояние S1 и запускается таймер для контроля максимальной длительности интервала между цифрами (20-40 с). Таймер сбрасывается всякий раз при приеме новой цифры. При срабатывании таймера на АМТС передается линейный сигнал «Занятость» и зуммер «Занято».

Если вызываемый абонент свободен, на АМТС передается 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 передается сигнал «Занятость», но зуммер «Занято» не посылается.

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

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 передается сигнал «Ответ Б», и линия переходит в разговорное состояние.

При отбое абонента Б в процессе разговора передается линейный сигнал «Б свободен». В ответ на это со стороны АМТС может быть передан 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 передается сигнал «Контроль исходного состояния».

На рис. 4.16 представлена диаграмма процесса INTOL на языке SDL. В процессе INTOL используются следующие таймеры:

$T1 = 20 \text{ с}$ – ожидание следующей цифры,

$T2 = 150 \text{ мс}$ – максимальная длительность импульса или паузы при декадном наборе номера,

$T3 = 200 \text{ мс}$ – 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. 4.7. и 4.11.

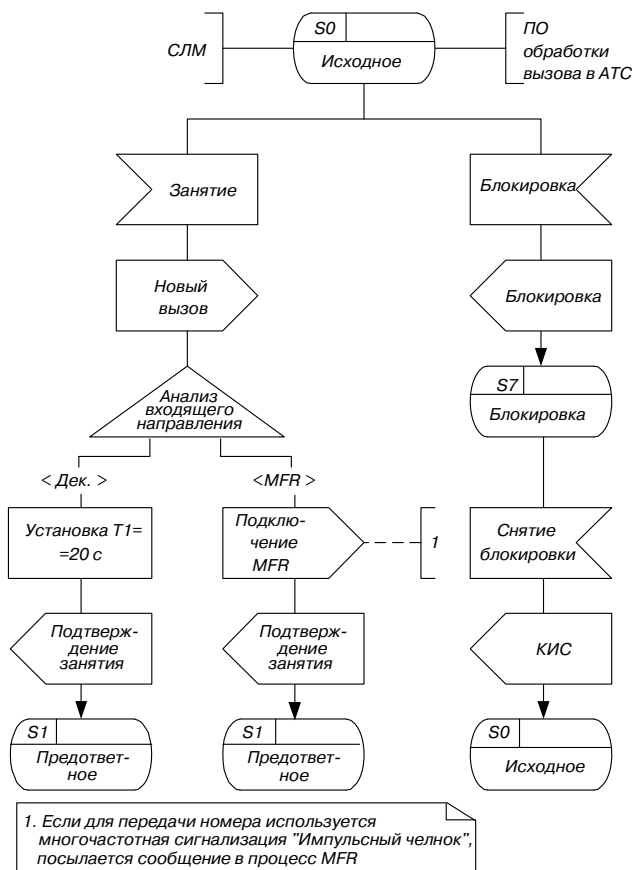


Рис. 4.16 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 1 из 5)

Процесс обработки входящего междугородного вызова INTOL в исходном состоянии $S0$ ожидает появления линейного сигнала «Занятие» (плюс на проводе c). При приеме этого сигнала в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о новом вызове и производится подготовка к приему цифр номера вызываемого абонента.

При использовании во входящем направлении сигнализации методом «импульсный челнок» в ПО обработки вызова передается сообщение о подключении приемопередатчика многочастотной сигнализации, после чего в трехпроводную СЛ желательнее передать линейный сигнал «Подтверждение занятия». При использовании декадного способа передачи цифр номера запускается таймер $T1=20$ с, ограничивающий ожидание первого импульса набора. В обоих случаях происходит переход в предответное состояние S1.

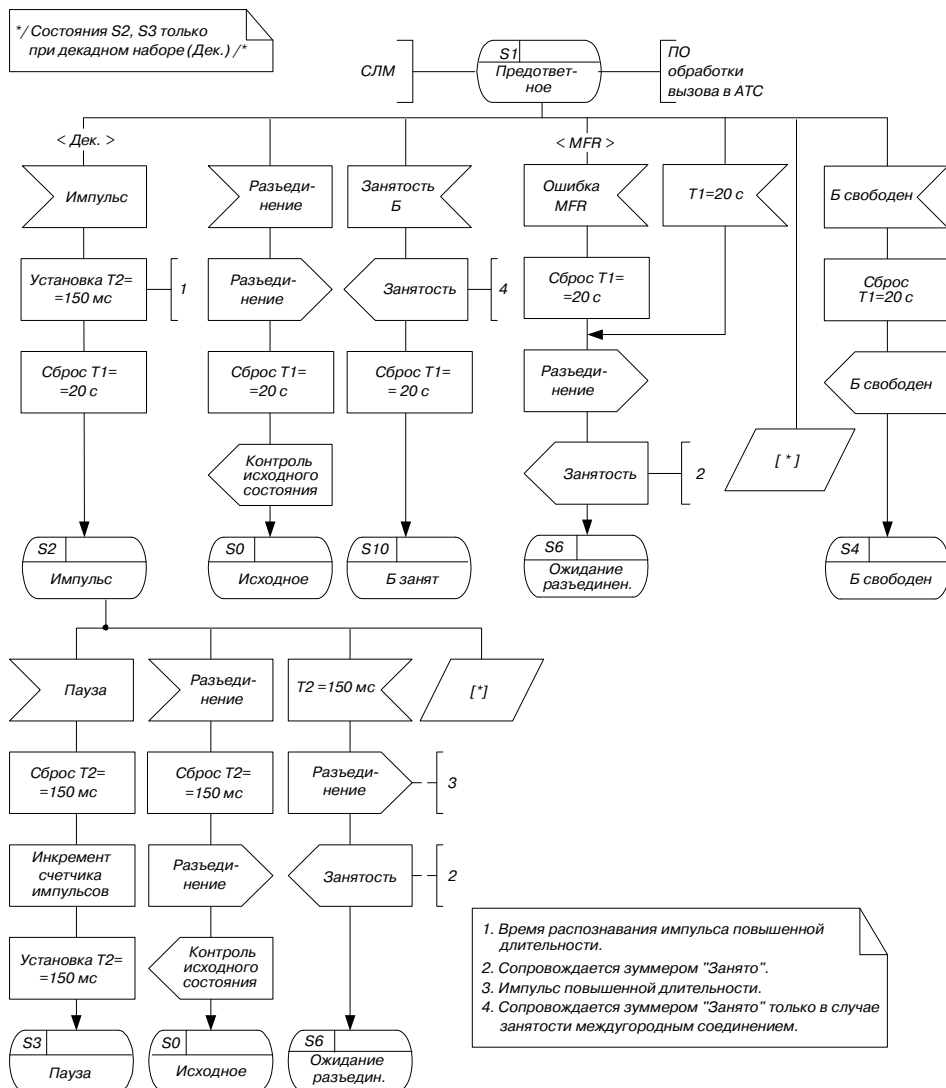


Рис. 4.16 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 2 из 5)

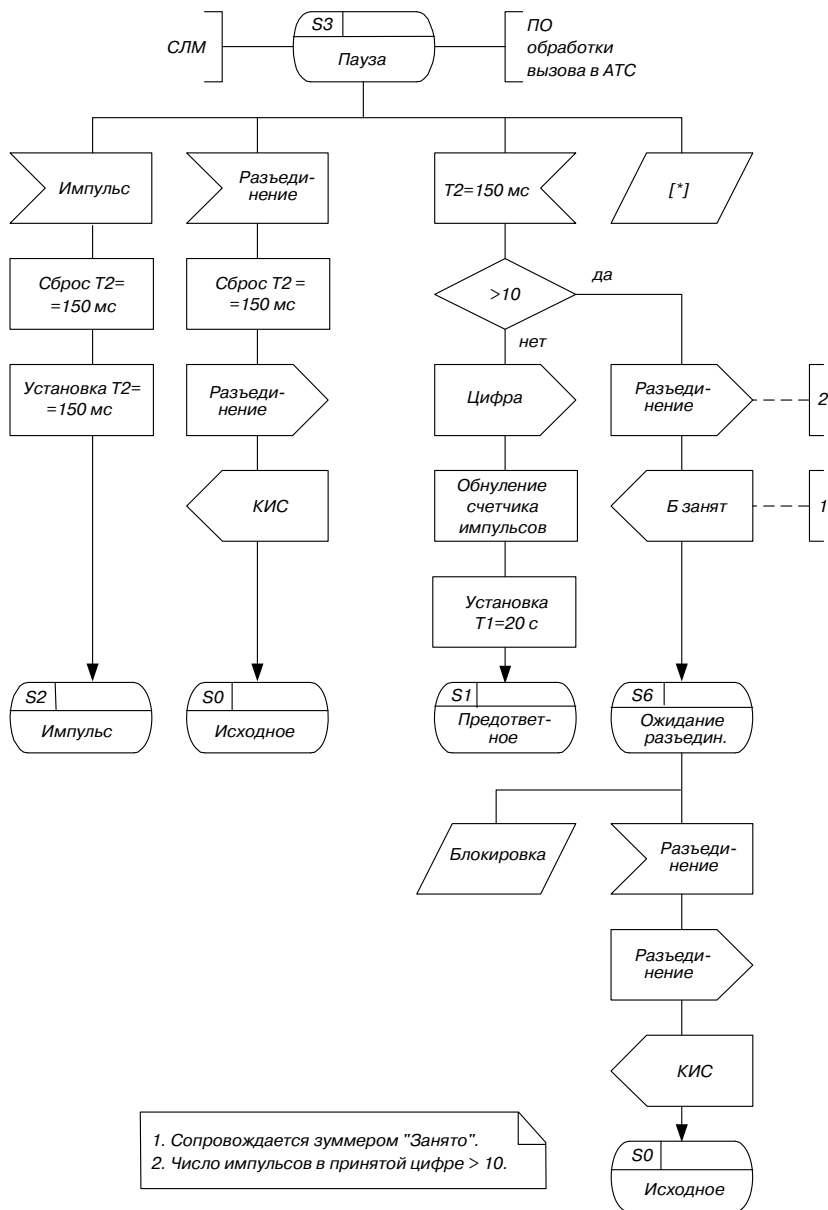


Рис. 4.16 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 3 из 5)

В исходном состоянии также возможен прием от ПО обработки вызова команды «Блокировка», в результате чего к АМТС передается линейный сигнал «Блокировка» (высокоомное сопротивление в проводе с). Процесс переходит в состояние блокировки S7, из которого выйти можно только по команде от ПО исходящей АТС «Снятие блокировки», после чего линейный сигнал «Блокировка» сменя-

ется линейным сигналом «Контроль исходного состояния» (минус на проводе с), и процесс INTOL возвращается в исходное состояние.

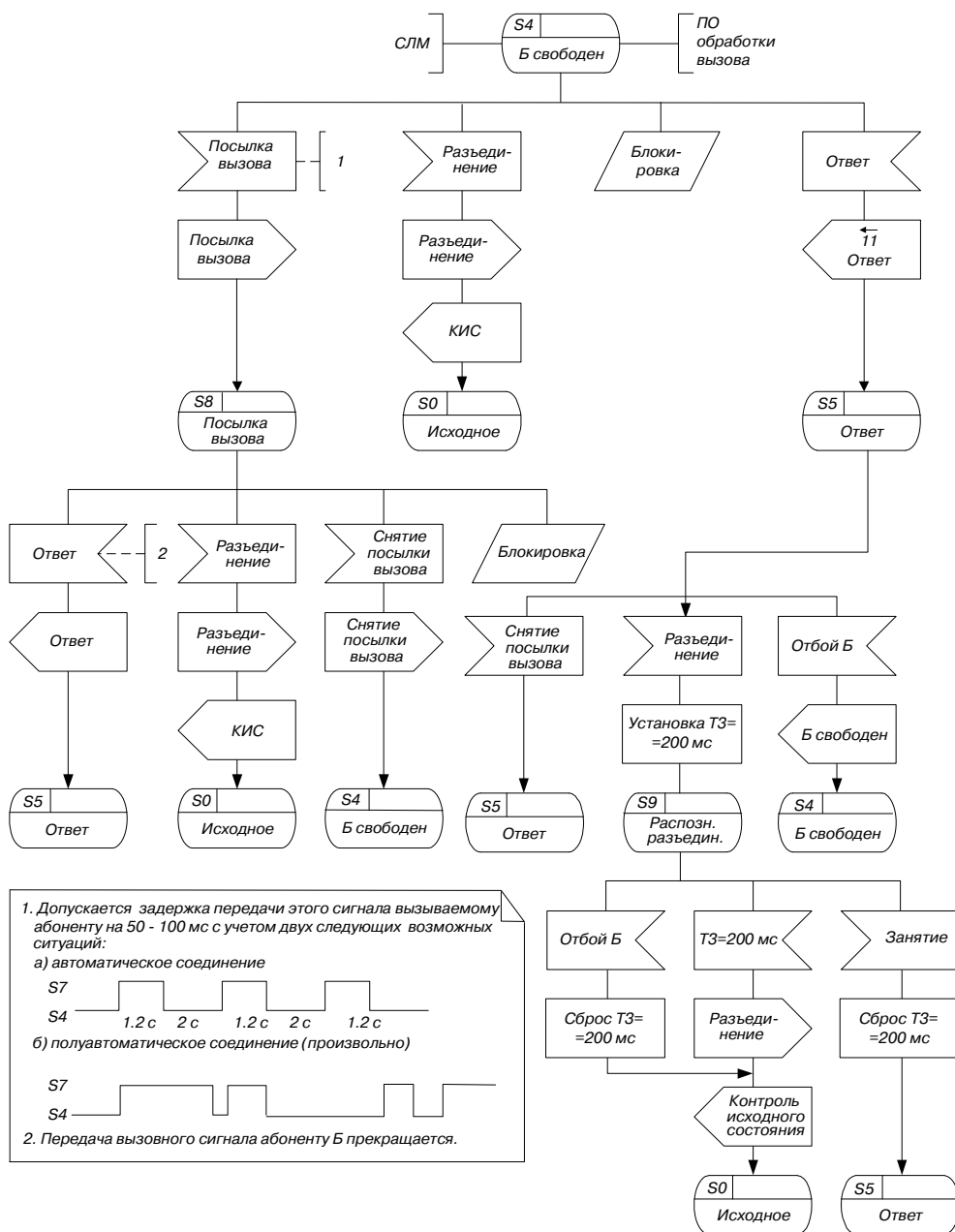
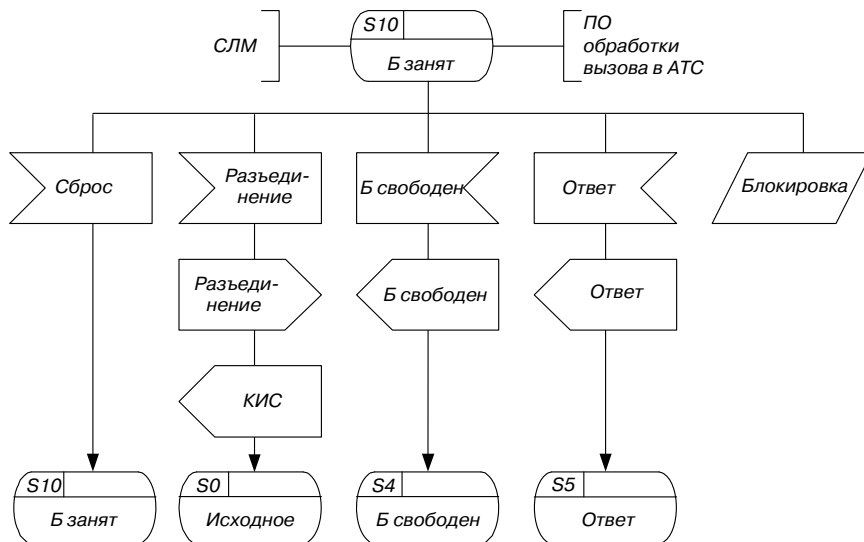
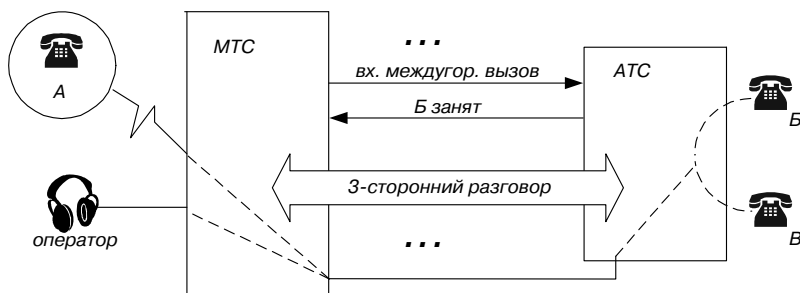


Рис. 4.16 SDL-диаграмма процесса INTOL (стр. 4 из 5)



1. Если абонент Б занят междугородным соединением, в состоянии S10 передается зуммер "ЗАНЯТО".
2. Если Б занят местным соединением, то передается только линейный сигнал "Б занят", в этом случае телефонистка МТС подключается к занятому абоненту.



Возможные ситуации, когда абонент Б прерывает разговор с абонентом В:

- а) Абонент Б вешает трубку первым, в линию передается сигнал "Б свободен", зуммер "ЗАНЯТО" - абоненту В, процесс переходит в состояние S4, и ожидается сигнал "Посылка вызова".
- б) Абонент В вешает трубку первым, абоненту Б не посылается зуммер "ЗАНЯТО", и процесс INTOL переходит в состояние "Ответ" (S5).

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

В предответном состоянии возможен прием линейного сигнала «Импульс», в результате чего устанавливается таймер $T2=150$ мс для идентификации импульса повышенной длительности, находящейся за пределами 150 мс, а также сбрасывается таймер $T1=20$ с, и процесс переходит в состояние импульса S2. При приеме сигнала «Разъединение» (высокоомное сопротивление в проводе с) в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о разъединении, сбрасывается таймер $T2$, и процесс переходит в состояние S0.

сывается таймер ожидания цифр номера $T1=20$ с, в канал передается 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 возможны две ситуации: вызываемый абонент B свободен или вызываемый абонент B занят. В первом случае, в отличие от процесса INLOC, вызываемому абоненту не посылается немедленно вызывной сигнал, а в соединительную линию к АМТС передается линейный сигнал « B свободен» и сбрасывается таймер $T1=20$ с.

Отличается от процесса обработки местного вызова и реакция процесса INTOL на ситуацию занятости вызываемого абонента. Во всех случаях к исходящей АМТС передается линейный сигнал «Занятость», однако при занятости вызываемого абонента местным соединением этот линейный сигнал не сопровождается акустическим сигналом «Занято», а процесс INTOL переходит в состояние $S10$ занятости абонента B . При занятости абонента междугородным соединением, а также при его недоступности, при срабатывании таймера $T1=20$ с, при ошибке в многочастотном обмене, при сбое в декадном наборе и в других ситуациях, упомянутых выше, этот же линейный сигнал «Занятость» сопровождается акустическим сигналом «Занято», а процесс переходит в состояние ожидания разъединения $S6$.

В состоянии $S6$ процесс ожидает только появления высокого сопротивления в проводе c , означающего разъединение, в ответ на что устанавливается минус на проводе c , что означает сигнал «Контроль исходного состояния», и процесс переходит в исходное состояние $S0$.

При полуавтоматическом способе обслуживания вызовов в АМТС в состоянии $S4$ после переговоров телефонистки с вызывающим абонентом A к входящей АТС передается линейный сигнал «Посылка вызова» (минус на проводе b), который переводит процесс в состояние $S8$ посылки вызова. То же происходит практически немедленно при автоматическом способе обслуживания вызовов в АМТС. Различаются эти два режима последовательностями посылок вызова, что показано в комментарии 1 к состоянию $S4$ на SDL-диаграмме процесса INTOL (рис. 4.16, стр. 4 из 5).

В состояниях $S4$ и $S8$ возможно получение от ПО обработки вызова в АТС сообщения об ответе абонента B , в результате чего прекращается посылка вызова вызываемому абоненту, к АМТС передается линейный сигнал «Ответ B », и процесс переходит в разговорное состояние $S5$.

В разговорном состоянии S5 возможно получение линейного сигнала «Разъединение» или сообщения об отбое абонента Б от ПО обработки вызова в АТС. В случае приема сигнала «Разъединение» устанавливается таймер $T3=200$ мс для его достоверного распознавания, и происходит переход в состояние распознавания разъединения S9. При получении от ПО обработки вызова в АТС сообщения «Отбой Б» передается линейный сигнал «Б свободен», а процесс переходит в состояние S4 (Б свободен).

В состоянии распознавания разъединения S9 возможно исчезновение сигнала разъединения до его распознавания, то есть возвращение сигнала «Занятие»; в этом случае сбрасывается таймер $T3$, и система возвращается в разговорное состояние S5. В этот же период возможно и получение сообщения «Отбой Б»; в этом случае отсчет времени $T3=200$ мс прекращается, так как отбой дали и вызванный абонент Б, и вызывавший абонент А. Таким образом, сбрасывается таймер $T3$, передается линейный сигнал «Контроль исходного состояния», а процесс возвращается в исходное состояние S0. Та же последовательность действий выполняется, если изменения не происходят в течение 200 мс, то есть сигнал «Разъединение» считается достоверно распознанным: в ПО обработки вызова АТС передается сообщение «Разъединение», в соединительную линию – сигнал «Контроль исходного состояния», а процесс переходит в исходное состояние S0.

Состояние S10 при автоматической связи в АМТС предусматривает только прием сигнала «Разъединение», в ответ на который передается сигнал «Контроль исходного состояния», и процесс возвращается в исходное состояние S0. При полуавтоматической связи происходит подключение телефонистки к занятому вызываемому абоненту, а дальнейшее поведение процесса зависит от того, кто из двух разговаривающих абонентов первым положит 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 два первых 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

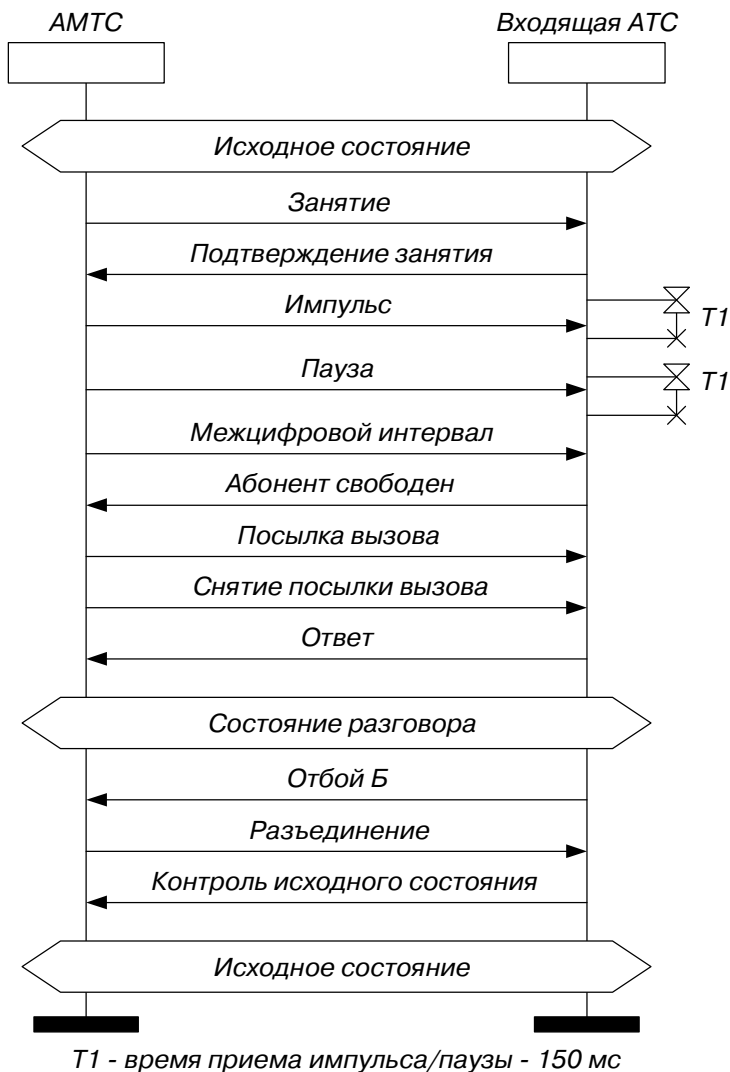


Рис. 4.17 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
б) абонент Б свободен, отбой вызываемого абонента

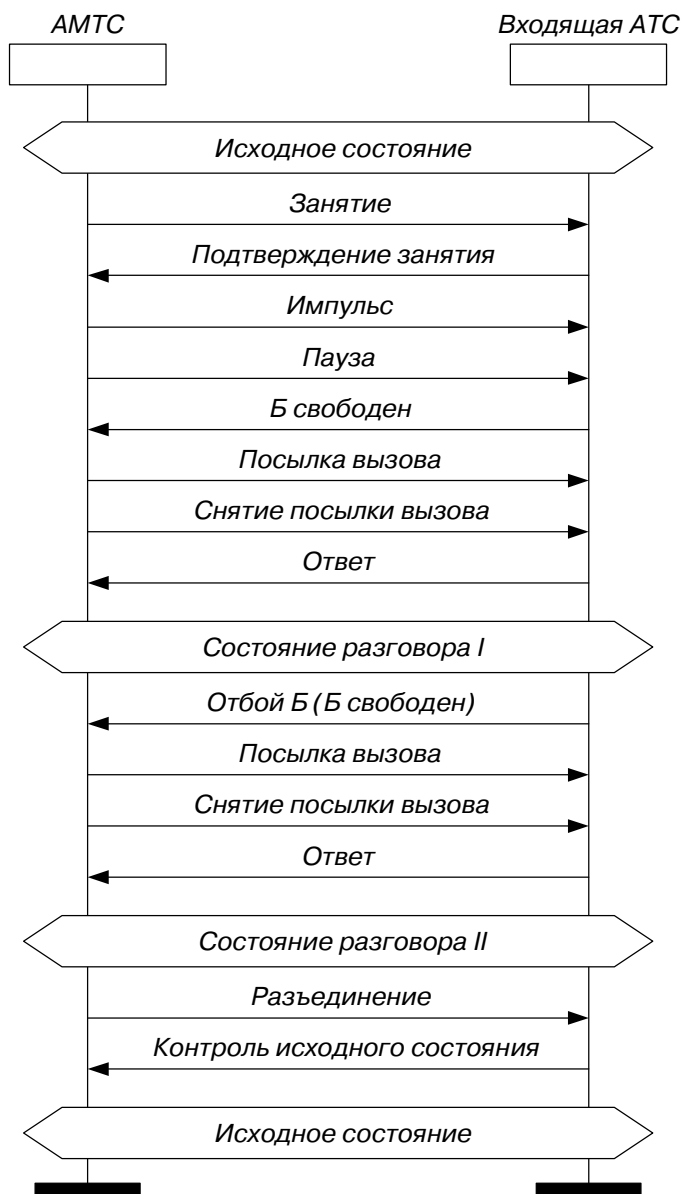
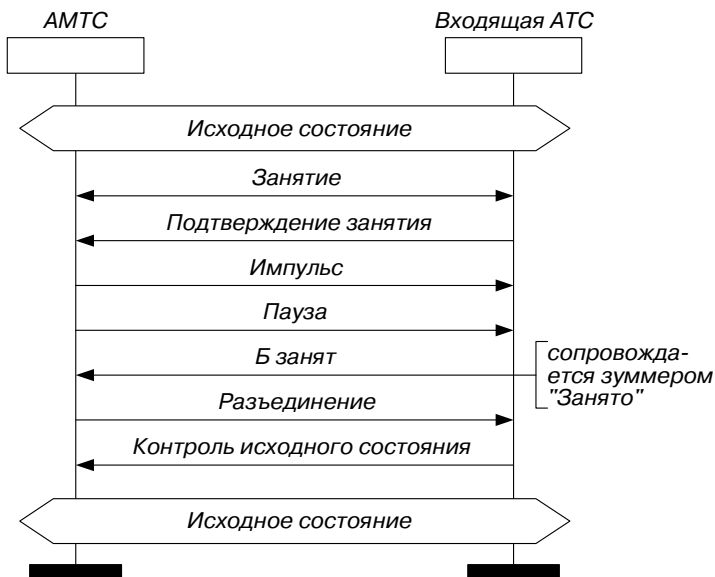


Рис. 4.17 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
в) повторный вызов при полуавтоматической связи



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



В случае недоступности абонента Б или занятости его междугородным соединением 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

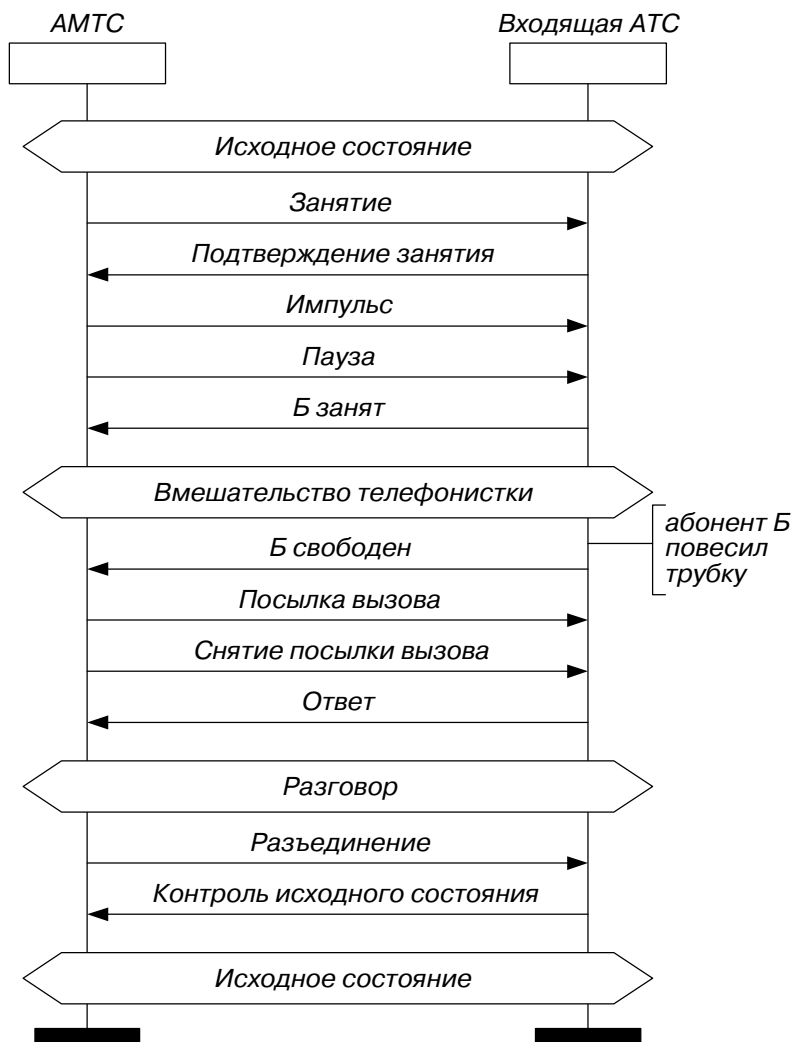


Рис. 4.17 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
е) абонент Б занят разговором с абонентом В, полуавтоматическая связь, после поступления междугородного вызова абонент Б вешает трубку

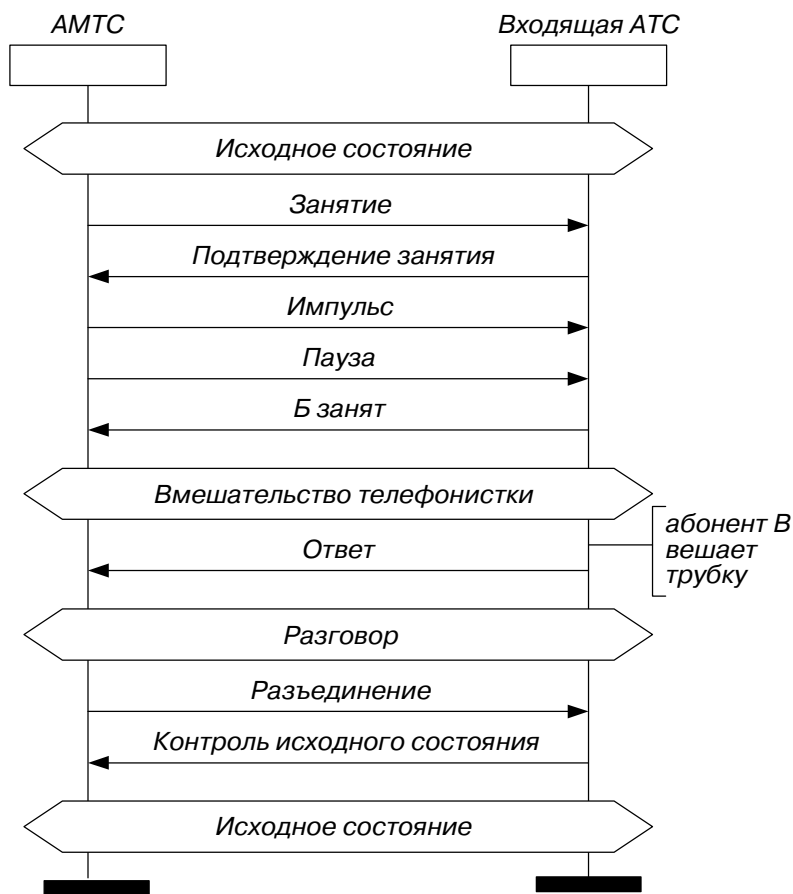


Рис. 4.17 Сценарии обмена сигналами (междугородный вызов)
 ж) абонент Б занят разговором с абонентом В, полуавтоматическая связь, после поступления междугородного вызова абонент В вешает трубку

Глава 5

Одно- и двухчастотные системы сигнализации

*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 «Разъеди-

нение», 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.

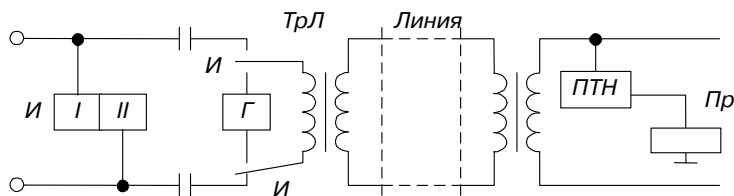


Рис. 5.1 Передача сигналов токами тональной частоты

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 для 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 ITU-T (бывшим МККТТ). С учетом этого для передачи линейных сигналов в различных системах сигнализации ITU-T 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.

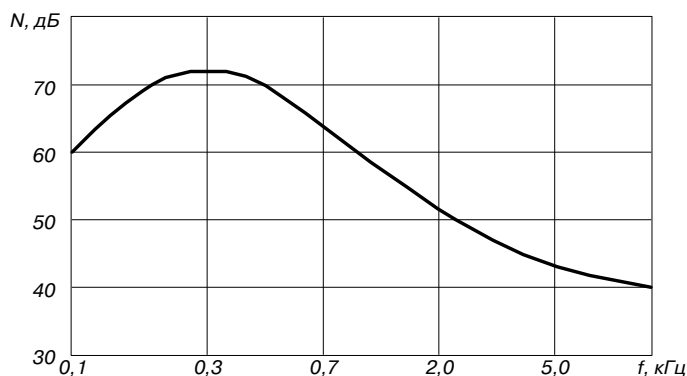


Рис. 5.2 Спектральная характеристика уровня мощности русской речи

В связи с этим исторически сложились три способа сигнализации токами тональных частот в 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 используются во 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 сигналов в разговорном спектре. Такова, например, аппаратура уплотнения для 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.

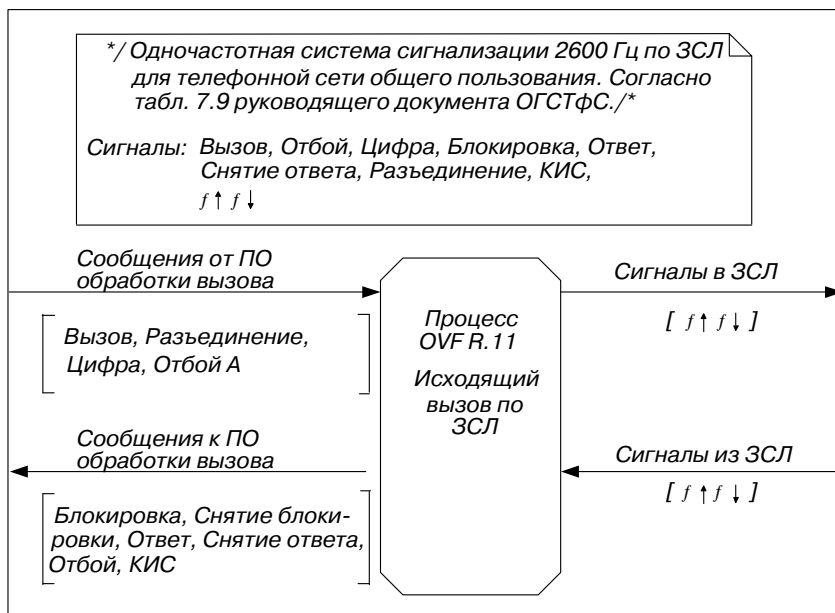


Рис. 5.3 Блок-диаграмма процесса обработки одночастотной сигнализации по ЗСЛ

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 передаются сигналы набора номера. При декадном наборе импульсы передаются частотными посылками длительностью 40–60 мс.

Таблица 5.1 Перечень линейных сигналов по ЗСЛ

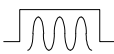
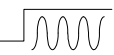
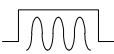
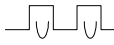
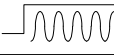
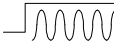
Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один импульс 200±5 	100–150	Один импульс. Посылается в ЗСЛ при новом занятии
НАБОР НОМЕРА	→	Импульс 40–60 Пауза 40–60 	Время распознавания междиффрового интервала 400	Декадные импульсы со скоростью 7–13 импульсов в секунду
РАЗЪЕДИНЕНИЕ	→	Непрерывный 	280–420	Непрерывный сигнал. Передается до обнаружения освобождения, но в течение не менее 550–800 мс. Если освобождение не приходит в течение 20–40 с, непрерывный сигнал разъединения должен быть снят. После этого сигнал "Разъединение" должен передаваться импульсами по 1 с и паузами по 5 мин до обнаружения освобождения
ОТВЕТ (Запрос АОН)	←	Один импульс 200±5 	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 	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 паузы 90–130 мс
ОТБОЙ Б	←	Серии импульсов 200±5 с паузами 100±5 	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) 	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

Таблица 5.2 Сообщения от ПО обработки вызова к процессу OVFR.11

№	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 передачу линейного сигнала по ЗСЛ к АМТС
3	Цифра	Цифра номера вызываемого абонента

Таблица 5.3 Сообщения к ПО обработки вызова от процесса OVFR.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

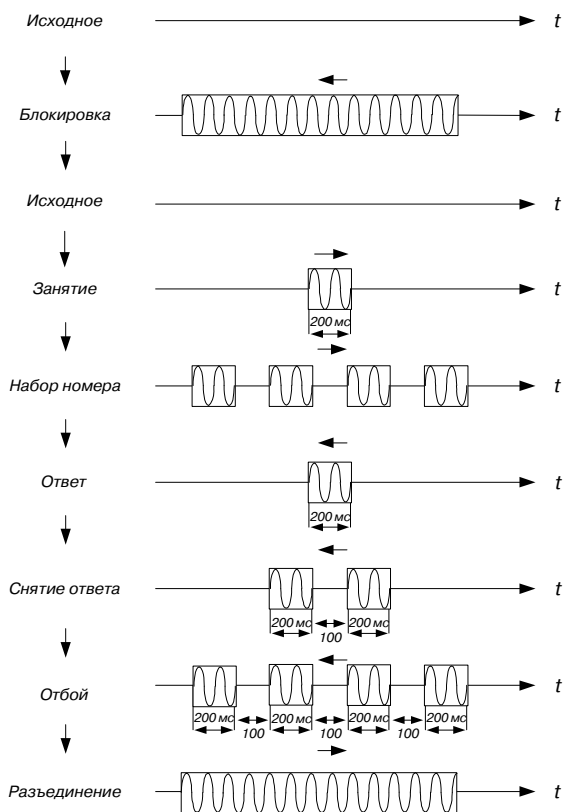


Рис. 5.4 Упрощенная последовательность обработки одночастотной сигнализации по ЗСЛ

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 ± 5 мс), или сообщения от ПО обработки вызова АТС об отбое А (абонент А кладет трубку) или о цифре
S1.02	Ответ/запрос АОН	Разговор или этап запроса АОН
S1.03	Разъединение	Сигнал разъединения передается до обнаружения освобождения. Минимальная длительность 550–850 мс (рекомендуется 700 мс), максимальная - 20–40 с (рекомендуется 20 с). После 20 с сигнал "Разъединение" должен передаваться импульсами длительностью 1 с каждые 5 мин
S1.04	Ожидание перехода в исходное состояние	Сигнал разъединения будет передан после пятиминутного ожидания сигнала "Освобождение"
S1.05	Блокировка	—
S1.10	Трансляция сигнала занятия	От S1.00. Длительность импульса сигнала прямого направления "Занятие" должна быть 200 ± 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 ± 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

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 возможен прием 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.

Процесс OVF R.11 содержит состояния, представленные в табл. 5.4, и следующие таймеры:

T_0 = 10 мин – непродуктивное занятие ЗСЛ;

T_1 = 130 мс – время распознавания импульса;

T_2 = 200 мс – время трансляции импульса занятия;

T_3 = 700 мс – минимальное время передачи сигнала разъединения (550–850 мс);

T_4 = 20 с – максимальное время передачи непрерывного сигнала разъединения;

T_5 = 5 мин – снятие разъединения;

T_6 = 1 с – передача разъединения.

При получении от ПО обработки вызова сообщения о новом вызове в ЗСЛ передается частотный импульс длительностью $T_2=200$ мс, означающий «Занятие», и процесс переходит в предответное состояние.

В предответном состоянии S1.01 специальная процедура выполняет трансляцию цифр номера, набираемого вызывающим абонентом, а процесс остается в том же состоянии. В этом состоянии возможен отбой вызывающего абонента А, что приводит к передаче сигнала «Разъединение». Трансляция сигнала «Разъединение» осуществляется в переходном состоянии S1.12, из которого, после срабатывания таймера $T_3=700$ мс, процесс переходит в состояние разъединения, а затем в течение ближайших 20 с ожидает перехода в исходное состояние.

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

В разговорном состоянии возможны как разъединение при отбое вызывающего абонента А, так и отбой вызываемого абонента Б. При этом сигнал отбоя вызываемого абонента Б передается серией импульсов длительностью 200 ± 5 мс с паузами 100 ± 5 мс. Для анализа ситуации вводятся специальные этапы и счетчик импульсов (РС). Достоверный прием первого импульса должен обеспечиваться в течение 100–150 мс, а каждого из всех следующих импульсов – в течение 180 мс. В книге для фильтрации импульсов принято единое время $T1=130$ мс, а для фильтрация паузы – величина, совпадающая 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.

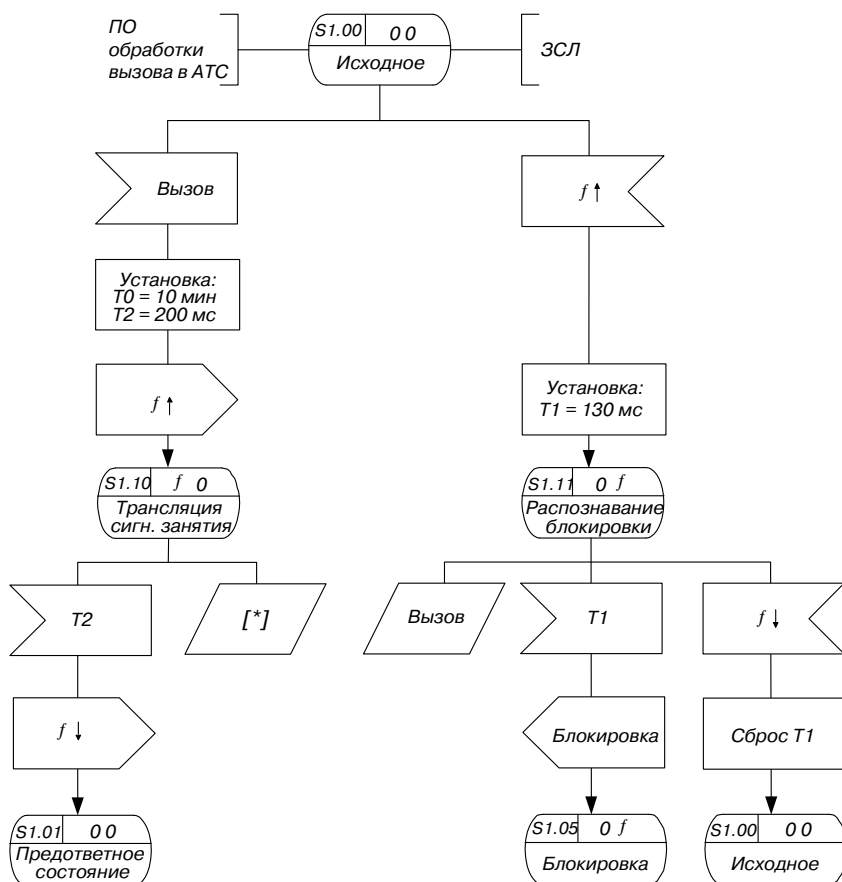


Рис. 5.5 SDL-диаграмма процесса OVR.11 (1 из 4)

В состоянии разъединения S1.03 ожидается срабатывание таймера $T4=20$ с, после чего (если не принят сигнал «Освобождение») процесс переводится в специальный режим передачи сигнала «Разъ-

единение» в виде импульсов длительностью по 1 с и пауз – по 5 мин до приема сигнала «Освобождение». Эта процедура сопровождается попеременной сменой состояний S1.04 ожидания КИС и S1.03 разъединения.

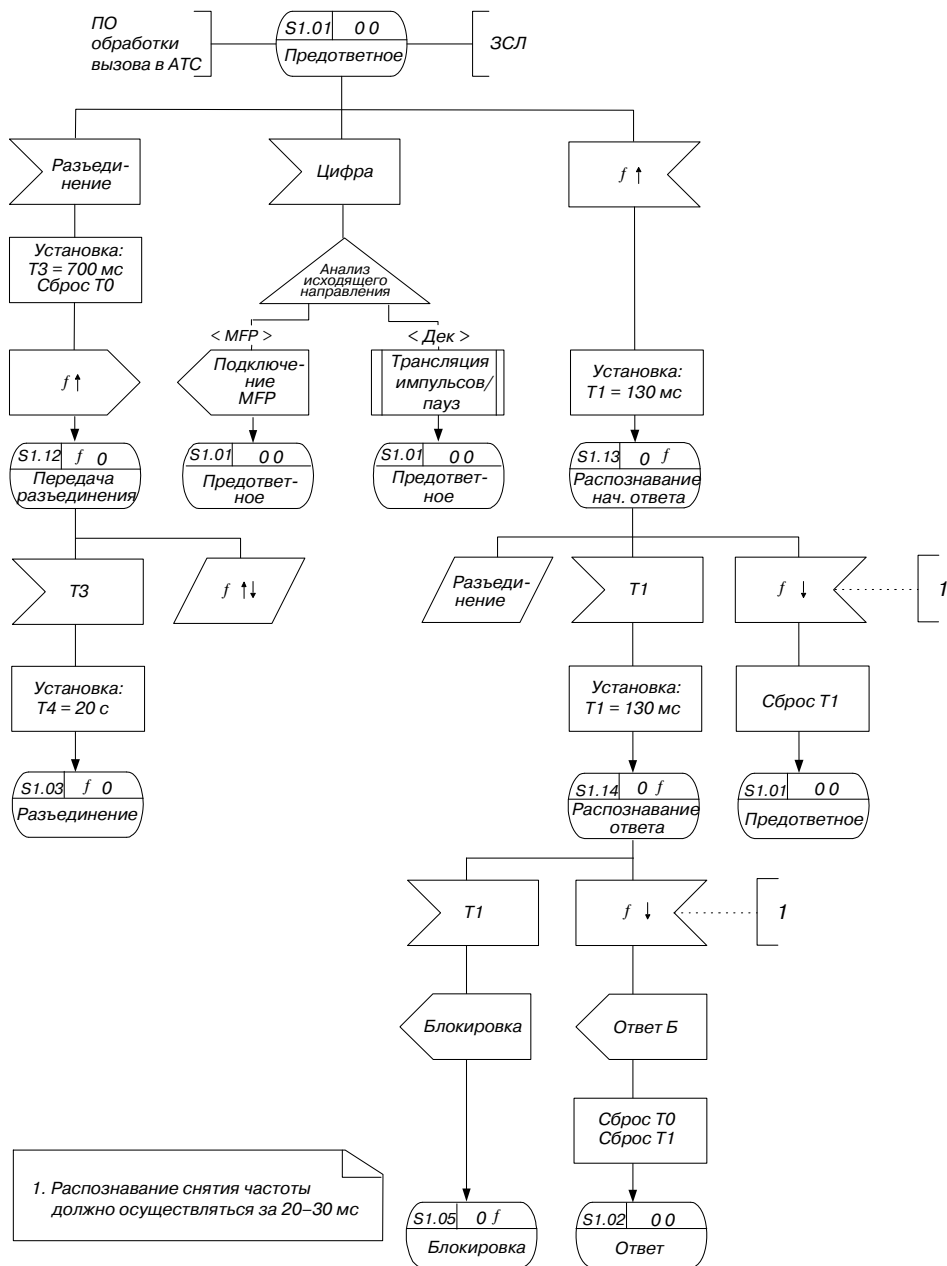


Рис. 5.5 SDL-диаграмма процесса OVF R. 11 (2 из 4)

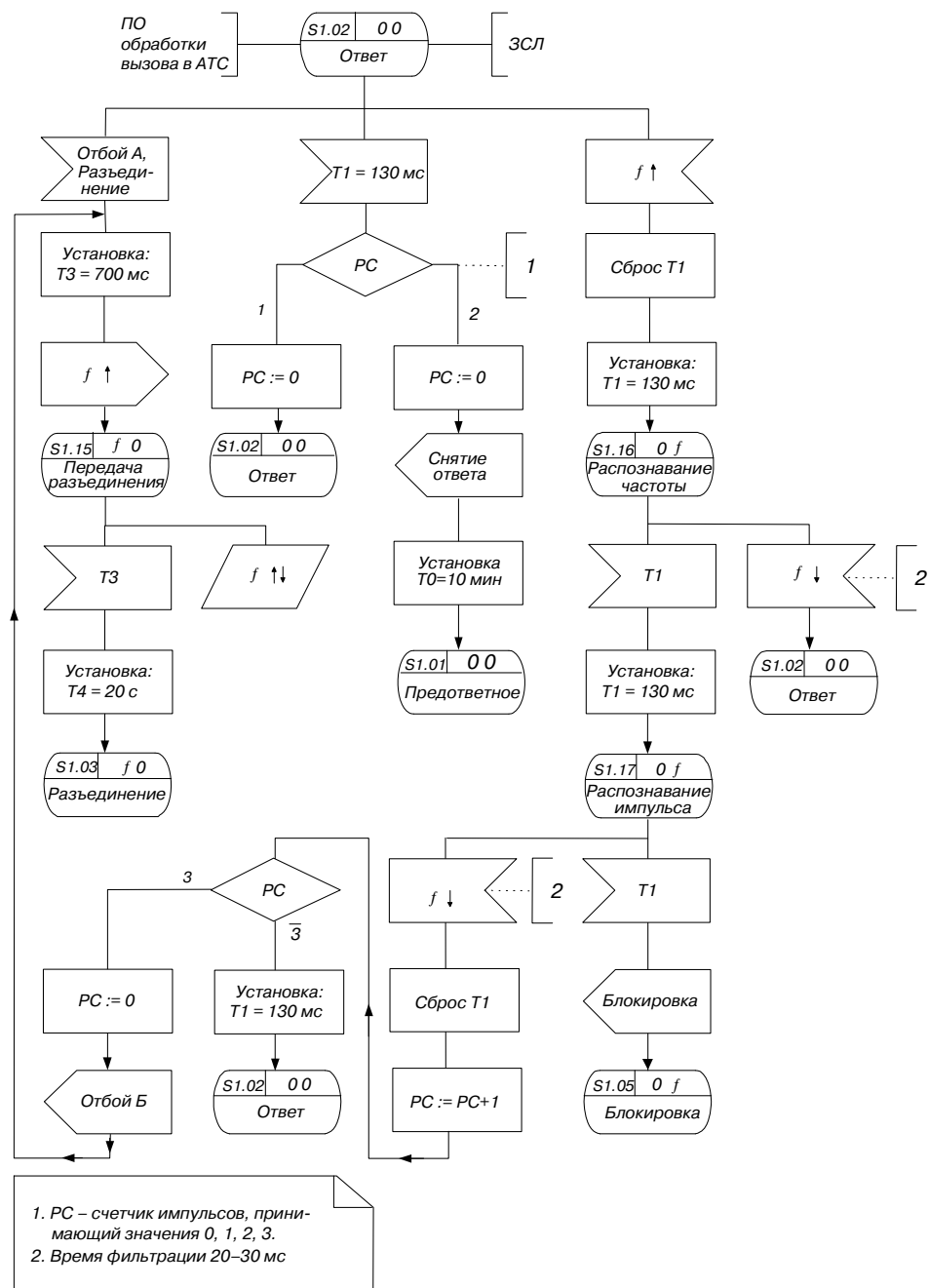


Рис. 5.5 SDL-диаграмма процесса OVFR.11 (3 из 4)

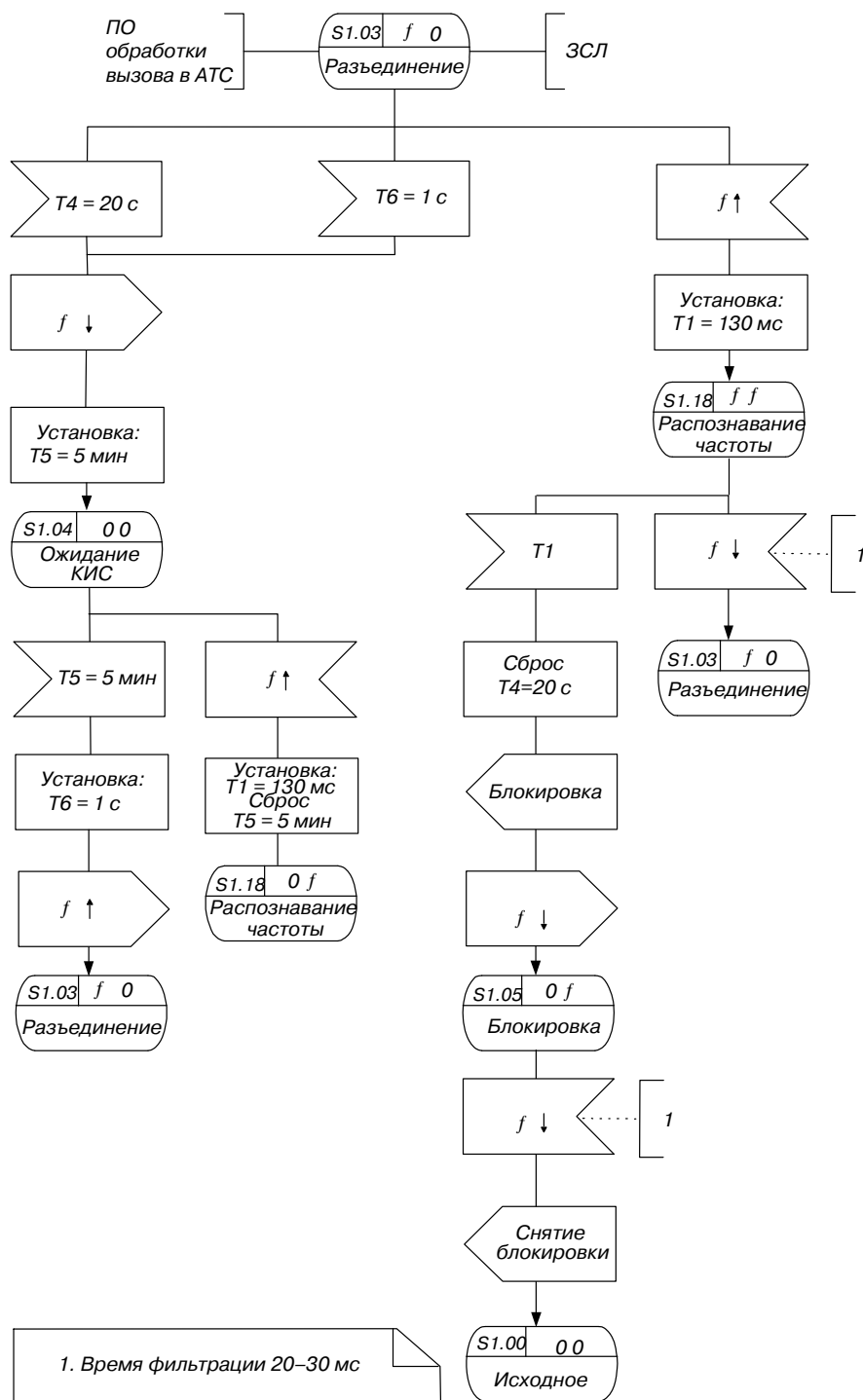


Рис. 5.5 SDL-диаграмма процесса OVF R. 11 (4 из 4)

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 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.

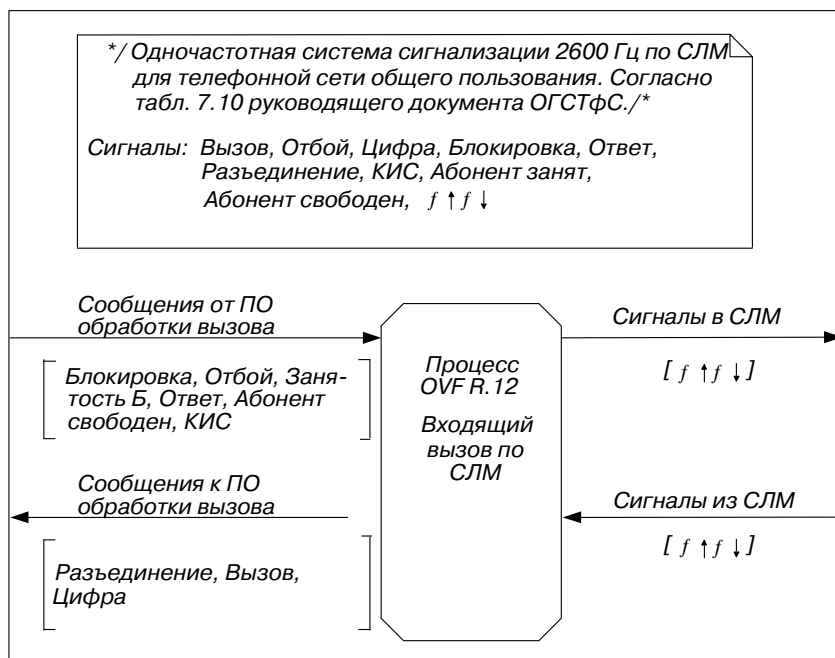


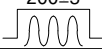
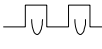
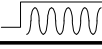
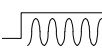
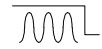
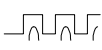
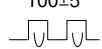
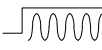
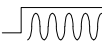
Рис. 5.6 Блок-диаграмма взаимодействия блоков процесса обработки одночастотной сигнализации по СЛМ

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. 5.5–5.7.

Список состояний процесса обработки сигнализации 2600 Гц по СЛМ приведен в табл. 5.8.

Таблица 5.5 Перечень линейных сигналов по СЛМ

Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один импульс 200±5 	100–150	Одиночный импульс. Передается исходящей станцией в СЛМ при переходе от исходного состояния к состоянию занятия. В АМТС-3 длительность этого сигнала составляет 80±6 мс
НАБОР НОМЕРА	→	Импульсы 40–60 Паузы 40–60 	Время распознавания междифрового 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±5 и пауз 100±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 передается до обнаружения освобождения, но не менее 550–850 мс. Если освобождение не приходит 20–40 с, непрерывный сигнал "Разъединения" должен быть снят. После этого сигнал должен передаваться 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±50с паузами 100±5 	Первый имп. 100–150, а следующие импульсы 120–180, пауза 20–30	
Б ЗАНЯТ	←	Два импульса 200±5, пауза 100±5 	Первый импульс 100–150, второй 120–180, пауза 20–30	
ОСВОБОЖДЕНИЕ	←	Непрерывный (<650) 	100–150	Сигнал освобождения должен передаваться до снятия сигнала разъединения
БЛОКИРОВКА	←	Непрерывный 	100–150	Уровень этого сигнала должен быть на 4 дБ ниже уровня остальных сигналов

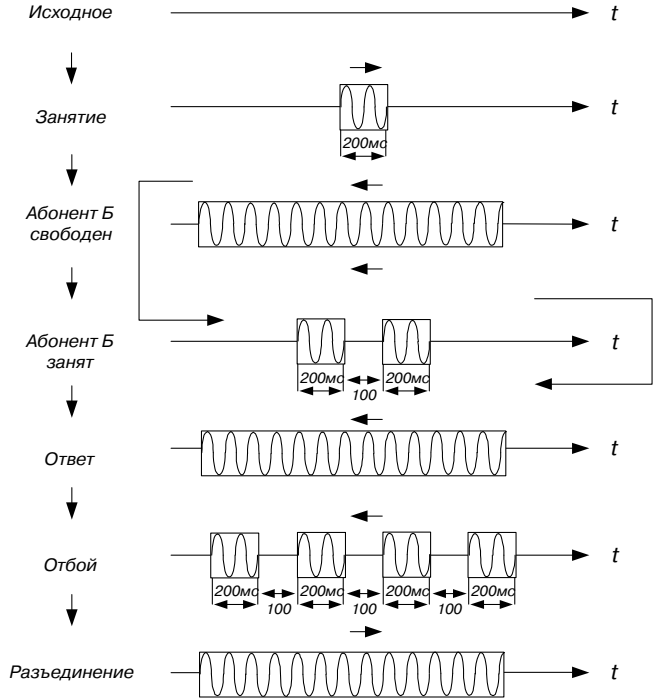


Рис. 5.7 Упрощенная последовательность обработки одночастотной сигнализации по СЛМ

Таблица 5.6 Сообщения от ПО обработки вызова к процессу OVF.R. 12

№	Идентификатор	Примечание
1	Блокировка	Передача по 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 5.7 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 при повторном вызове
6	Исходное состояние	

*Таблица 5.8 Список SDL-состояний процесса
обработки вызовов по СЛМ*

Индекс состоя- ния	Название состояния	Примечание
S2.00	Исходное	Возможен прием 2600 Гц в качестве сигнала занятия по соединительной линии или сообщения о блокировке от ПО обработки вызова
S2.01	Предотвечиваемое	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 ± 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-й импульс "Б занят", 200 мс
S2.13	Б занят 2	Пауза 100 мс
S2.14	Б занят 3	2-й 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

Свободный канал (в исходном состоянии) характеризуется отсутствием в нем сигнала 2600 Гц. В связи с этим техническое состояние соединительной линии при отсутствии входящих вызовов не проверяется, поэтому свободные линии должны периодически тестиро-

ваться с помощью последовательности сигналов «Занятие»/«Освобождение».

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 передается 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 при передаче номера 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 – 2 с.

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

Если вызываемый абонент занят, входящая АТС сообщает об этом путем передачи двух посылок 2600 Гц, имеющих длительность 200 мс, с паузой между ними 100 мс. Если абонент занят междугородным соединением, то, в дополнение к этим двум послылкам, по соединительной линии должен быть также передан акустический сигнал «Занято».

При местной занятости вызываемый абонент, участвующий в 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 потребуется оператору междугородной станции, последний передает сигнал повторного вызова, который также представляет собой серию 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 этот сигнал должен передаваться синхронно с линейным сигналом посылки вызова, т. е. пока по 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 управлять посылками вызова автоматически непосредственно в местной АТС. После того как вызываемый абонент ответит, посылки вызова должны прекратиться независимо от наличия линейного сигнала.

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.

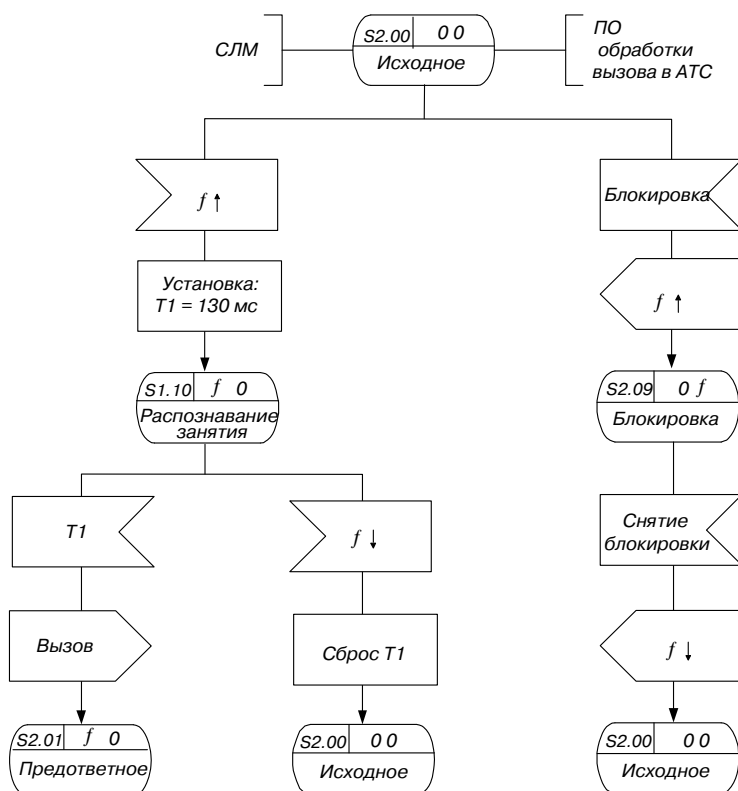


Рис. 5.8 SDL-диаграмма процесса OVF R. 12 (1 из 5)

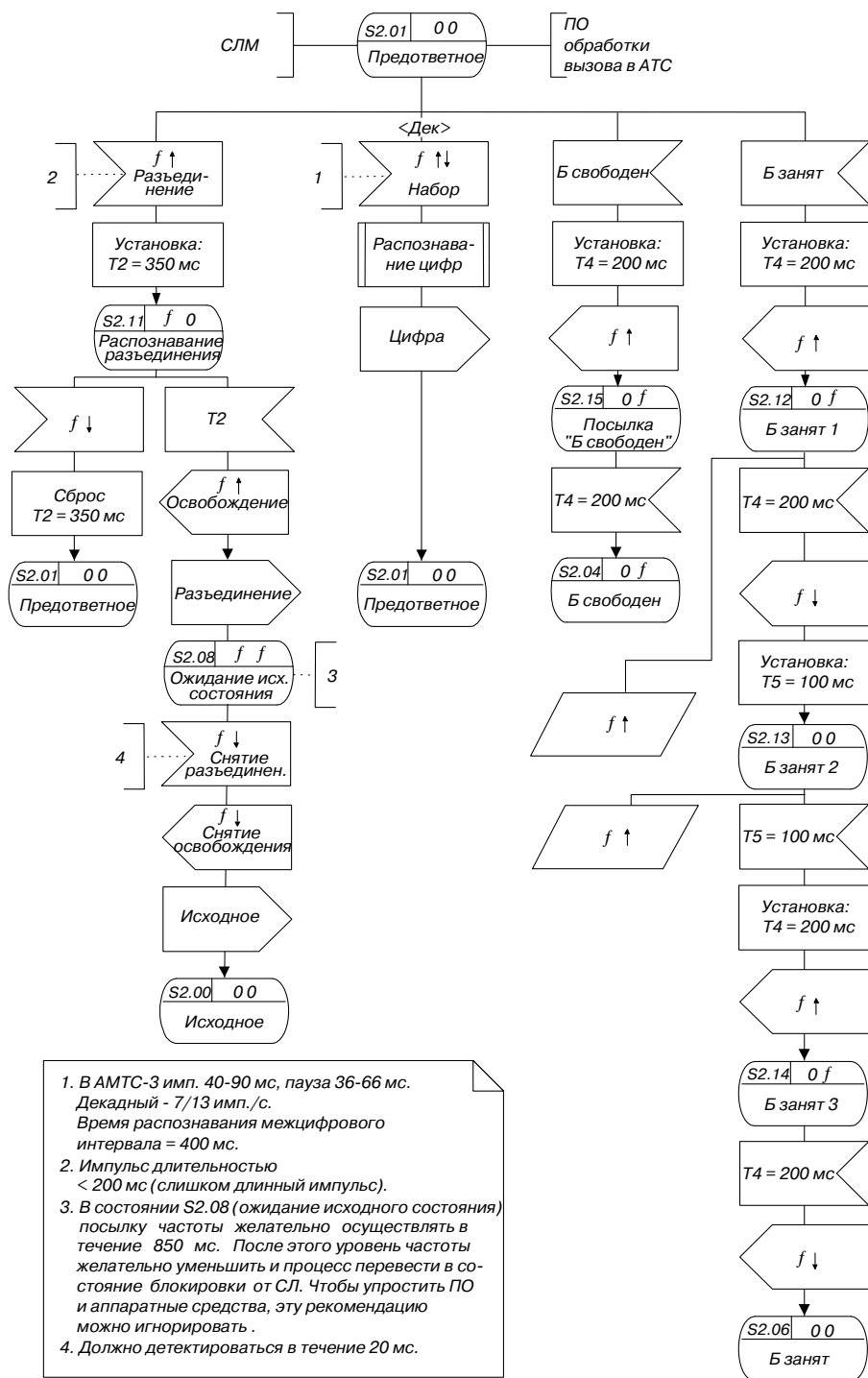


Рис. 5.8 SDL-диаграмма процесса OVR.12 (2 из 5)

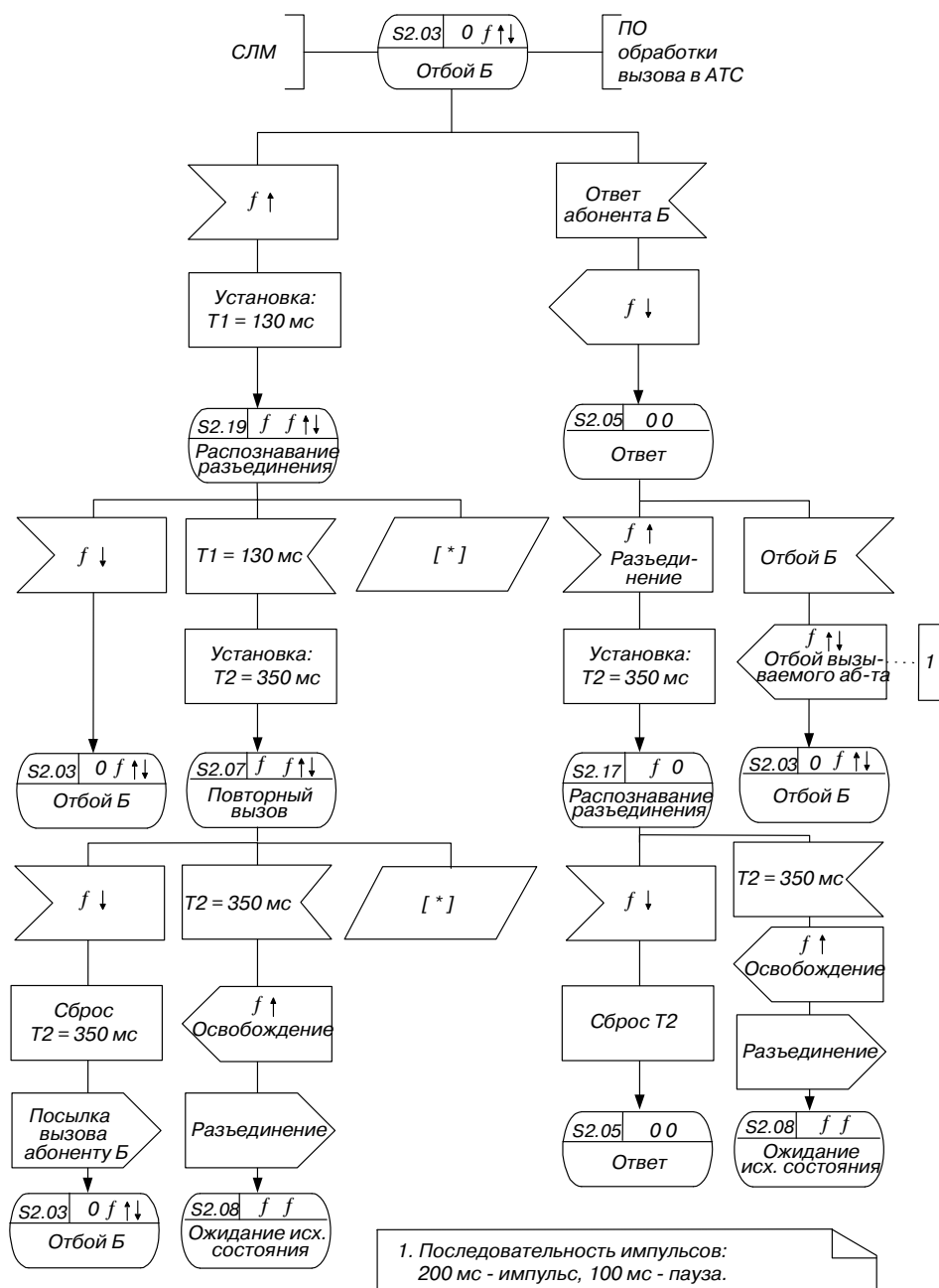


Рис. 5.8 SDL-диаграмма процесса OVF R. 12 (3 из 5)

Процесс содержит следующие таймеры:

$T1 = 120 \text{ мс}$ – время распознавания сигнала «Занятие»,

$T2 = 350 \text{ мс}$ – время распознавания сигнала «Разъединение»,

$T4 = 200$ мс – время посылки сигналов «Б занят» и «Б свободен»,

$T5 = 100$ мс – время паузы сигнала «Б занят».

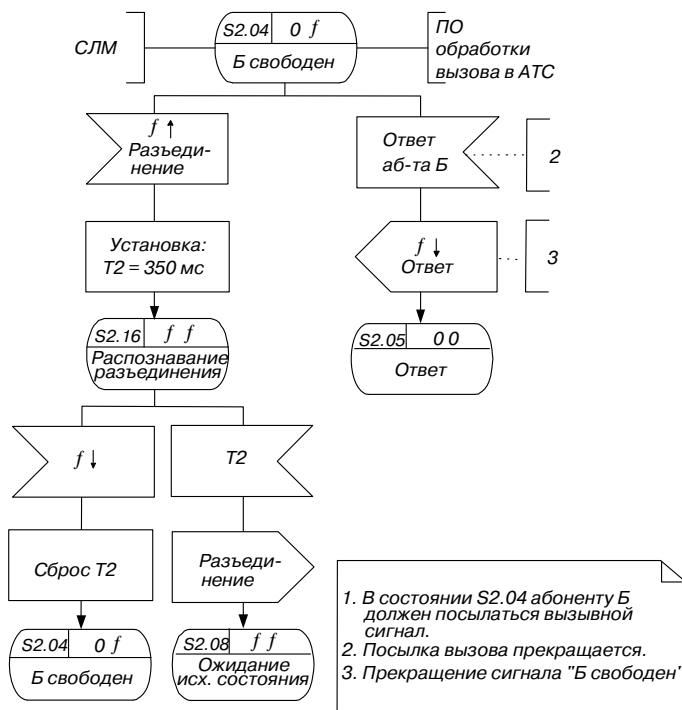


Рис. 5.8 SDL-диаграмма процесса OVF R.12 (4 из 5)

В исходном состоянии возможно получение от ПО обработки вызова местной АТС команды блокировки канала. После этого в канал передается 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 сравнительно редко.

Более частым событием является получение в том же исходном состоянии S2.00 частотной посылки, которая может означать сигнал «Занятие». При появлении частотной посылки запускается таймер $T1 = 130$ мс, и процесс переходит в состояние S2.10 детектирования сигнала «Занятие». В этом состоянии возможны два исхода. Первый исход – снятие частоты 2600 Гц в течение периода $T = 130$ мс, после чего сбрасывается таймер $T1$, и процесс возвращается в исходное состояние. Это означает, что в канале была помеха в виде кратковременного частотного сигнала. Второй исход – это срабатывание таймера 130 мс, что означает прием сигнала «Занятие».

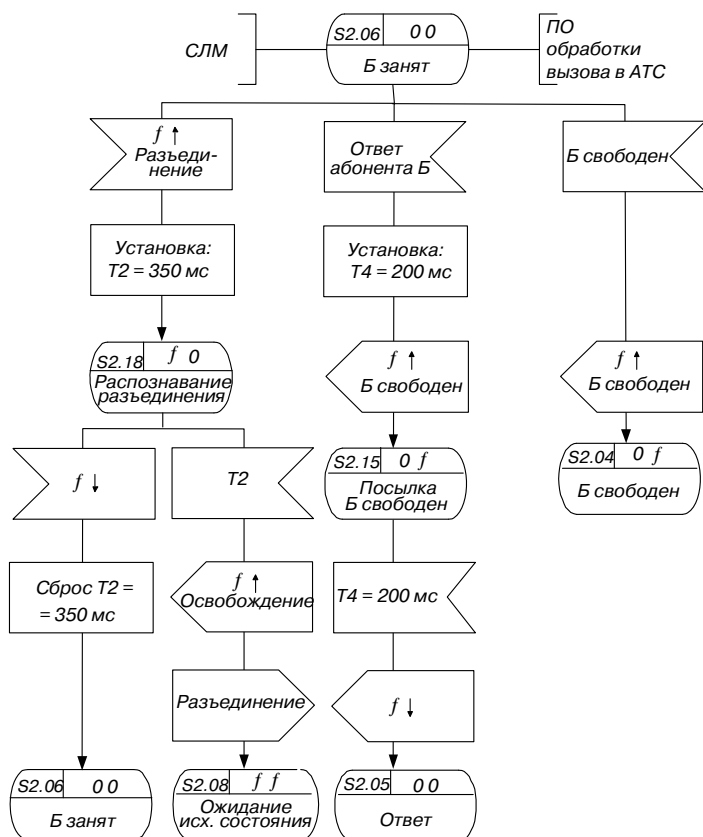


Рис. 5.8 SDL-диаграмма процесса OVF R. 12 (5 из 5)

В последнем случае в программное обеспечение обработки вызова передается сообщение о новом вызове, и процесс переходит в предответное состояние S2.01.

В предответном состоянии производится прием номера вызываемого абонента, причем номер может передаваться либо многочастотным кодом «2 из 6» методом «импульсный челнок», и тогда 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.

Длительность импульсов и пауз составляет 40–60 мс, а межцифровой интервал должен превышать 400 мс. В случае работы с АМТС-3 длительность декадного импульса может составлять 40–90 мс, а паузы – 36–60 мс.

После получения необходимого для ПО обработки вызовов местной АТС количества цифр определяется состояние вызываемого абонента Б и в процесс OVF R. 12 передается сообщение о состоянии вызываемого абонента.

В том случае, если абонент Б свободен, запускается таймер $T4=200$ мс и начинается передача частотного сигнала в канал, а процесс переходит в состояние S2. 15 передачи сигнала «Б свободен». После срабатывания таймера $T4=200$ мс процесс переходит в состояние S2. 04 «Б свободен».

В случае занятости абонента Б устанавливается тот же таймер $T4$, в канал начинается передача частоты 2600 Гц, и процесс переходит в состояние S2. 12 «Б занят 1». При срабатывании таймера $T4=200$ мс частота снимается, устанавливается следующий таймер $T5=100$ мс, а процесс переходит в состояние S2. 13 – вторая фаза передачи сигнала – «Б занят 2». При срабатывании таймера $T5=100$ мс опять устанавливается таймер $T4=200$ мс и вновь передается частота. Процесс переходит в состояние S2. 14 третьей фазы передачи сигнала «Б занят 3». После того, как таймер $T4$ срабатывает, частотная посылка снимается, и процесс переходит в состояние S2. 06 занятости абонента Б.

И, наконец, в предответном состоянии возможно получение частотной посылки длительностью, превышающей длительность импульса, что означает «Разъединение» (отбой абонента А). Время детектирования этого сигнала $T2$ выбрано равным 350 мс; соответственно, при получении частотного сигнала длительностью, большей 200 мс, устанавливается таймер $T2=350$ 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 таймера 350 мс,
- срабатывание таймера: это означает, что сигнал «Разъединение» принят.

В последнем случае передается 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 транслируется до момента ответа вызываемого абонента. Как только принимается сообщение об ответе вызываемого абонента, частота снимается, что начинается передачу сигнала «Ответ», и процесс переходит в разговорное состояние S2.05.

В этом же состоянии «Б свободен» возможно получение со стороны АМТС частотной посылки, время фильтрации которой составляет не менее 350 мс. Для фильтрации сигнала «Разъединение» введено дополнительное состояние S2.16 распознавания разъединения, в котором возможно либо срабатывание таймера $T_2=350$ мс и переход в состояние S2.08 ожидания исходного состояния, либо снятие частоты до срабатывания таймера $T_2=350$ мс, после чего происходит возврат в состояние S2.04 «Б свободен».

После ответа вызываемого абонента процесс переходит в разговорное состояние S2.05, в котором возможно получение сигнала «Разъединение», детектируемого в течение не менее 350 мс. В случае более короткой частотной посылки процесс возвращается в разговорное состояние, а при наличии частоты в течение не менее 350 мс определяется, что это сигнал «Разъединение», в канал передается частотная посылка – сигнал «Освобождение», а процесс переходит в состояние S2.08 ожидания исходного состояния.

Возможно также получение от ПО местной АТС сообщения об отбое абонента Б. В этом случае в канал передается последовательность импульсов длительностью 200 мс с паузой 100 мс, и процесс переходит в состояние S2.03 отбоя абонента Б. В этом состоянии возможно получение по каналу сигнала «Разъединение», детектируемого в течение 350 мс, или более коротких частотных посылок, представляющих сигнал «Повторный вызов».

В последнем случае процесс переходит в состояние S2.07 повторного вызова. В этом состоянии ожидается получение частотных посылок длительностью 200 мс каждая и с паузами 100 мс.

При приеме частотной посылки длительностью, превышающей 200 мс, производится ее дополнительное детектирование в течение $T_2=350$ мс. Частотная посылка определяется как сигнал «Разъединение», и процесс переходит в состояние S2.08.

При получении от ПО обработки вызовов АТС сообщения «Ответ Б», ради которого и производится 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 промежутка времени, а снятие частотной посылки от АМТС может произойти уже непосредственно в разговорном состоянии S2.05.

Состояние S2.06 занятости абонента Б в случае полуавтоматической связи предполагает также 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 вмешательства оператора возможны два случая:

- когда абонент В (третий абонент) первым вешает трубку: в этом случае поступает сообщение «Ответ Б», устанавливается таймер $T_4=200$ мс для передачи импульсного сигнала «Б свободен», и процесс переходит в состояние S2.15 передачи сигнала «Б свободен». После срабатывания таймера T_4 частота снимается, и процесс переходит в состояние ответа S2.05;
- когда вызываемый абонент Б первым кладет трубку: сигнал «Б свободен» передается по СЛМ в виде непрерывного частотного сигнала длительностью не менее 195 мс. 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 получение от АМТС сигнала «Разъединение», время фильтрации которого составляет, как обычно, 350 мс. В случае успешной фильтрации процесс переходит в состояние S2.08 ожидания исходного состояния.

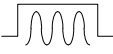
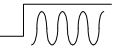
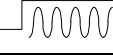
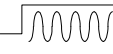
5.4 Одночастотная сигнализация в междугородных и ведомственных телефонных сетях

Рассматриваемый в данной главе метод одночастотной сигнализации 2600 Гц используется также в 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, что обусловлено отсутствием в протоколах процедуры автоматического определения номера вызывающего абонента (АОН) и другими причинами.

В связи с этим рассмотрение протокола сигнализации по междугородным каналам ограничивается информацией, представленной в табл. 5.9. Для читателя, уже проработавшего материал предыдущих разделов данной книги, самостоятельное написание, по аналогии с разделами 5.2 и 5.3, SDL-диаграммы для процесса обработки этого протокола сигнализации не составит большого труда.

По соединительным линиям ведомственных телефонных сетей также передаются сигналы управления, линейные и акустические сигналы. Сигналы управления передаются декадным способом током тональной частоты или многочастотным кодом. Линейные сигналы кодируются по длительности.

**Таблица 5.9 Сигнальные коды одночастотной
сигнализации 2600 Гц по междугородной сети**

Сигнал	Направ- ление	Длитель- ность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один импульс 200±5 	100–150	Однократный импульс. Посылается в канал при новом занятии. В координатных станциях ARM-20 (АМТС-5) длительность импульса 170–260 мс
РАЗЪЕДИ- НЕНИЕ	→	Непрерыв- ный. Минималь- ная длитель- ность 550–850 	280–420	Непрерывный сигнал. Передается до обнаружения освобождения, но не менее 550–850 мс. Если освобождение за 20–40 с не приходит, непрерывный сигнал "Разъединение" должен быть снят. После этого сигнал "Разъединение" должен передаваться импульсами по 1 с и с паузами по 5 мин до обнаружения освобождения
ПОВТОР- НЫЙ ВЫЗОВ (СБРОС)	→	Серия импульсов 200±5 и пауз 100±5	Импульс 120–180 Пауза 20–30	Этот сигнал может быть передан, когда абонент Б положит трубку после разговора (состояние после ответа) в случае полуавтоматической связи
Б-СВОБО- ДЕН	←	Непрерыв- ный. Минимум 195	100–150	Непрерывно до ответа абонента Б, но не меньше 195 мс
ОТВЕТ	←	Снятие сигнала "Б свобо- ден"	–	Задний фронт импульса "Б свободен"
ОТБОЙ Б	←	Серия импульсов 200±5 с паузами 100±5 	Импульс 100–150. Пауза 20–30	
ПОВТОР- НЫЙ ОТВЕТ	←	Снятие импульсов		Прекращение сигнала отбоя
Б ЗАНЯТ	←	Два импульса 200±5 с паузой 100±5	100–150	
ОСВО- БОЖДЕ- НИЕ	←	Непрерыв- ный 		Распознается после передачи сигнала разъединения в течение 550–850 мс
БЛОКИ- РОВКА	←	Непрерыв- ный 		Уровень этого сигнала должен быть на 3 дБ ниже уровня остальных сигналов

Сигнальная частота для стандартных каналов ведомственных сетей также выбирается в полосе от 2000 до 3000 Гц. В 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 эхоагратителей.

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».

В табл. 5.10 приведены сигнальные коды одночастотной сигнализации частотой 2600 Гц в ведомственных сетях, а в табл. 5.11 показаны сигналы (линейные и акустические) и последовательность их передачи по каналам ведомственной сети при успешном вызове (декадный способ передачи номера). Если вызываемый абонент занят другим соединением, то на четвертом этапе соединения с входящей стороны будет передаваться акустический сигнал «Занято». На следующем этапе в исходящем направлении будет передан сигнал «Разъединение». Передача сигнала длительностью более 800 мс хотя бы с одного конца канала обеспечивает освобождение канала и комплектов дальнего набора.

Таблица 5.10 Сигнальные коды одночастотной сигнализации 2600 Гц по ведомственным сетям

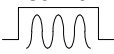
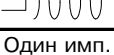
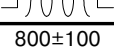
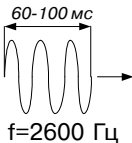
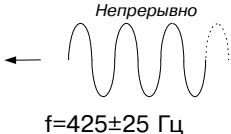
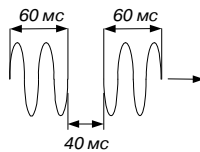
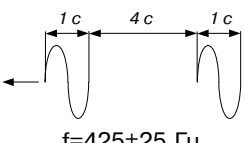
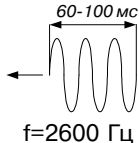
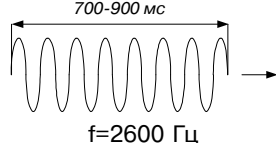
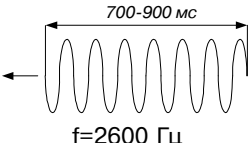
Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	→	Один имп. 80±20 	40	Однократный импульс
НАБОР НОМЕРА	→	Имп. 60, пауза 40 	25	
РАЗЪЕДИ- НЕНИЕ	→	800±100 	>600	Распознавание свыше 600 мс
ОТВЕТ	←	Один имп. 80±20 	40	
ОТБОЙ	←	800±100 	>600	Распознавание свыше 600 мс

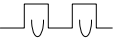
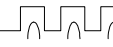
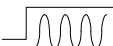
Таблица 5.11 Последовательность линейных и акустических сигналов одночастотной системы сигнализации 2600 Гц по каналам ведомственной сети при успешном установлении соединения

Сигнал		Направление передачи и форма сигналов	
		Исходящее	Входящее
1. Занятие канала		 60-100 мс f=2600 Гц	
2. Ответ станции			 Непрерывно f=425±25 Гц
3. Набор номера		 60 мс 60 мс 40 мс f=2600 Гц	
4. Контроль посылки вызова			 1 с 4 с 1 с f=425±25 Гц
5. Ответ абонента			 60-100 мс f=2600 Гц
6. Отбой	со стороны вызывающего абонента	 700-900 мс f=2600 Гц	
	со стороны вызываемого абонента		 700-900 мс f=2600 Гц

5.5 Одночастотная сигнализация 2100 или 1600 Гц для полуавтоматической зонавой связи

Протокол одночастотной сигнализации частотой 2100 или 1600 Гц для полуавтоматической зонавой 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 в себя линейные сигналы, передаваемые только в прямом направлении (от исходящего конца) и представленные в табл. 5. 12.

Таблица 5. 12 Сигнальные коды одночастотной системы сигнализации для полуавтоматической внутризоновой 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. 13, что исключает возможность автоматического управления коммутацией на исходящем конце, так как акустические сигналы для этого не пригодны. Линейный сигнал «Отбой» здесь передается только при отбое вызывающего абонента, а набор номера осуществляется только декадным способом.

Сценарии обмена сигналами по протоколу одночастотной сигнализации для полуавтоматической зоновой связи приведены на рис. 5.9, а внешний вид одного из наиболее распространенных коммутаторов типа МРУ– на рис. 5.10.

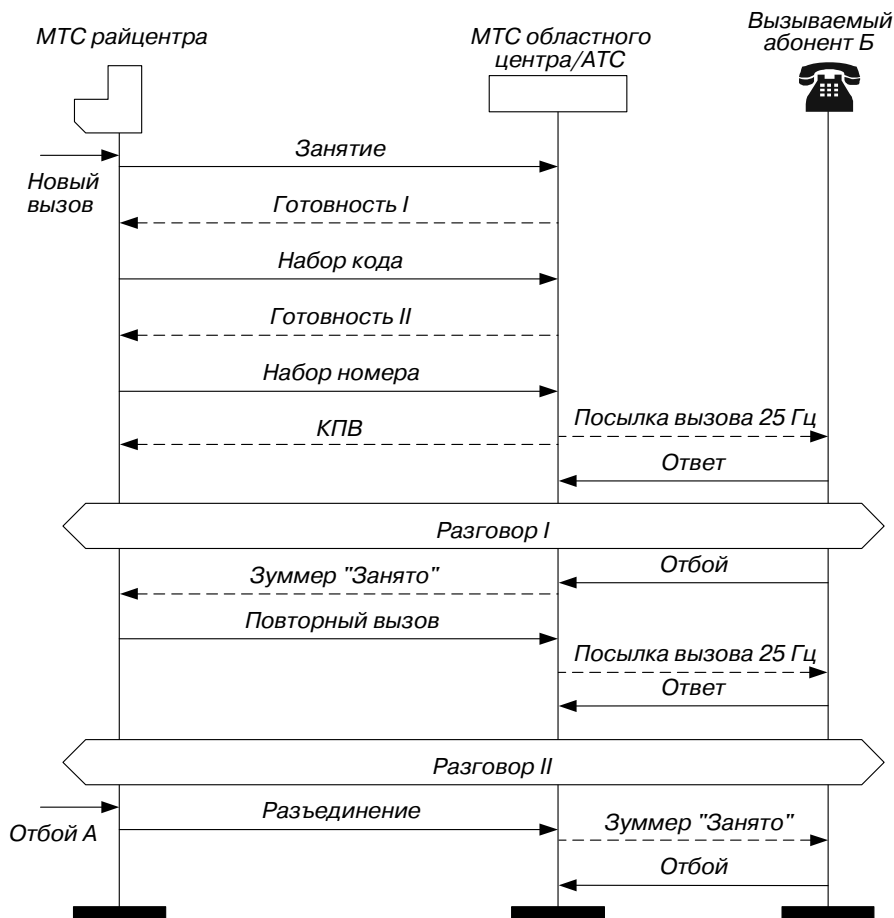


Рис. 5.9 Сценарии обмена сигналами при одночастотной сигнализации для зоновой связи:
а) абонент свободен, отбой вызываемого абонента, повторный вызов, отбой вызывающего абонента

При установлении соединения с абонентом городской АТС областного центра телефонистка МТС районцентра вставляет штепсель в гнездо междугородного коммутатора, соответствующее свободному каналу. Из исходящего комплекта тонального набора (ИКТНУ) во входящий комплект тонального набора (ВКТНУ) передается сигнал «Занятие». После его успешного детектирования в течение 100–150 мс и соответствующей подготовки ВКТНУ посылает акустический

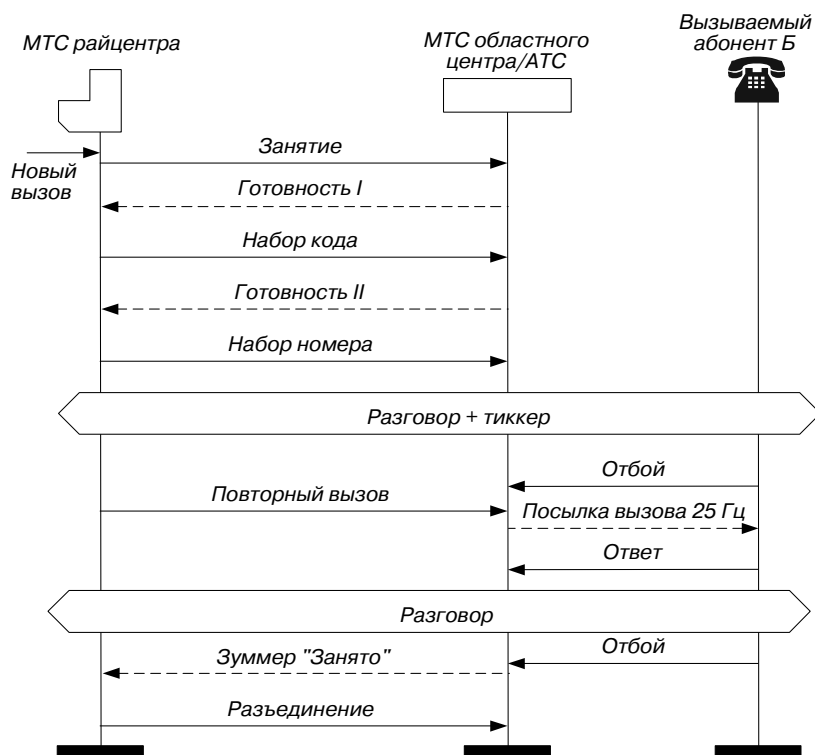


Рис. 5.9 Сценарии обмена сигналами при одночастотной сигнализации для зоновой связи:
б) абонент Б занят местным соединением

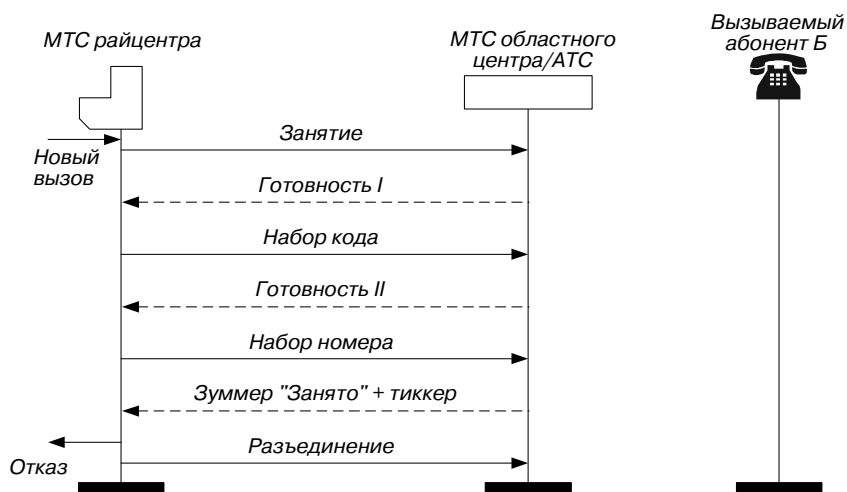
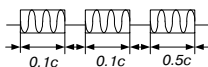
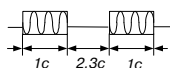
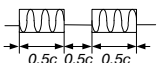
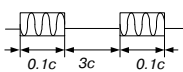


Рис. 5.9 Сценарии обмена сигналами при одночастотной сигнализации для зоновой связи:
в) абонент Б занят междугородным разговором или недоступен

сигнал готовности к приему импульсов набора междугородного кода. После набора телефонисткой МТС междугородного кода, выбора направления к городской АТС и занятия ее приборов подается второй акустический сигнал готовности к приему номера. Телефонистка МТС райцентра, услышав этот зуммерный сигнал, набирает городской номер абонента Б.

Таблица 5.13 Акустические сигналы для полуавтоматической зоновой связи

Сигнал	Частота, Гц	Форма	Примечания
ГОТОВНОСТЬ	425±25	Непрерывный	Готовность к приему междугородного кода и номера абонента Б
ЗАПРОС ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА	425±25		Передается при установлении на входящей станции соединения с каналом ручного обслуживания, требует от телефонистки исходящей МТС посылки вызова
КОНТРОЛЬ ПОСЫЛКИ ВЫЗОВА (КПВ)	425±25		Передается до ответа абонента Б
ЗАНЯТО	425±25		Абонент Б занят другим междугородным соединением и при отсутствии свободных каналов (совместно с тиккером); при отбое абонента Б
ТИККЕР			Передается периодически каждые 3-4 с на фоне разговора при местной занятости

Если линия вызываемого абонента Б свободна, ему от городской АТС передается вызывной сигнал, о чем сообщается по разговорным проводам в ВКТНУ, а оттуда, 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 передается акустический сигнал «Занято». При необходимости телефонистка райцентра может нажатием ключа посылки вызова 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 междугородно-

го коммутатора. При этом из ИКТНУ в ВКТНУ и далее в городскую АТС транслируется линейный сигнал «Разъединение», и все приборы приводятся в исходное состояние.

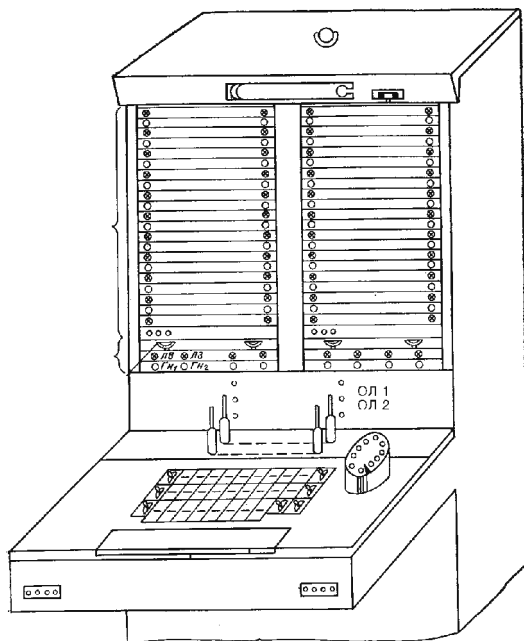


Рис. 5.10 Внешний вид междугородного коммутатора МРУ

Если вызываемый абонент Б занят местным разговором, то по входящей междугородной линии СЛМ телефонистка райцентра подключается к разговору (как это описано, например, в разделах 3.3, 4.3 или 5.3 и о чем будет сказано в главе 8). После уведомления занятого абонента Б о 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 междугородным разговором (сценарий на рис. 5.9 в), то телефонистке, на фоне зуммерного сигнала занятости от АТС абонента Б, из ВКТНУ передается тиккерный сигнал. В этом случае телефонистка райцентра вынимает штепсель из гнезда коммутатора, производя тем самым разъединение.

5.6 Двухчастотная сигнализация 1200 и 1600 Гц

Протокол двухчастотной сигнализации для междугородной телефонной сети использует три вида сигналов, составленных из сигнальных токов с частотами 1200 и 1600 Гц и передаваемых по каналу в прямом и обратном направлениях.

Отличие этого протокола от описанных в предыдущих разделах данной главы протоколов, в которых значение сигнала определяется его длительностью, состоит в том, что в двухчастотной системе сигнализации 1200/1600 Гц все сигналы, кроме импульсного декадного набора номера, имеют нерегламентированную длительность. Эти сигналы дополняются акустическими информационными зуммерными сигналами и фразами автоинформаторов «Ждите», «Наберите номер» и т. п.

Основные сигналы двухчастотной системы сигнализации для оконечного соединения приведены в табл. 5.14, 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 от ПО обработки вызова АТС сообщения о новом вызове в канал передается частотная посылка 1600 Гц, соответствующая сигналу «Занятие». При этом запускается таймер $T1=20$ с ожидания сигнала «Готовность к приему кода», и процесс переходит в состояние ожидания готовности к приему кода S10. В этом состоянии по каналу передается частота 1600 Гц, а в ответ 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 в ПО обработки вызова АТС передается сообщение 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 таймер $T1=20$ 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 таймер $T1$, в канал передается сигнал «Разъединение», а процесс переходит в состояние ожидания освобождения S07. То же происходит, если по каким-то причинам в течение 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 производится импульсами 50 ± 3 мс на частоте 1200 Гц. Интервалы между цифрами А, В и С должны быть не менее 600 мс.

В состоянии трансляции кода возможно получение от ПО обработки вызова АТС команды «Разъединение», по которой производится стандартная процедура разъединения, т. е. передача двухчастотной посылки в канал и ожидание сигнала освобождения в состоянии S07.

Таблица 5.14 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 приема АВС кода и выбора свободного канала
ГОТОВНОСТЬ К ПРИЕМУ КОДА	←	1200/ 1600	До прекращения занятия	85–130	Кратковременный сигнал длительностью 200–500 мс. Называется ГПК – "Готовность к приему кода". По окончании двухчастотного сигнала передается непрерывный зуммер до начала набора кода
ГОТОВНОСТЬ К ПРИЕМУ НОМЕРА	←	1200/ 1600	≥500	50–100	Кратковременный сигнал длительностью до 500 мс. Называется ГПН – "Готовность к приему номера". По окончании двухчастотного сигнала передается механический голос "Набирайте номер" до начала передачи номера
ПЕРЕДАЧА НОМЕРА (код АВС или 1, номер абонента)	→	1200	Импульс 50±3 Пауза 50±3 Интервал 600	20 250	АВС код передается после получения ГПК. Номер абонента Б передается после получения сигнала ГПН. Допускается длительность последнего импульса в серии 90–120 мс
РАЗЪЕДИНЕНИЕ (Отбой А)	→	1200/ 1600	До получения освобождения	500–700	Передается 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	Передается, пока телефонистка нажимает вызывной ключ
АБОНЕНТ СВОБОДЕН	←	1200/ 1600	До ответа	50–100	Передается до обнаружения ответа абонента или телефонистки, но 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 соединением или зуммер "Занято" в случае занятости междугородным соединением
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 разъединения	100–170	Сигнал "Освобождение" должен передаваться до снятия сигнала разъединения
БЛОКИРОВКА	←	1200	Непрерывный	60–100	—

В этом же состоянии S01 после окончания трансляции кода возможен прием по каналу двухчастотной посылки, соответствующей линейному 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.

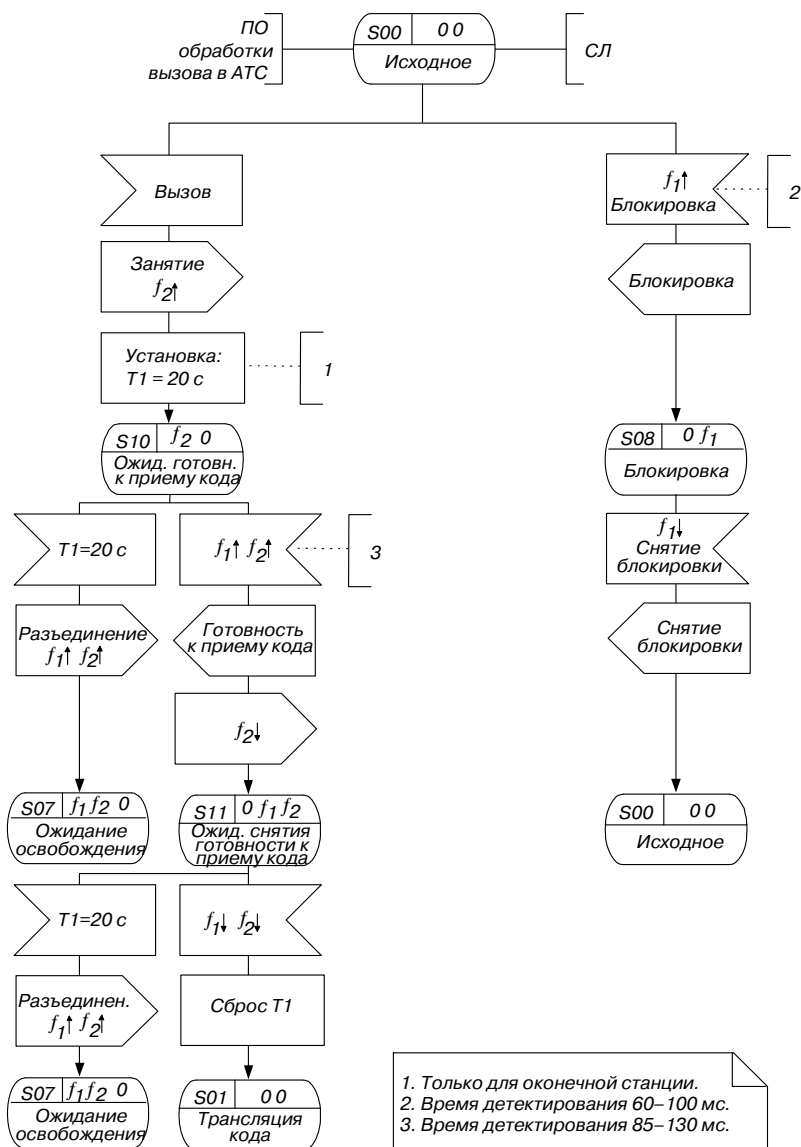


Рис. 5.11 SDL-диаграмма процесса TVF R.21 обработки двухчастотной сигнализации для исходящего вызова (1 из 3)

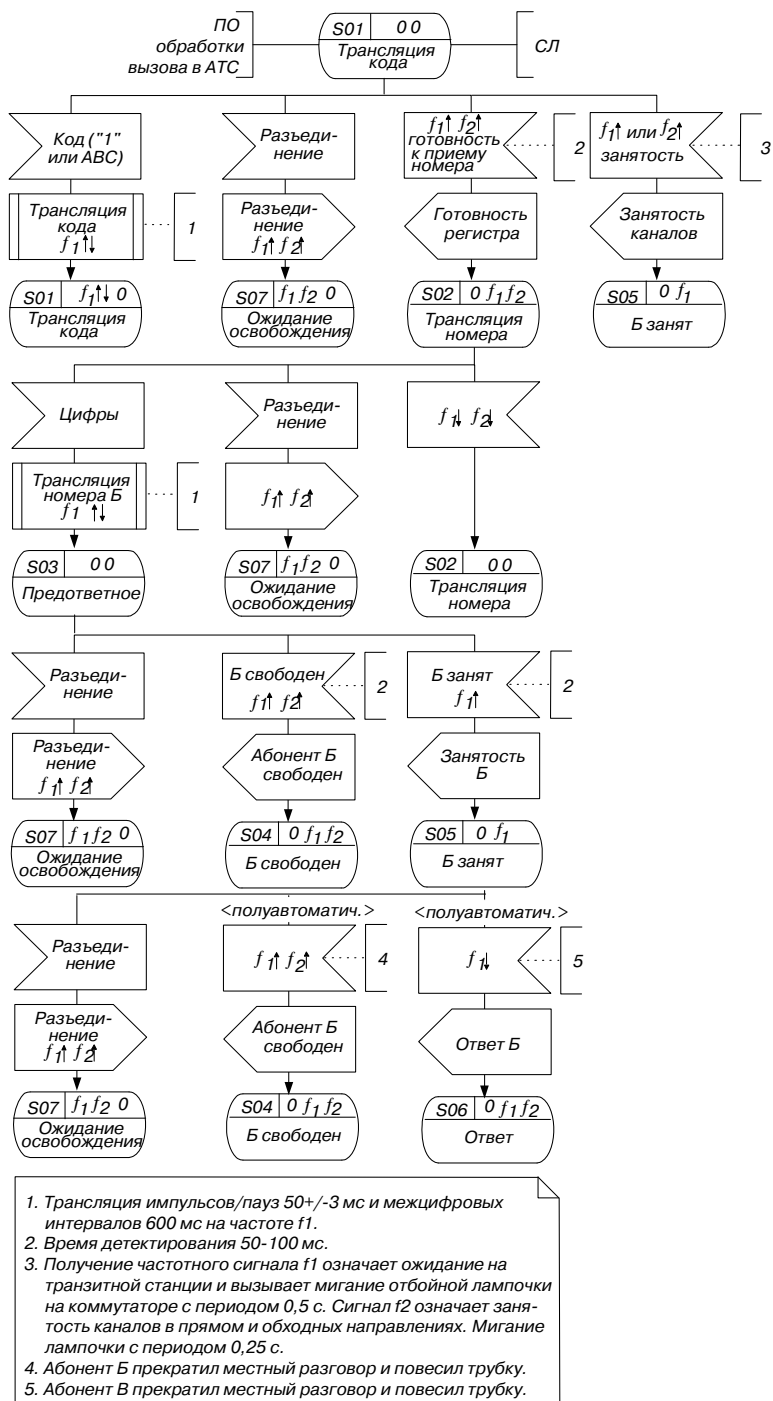


Рис. 5.11 SDL-диаграмма процесса TVF R.21 обработки двухчастотной сигнализации для исходящего вызова (2 из 3)

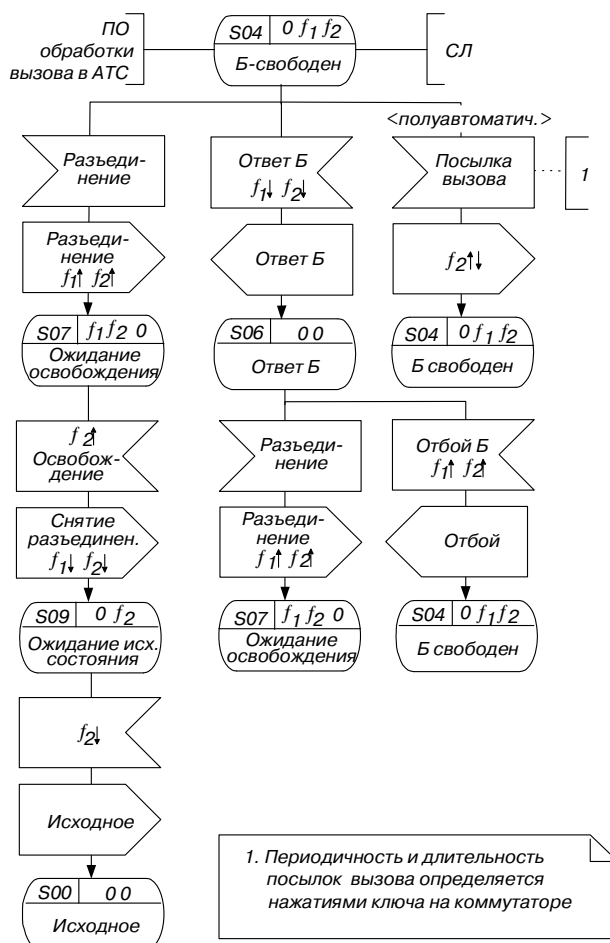


Рис. 5.11 SDL-диаграмма процесса TVF R.21 обработки двухчастотной сигнализации для исходящего вызова (3 из 3)

Передача цифр номера вызываемого абонента ведется в состоянии трансляции цифр номера S02.

При трансляции кода в случае полуавтоматической связи возможно получение одной из частот 1200 или 1600 Гц, что свидетельствует о некоторых проблемах, связанных с занятостью приборов в нужном направлении.

В случае, если на транзитной АТС вызов устанавливается на ожидание, передается частота 1200 Гц, прием которой вызывает мигание отбойной лампочки (ОЛ) на коммутаторе телефонного оператора (см. рис. 5.10) с периодом 1 с (включение 0,5 с и выключение 0,5 с).

Получение частотного сигнала 1600 Гц означает отсутствие свободных каналов в заданном направлении на транзитной АТС и 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 приему номера», что не изменяет состояние процесса.

В состоянии S02 трансляции номера от ПО исходящей АТС передается сообщение о цифрах номера и выполняется процедура трансляции с теми же временными параметрами, что и при трансляции кода.

В этом же состоянии возможно получение от ПО обработки вызова АТС команды «Разъединение», что вызывает переход в состояние S07 ожидания освобождения. Более удачным исходом в данном состоянии является успешное завершение трансляции цифр номера вызываемого абонента Б и переход в предответное состояние S03.

В предответном состоянии S03 возможно получение 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, что соответствует 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 получении 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, происходит подключение оператора к абоненту Б, занятому 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 прекратит местный разговор и повесит 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 от ПО АТС сообщения «Разъединение», что влечет за собой передачу в канал двухчастотной посылки и переход в состояние S07 ожидания ос-

вобождения, либо прием по каналу двухчастотной посылки, 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 получение частотной посылки 1600 Гц, соответствующей сигналу «Освобождение», после чего снимается двухчастотная посылка 1200/1600 Гц сигнала «Разъединение», а процесс переходит в состояние S09 ожидания исходного состояния. Исходное состояние S00 наступает после снятия частотной посылки 1600 Гц, т. е. сигнала «Освобождение».

В состоянии S00 возможно также получение непрерывной частоты 1200 Гц, соответствующей блокировке канала, которая детектируется в течение 60–100 мс, что переводит процесс в состояние блокировки S08. После снятия частоты 1200 Гц процесс возвращается в исходное состояние S00.

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, что 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 в этих сценариях показаны состояния отбойной лампы на междугородном коммутаторе исходящей станции (см. рис. 5.10). Заштрихованный кружок означает включенную отбойную лампочку (ОЛ), а наполовину заштрихованный кружок соответствует мигающей лампочке. Частотные сигналы обозначаются: $f_1=1200$ Гц, $f_2=1600$ 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 зажимаются исходящий комплект ИКТН и междугородный канал.

В канал передается сигнал «Занятие» частотой 1600 Гц.

От входящей АТС в течение 500 мс передается 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». Телефонистка набирает код зоны, а в случае окончательного соединения – единицу. При этом надо учитывать, что код зоны и абонентский номер не могут быть набраны непосредственно друг за другом, так как в течение интервала

между последней цифрой кода и первой цифрой номера оборудования входящей АТС может не успеть завершить установление соединения в заданном направлении.

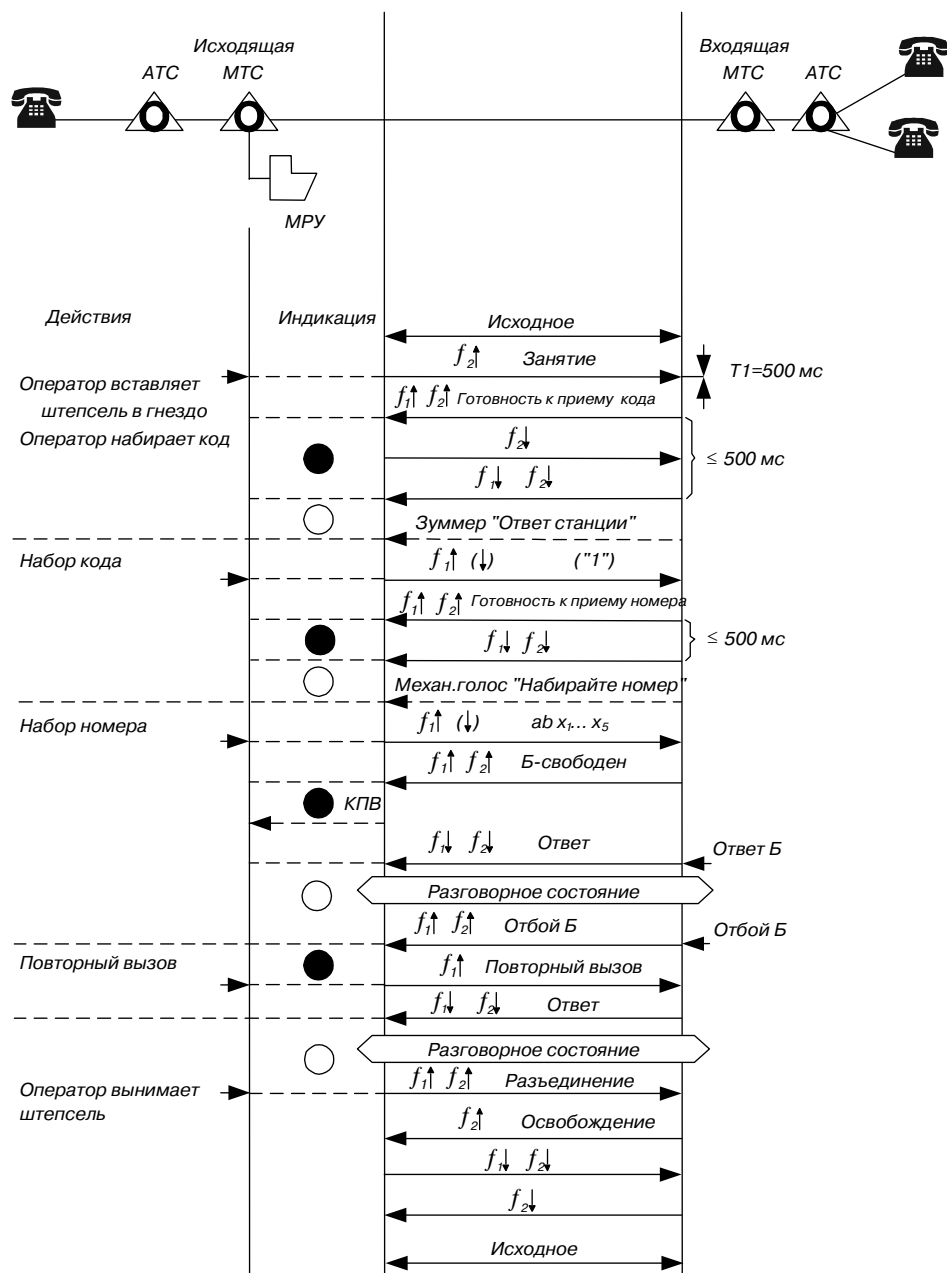


Рис. 5.12 Сценарий исходящего вызова для двухчастотного протокола 1200/1600 Гц, полуавтоматическая связь
а) Б свободен, повторный вызов

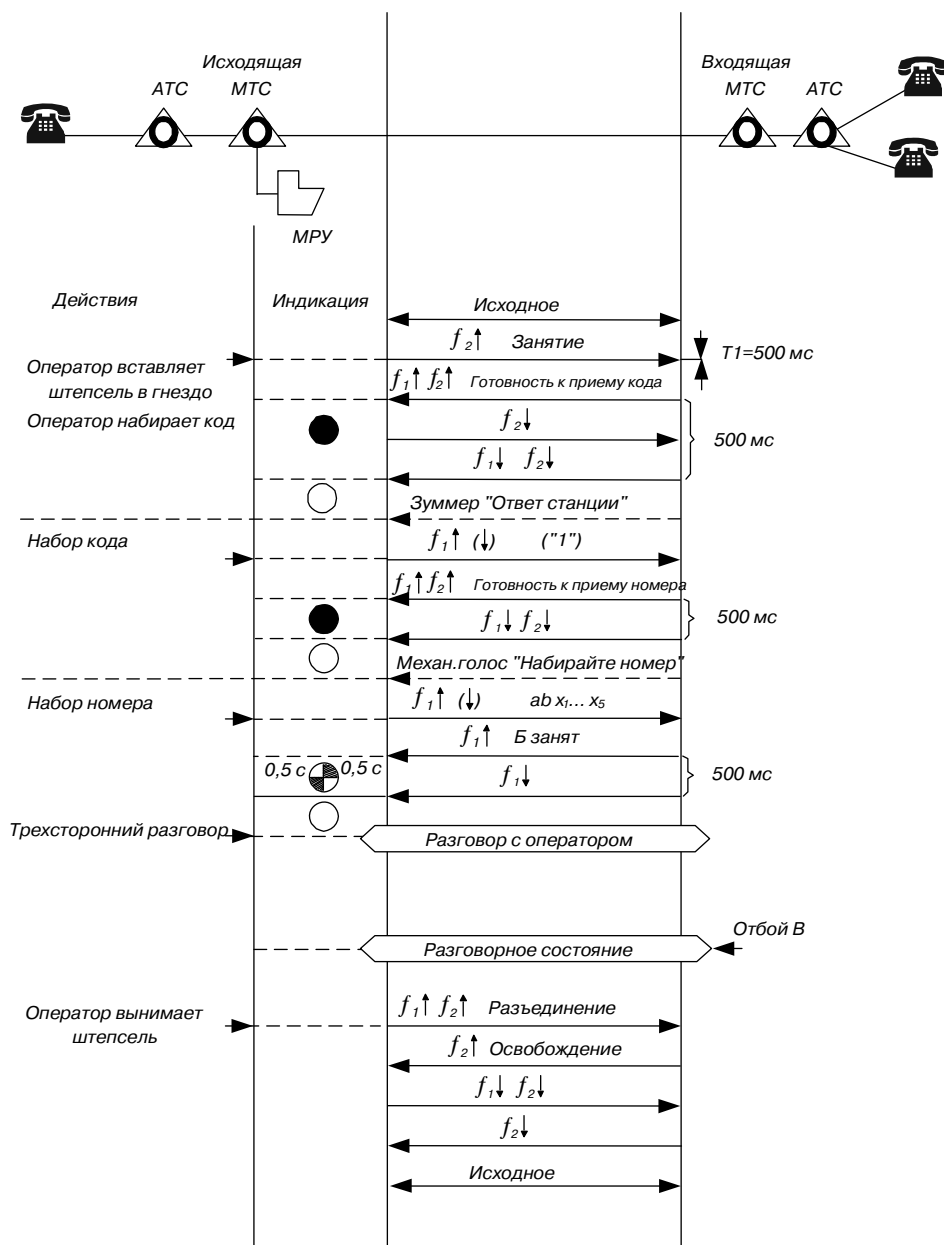


Рис. 5.12 Сценарий исходящего вызова для двухчастотного протокола 1200/1600 Гц, полуавтоматическая связь
б) абонент Б занят местным соединением

Таким образом, после акустического сигнала «Ответ станции» и визуального сигнала «Лампочка погасла» телефонистка набирает цифры междугородного кода. Сигналы набора передаются по кана-

лу частотой 1200 Гц с длительностью импульсов и пауз 50 ± 3 мс. После набора кода поступает линейный сигнал «Готовность к приему номера», предлагающий набрать номер вызываемого абонента Б. Этот двухчастотный сигнал снова зажигает ОЛ. Кроме того, по окончании сигнала передается акустический сигнал – «механический голос», который периодически повторяет фразу «Набирайте номер».

Сигналы набора номера также передаются частотными посылками 1200 Гц с длительностью импульсов и пауз 50 ± 3 мс и с междиффровыми интервалами не менее 600 мс.

После завершения набора номера, согласно сценарию, поступает сигнал «Абонент Б свободен». Этот сигнал непрерывен и длится до ответа абонента Б. Одновременно вызываемому абоненту передается сигнал вызова частотой 25 Гц, а телефонистке из приборов исходящей МТС – зуммерный сигнал «Контроль посылки вызова» (КПВ), и зажигается ОЛ на коммутаторе.

При ответе абонента прекращается передача сигнала «Абонент Б свободен», гаснет ОЛ, а также прекращается посылка вызывного сигнала. Создается разговорный тракт.

Как было видно из SDL-диаграммы, отбой в данной системе сигнализации односторонний. В сценарии (рис. 5.12 а) первым дает отбой вызываемый абонент Б. На исходящую МТС поступает двухчастотная посылка, соответствующая сигналу «Отбой Б», и на коммутаторе зажигается ОЛ.

При этом разговорный тракт нарушается. Телефонистка может послать сигнал «Повторный вызов», опять получить ответ абонента Б и вернуть канал в разговорное состояние.

Получив от вызывающего абонента А подтверждение, что разговор действительно окончен, телефонистка вынимает штепсель из гнезда канала, иницируя 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. сигнала «Освобождение») все возвращается в исходное состояние.

Сценарий на рис. 5.12 б отличается тем, что вызываемый абонент Б занят местным соединением. В этом случае после набора номера принимается линейный сигнал «Б занят» в виде кратковременного частотного импульса 1200 Гц длительностью 500 мс. На отбойную лампочку поступает пульсирующий ток 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 междугородном вызове абонента Б. Получив согласие вызванного абонента, телефонистка может провести принудительный сброс путем передачи в канал сигнала частотой 1600 Гц. Возможно также, что абонент В (третий абонент) кладет трубку. Тогда двухсторонний разговор происходит непосредственно, без сигнала сброса. Возможна и ситуация, когда вызываемый абонент Б кладет трубку. В этом случае ему передается сигнал повторного вызова.

Отличие случая, когда вызываемый абонент Б занят междугородным соединением, заключается в том, что одновременно с линейным сигналом «Б занят» по каналу передается зуммер «Занято», и оператор не организует трехстороннюю конференцию, а передает сигнал «Разъединение», вынимая штепсель из гнезда канала.

5.7 Двухчастотная сигнализация 600 и 750 Гц

Протокол двухчастотной сигнализации 600/750 Гц используется для сигнализации в ведомственных сетях. В связи с необходимостью работы по соединительным линиям как одностороннего, так и двустороннего использования станционные комплекты являются универсальными и содержат полосовые фильтры и генераторы 600 и 750 Гц, подключенные по четырехпроводной схеме с разделенными направлениями приема и передачи, в том числе и при наличии аппаратуры уплотнения с частотным (К-60, например) или временным (ИКМ-30, например) разделением каналов.

В отличие от описанного в разделе 5.6 протокола двухчастотной сигнализации 1200/1600 Гц с нерегламентированной длительностью сигналов, в данном протоколе значение сигнала определяется его длительностью, как это имело место в протоколах одночастотных систем сигнализации. При этом сигналом является только двухчастотная посылка с обязательным наличием обеих частот 600 и 750 Гц. Сигналы двухчастотной системы сигнализации 600/750 Гц приведены в табл. 5.15.

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 от программного обеспечения обработки вызова АТС поступает сообщение, которое принимается в исходном состоянии S00 процесса обработки сигнализации. 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).

Таблица 5.15 Сигналы двухчастотной системы сигнализации 600/750 Гц

Сигнал	Направление	Длительность (мс)	Время распознавания (мс)	Примечания
ЗАНЯТИЕ	—>	70–100	40	
ПЕРЕДАЧА 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 состоянии S00 возможно получение линейного сигнала «Занятие» от встречной АТС. Этот сигнал детектируется в течение 40 мс. В случае успешного определения входящего занятия устанавливается таймер $T_0=20$ с ожидания первой цифры номера вызываемого абонента, а процесс переходит в предответное состояние S02 при входящем вызове (предответное В).

В предответном состоянии S01 производится трансляция цифр номера вызываемого абонента в виде 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 либо частотный импульс 70–100 мс, соответствующий линейному сигналу «Ответ» и переводящий процесс в разговорное состояние S03 при исходящем вызове (Ответ И), либо частотный сигнал длительностью 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 возможен прием сигнала «Разъединение» от встречной АТС или сообщения о занятости или ответе вызываемого абонента от ПО обработки вызова. В обоих случаях передаются соответствующие сигналы в направлении встречной АТС, а сообщение об ответе вызываемого абонента, к тому же, переводит процесс в разговорное состояние при входящем вызове S04.

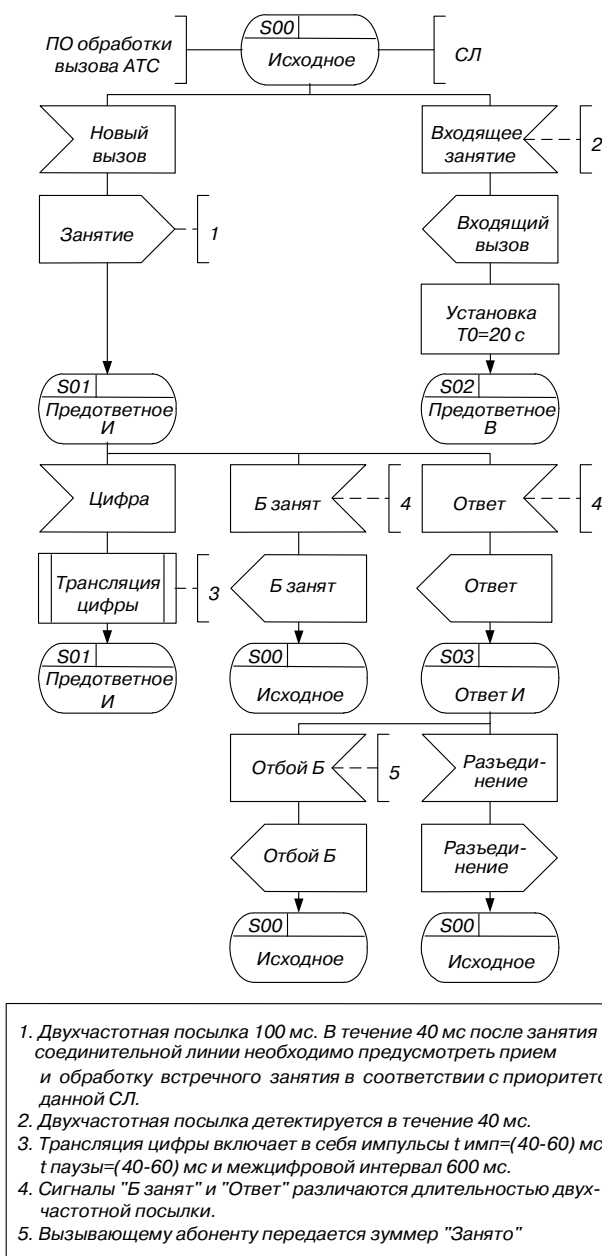


Рис. 5.13 SDL-диаграмма процесса обработки сигнализации двухчастотного протокола 600/750 Гц (1 из 2)

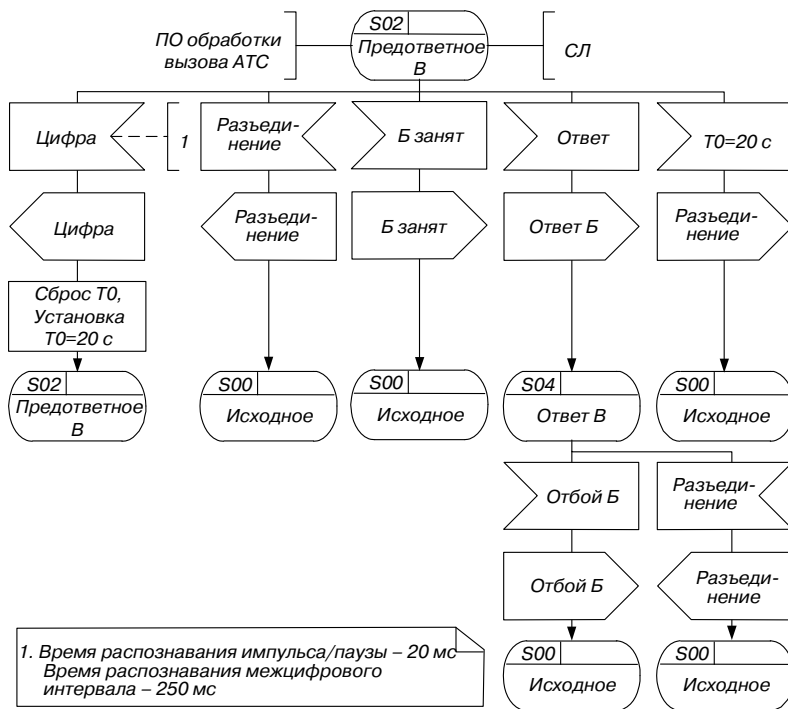


Рис. 5.13 SDL-диаграмма процесса обработки сигнализации двухчастотного протокола 600/750 Гц (2 из 2)

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 в телефонных сетях Советского Союза были декадно-шаговые АТС. Особенностью их является то, что установлением соединения управляет вызывающий абонент путем набора номера, т.е. имеет место «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, являвшуюся 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 способа передачи возникло из-за его аналогии с прямым и обратным 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 показала дорогу, и, чтобы не делать 12 различных частотных фильтров, советские конструкторы отклонили идею использования в прямом и в обратном направлениях различных частот 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 ITU-T 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 была сформулирована задолго до возникновения 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:

$$f_0 = 700 \text{ Гц}; \quad f_1 = 900 \text{ Гц}; \quad f_2 = 1100 \text{ Гц};$$

$$f_4 = 1300 \text{ Гц}; \quad f_7 = 1500 \text{ Гц}; \quad f_{11} = 1700 \text{ Гц}.$$

Длительность сигнала составляет 45 ± 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 его повторение. 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.

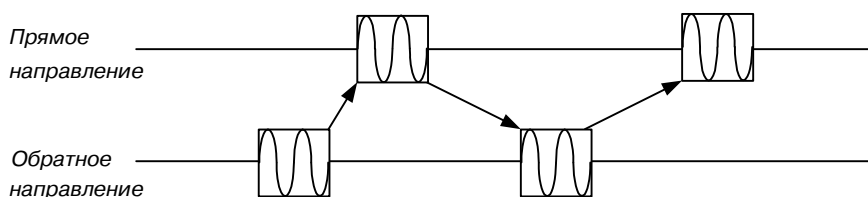


Рис. 6.1 Регистровая сигнализация методом "импульсный челнок"

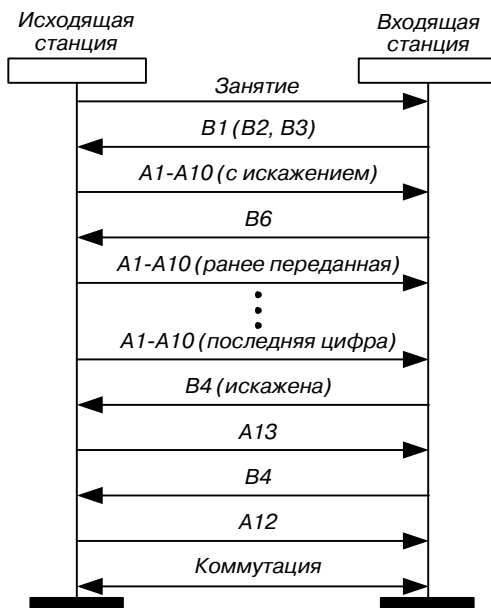


Рис. 6.2 Искажение сигнала во время установления соединения к свободному абоненту

Тем не менее, вскоре стало понятно, что довольно затруднительно создать устройства, обеспечивающие в реальных сетевых условиях такое же надежное функционирование протокола R1.5, как протокола R2. Это и до сих пор весьма трудно разрешаемая задача, потому что условия в 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.

Более того, существующая аналоговая сеть требует распознавания сигналов в широком диапазоне уровней. Следует учитывать различие 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 многочастотному 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).

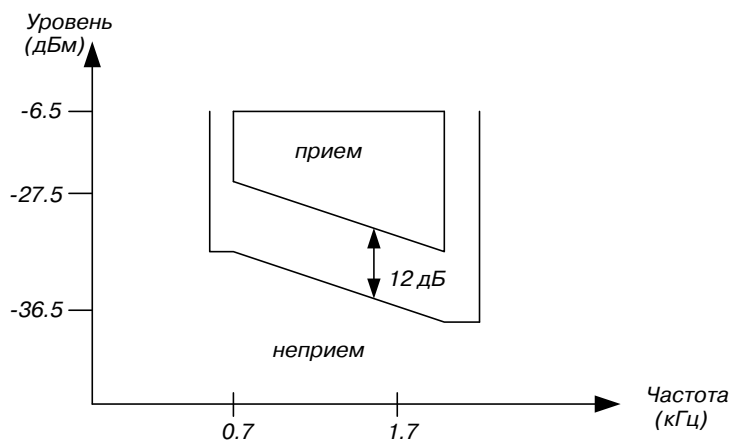


Рис. 6.3 Диапазон приема частотных составляющих

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 их номеров в комбинации 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 В11 в обратном направлении, отмеченный в таблице как резервный, может использоваться местной станцией для запроса категории вызова от междугородной АТС.

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 остальных цифр номера вызываемого абонента декадным кодом
10	f_4, f_7	Цифра 0	Запрос повторения ранее переданной и, затем, передачи 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

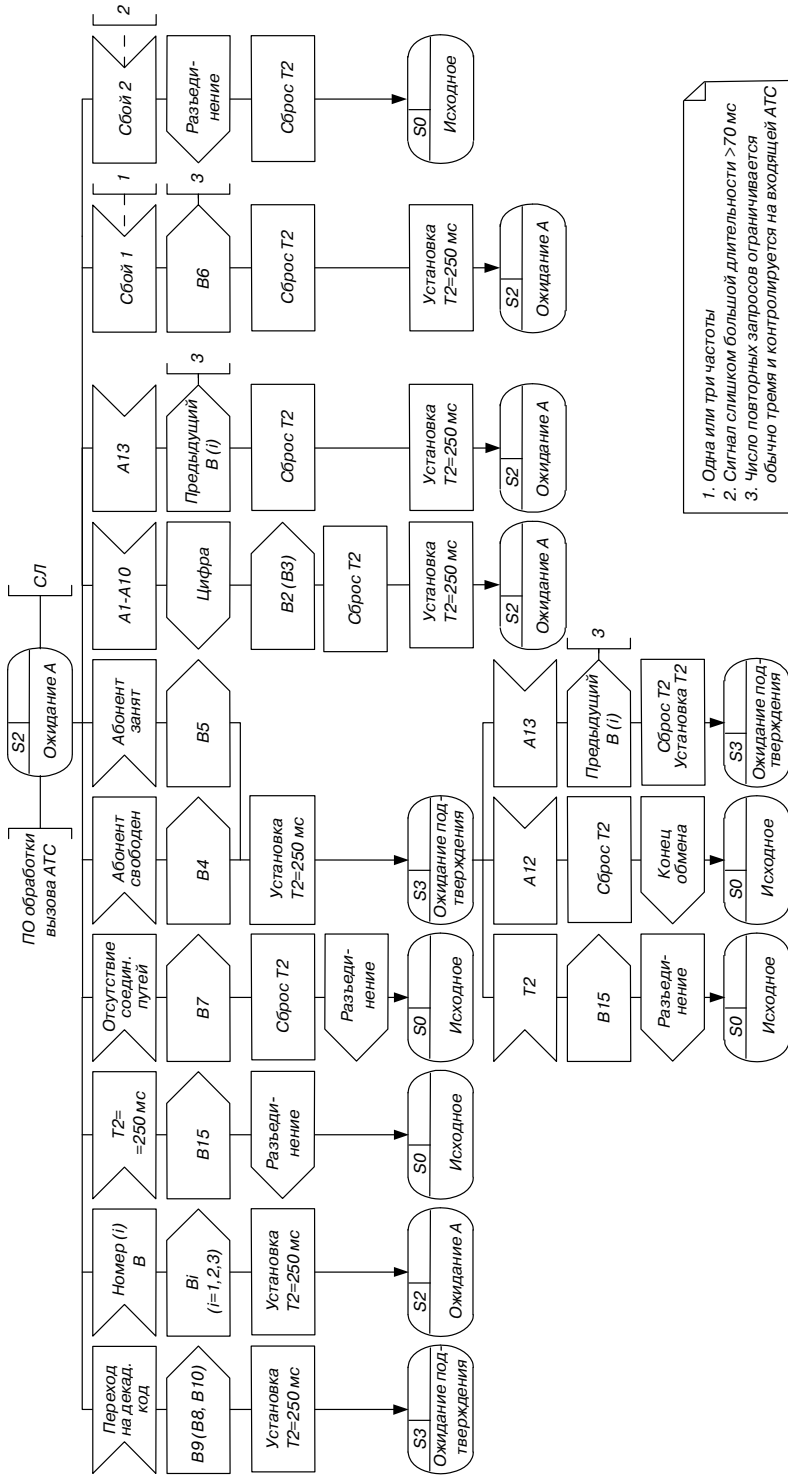


Рис. 6.4 SDL-диаграмма процесса MFS U.01 обработки многочастотной сигнализации методом "импульсный челнок" (2 из 2)

Сигналы A14 и A15 в прямом направлении, также отмеченные в таблице резервными, могут использоваться электронной междугородной АТС для ответа на запрос В11 относительно типа вызова: автоматический вызов или вызов от оператора.

Таймер T1, 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).

Таймер T2, используемый на входящей АТС и равный 200-250 мс, соответствует максимально допустимому ожиданию сигналов прямого направления.

В исходном состоянии S0 процесса MFS U.01 обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок» возможно получение от ПО обработки вызова АТС сообщений двух типов. Это – два вида запроса создания процесса: занятие при исходящем соединении, т.е. занятие от процесса OTLOC, и занятие при входящем соединении, т.е. занятие от процесса INLOC.

Вначале рассмотрим процесс обработки многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок» при исходящей связи. При занятии от процесса OTLOC обработки линейной сигнализации для исходящего вызова устанавливается таймер T1=4 с, и процесс MFS U.01 переходит в состояние S1 ожидания многочастотного сигнала обратного направления типа В.

При получении сигнала В1 «Запрос первой цифры номера вызываемого абонента многочастотным кодом» счетчик числа переданных цифр n устанавливается в 1, сбрасывается таймер T1. По этому запросу производится передача цифр номера вызываемого абонента, т.е. передается сигнал A_i , где $i=1, \dots, 10$. Счетчику числа переданных цифр n присваивается следующее значение $n=n+1$, заново устанавливается таймер T1=4 с, и процесс переходит в то же состояние S1 ожидания многочастотного сигнала обратного направления.

При получении сигнала В2 «Запрос следующей цифры многочастотным кодом» производятся те же операции, а процесс остается в том же состоянии S1.

При получении сигнала В3 «Запрос ранее переданной цифры многочастотным кодом» счетчику числа переданных цифр n присваивается значение $n=n-1$, а дальше осуществляются те же операции: сброс таймера T1, передача цифр A_i , где $i=1 \dots 10$, $n=n+1$, установка заново таймера T1 и возврат в состояние S1.

Абсолютно те же действия выполняются и при получении сигнала В6 «Запрос ранее переданной цифры, принятой с искажением», т.е. запрос повторения переданной цифры.

Хотя на SDL-диаграмме процесса это не показано, однако для увеличения надежности протокола сигнализации при получении сигнала В2 может оказаться полезной проверка, не превышает ли число n переданных на данный момент цифр максимального числа N цифр, подлежащих передаче. В случае $N < n$, в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о сбое в многочастотном обмене, а в сторону входящей АТС передается регистровый сигнал А13 «Запрос ранее переданного сигнала, принятого с искажением».

Эти же действия возможны при получении сигнала В4 «Абонент свободен», когда счетчик числа n переданных цифр меньше числа N цифр, подлежащих передаче, т.е. когда процесс трансляции номера вызываемого абонента не закончен.

При получении 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 передается сигнал А12 «Подтверждение сигналов обратного направления В4, В5, В8, В9, В10». Сбрасывается таймер Т1, и процесс переходит в исходное состояние, т.е. фаза передачи номера вызываемого абонента заканчивается.

В исходное состояние процесс возвращается также и при получении сигнала В7 «Перегрузка или отсутствие соединительных путей».

При получении одного из сигналов В8, В9 или В10, представляющих собой запросы передачи цифр номера декадным кодом, формируется порядковый номер цифры, с которой следует начать передачу в декадном коде. В случае сигнала В8 этот номер равен 1, т.е. декадным кодом необходимо передать весь номер, начиная с первой цифры. В случае сигнала В9 передается следующая и все оставшиеся цифры, а в случае сигнала В10 нужно передать декадным кодом ранее переданную цифру и все последующие, т.е. $n - 1$. Во всех этих случаях в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о необходимости передачи декадным кодом цифр, начиная с n . Затем в СЛ передается многочастотный сигнал А12, и процесс возвращается в исходное состояние.

В случае получения сигнала В15 об отсутствии приема информации на входящей АТС сбрасывается таймер Т1, в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение о разъединении, а процесс возвращается в исходное состояние.

Такое же сообщение передается в случае срабатывания таймера Т1 или при сбое второго типа, т.е. при приеме слишком длинного частотного сигнала (более 70 мс).

В случае приема сигнала В7 или В15 исходящая АТС может повторить процесс установления соединения по другой СЛ.

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 передается сигнал А13 «Запрос повторения 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 INLOC, устанавливается таймер $T2=250$ мс, в сторону исходящей АТС передается сигнал В1 «Запрос первой цифры номера вызываемого абонента многочастотным кодом», и процесс переходит в состояние S2 ожидания сигнала прямого направления. В этом состоянии возможен прием одного из сигналов от А1 до А10, означающего цифру номера вызываемого абонента. Эта цифра направляется в ПО обработки вызовов АТС, а в сторону исходящей АТС передается сигнал В2 запроса следующей цифры многочастотным кодом, сбрасывается и заново устанавливается таймер T2, и процесс возвращается в состояние S2 «Ожидание А». В том случае, если все цифры номера вызываемого абонента приняты, сигнал В2 не передается и от ПО обработки вызова АТС ожидается сообщение о состоянии вызываемого абонента.

При получении сигнала А13, означающего запрос повторения ранее переданного сигнала, принятого с искажением, передается ранее переданная частотная комбинация. Сбрасывается и заново устанавливается таймер T2, а процесс возвращается в состояние S2. Следует отметить, что число повторных запросов обычно ограничивается тремя и контролируется на входящей АТС, то есть в рассматриваемом нами процессе.

При получении сигнала прямого направления, состоящего из одной или трех частот (сбой первого типа), в сторону исходящей АТС передается сигнал В6 «Запрос ранее переданной цифры, принятой с искажением», сбрасывается и устанавливается таймер T2, и ожидается повторение сигнала. В случае срабатывания таймера T2 при отсутствии сигнала в прямом направлении в течение 250 мс в сторону исходящей АТС передается частотный сигнал В15 «Отсутствие приема частотной информации». Соответствующее сообщение направляется в ПО обработки вызовов АТС, и процесс возвращается в исходное состояние S0.

При появлении сбоя второго типа, т.е. при получении сигнала А длительностью более 70 мс, в ПО обработки вызовов передается соответствующее сообщение, таймер T2 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 передается сигнал В7, сбрасывается таймер 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 СЛ передается, соответственно, сигнал В4 «Б свободен» или В5 «Б занят», и устанавливается таймер $T2=250$ 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 А12, после получения которого сбрасывается таймер Т2, в ПО обработки вызовов передается сообщение о конце обмена, и происходит возврат в исходное состояние S0.

Если же в состоянии S3 поступает сигнал А13, информирующий о том, что переданный ранее сигнал принят с искажением, то повторяется ранее переданный сигнал В4 или В5, сбрасывается и заново устанавливается таймер 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.

Передача импульсным пакетом предусматривает передачу по единой команде последовательности заранее сформированных двухчастотных кодовых комбинаций 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 производиться 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 A меньше (5 или 6 цифр), он дополняется спереди одной или двумя цифрами 0 или 2. Кроме того, в пакет могут включаться значение категории вызывающего абонента A (K_a) в виде одной цифры от 1 до 10, номер вызываемого абонента или службы АМТС – до 10 цифр при междугородном и, с учетом решения ИТУ о переходе с 1997 г. на 15-значную нумерацию, до 17 цифр при международном вызове.

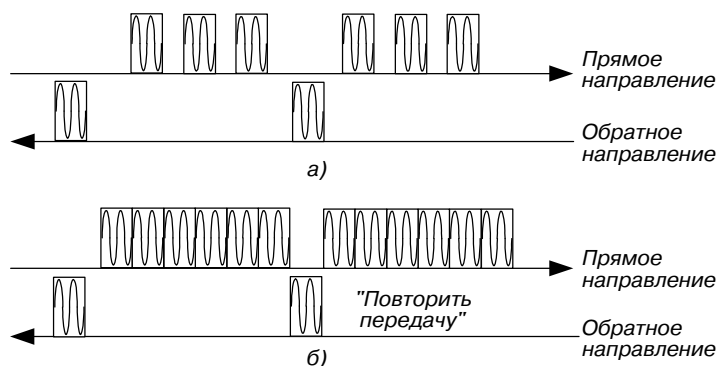


Рис. 6.5 Многочастотные пакетные способы передачи сигналов: а - импульсный пакет; б - безынтервальный пакет

В дальнейшем материале этого и следующего разделов используются обозначения: $n1...ni$ – номер, набранный абонентом A , ABC – трехзначный код зоны (например, 812 для Санкт-Петербурга, 095 для Москвы и т.п.), L – номер языковой группы, $abcxxxx$ – зональный номер вызываемого абонента B , $defxxxx$ – зональный номер вызывающего абонента A .

Рассматриваемый в этих двух разделах метод сигнализации «импульсный пакет» рекомендуется применять в междугородной телефонной сети для передачи сигналов управления, а также на участке внутризоновой 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 $\{K_v, N_b, 11\}$, или $\{K_v, Se, N_b, 11\}$, или $\{N_b, 11\}$. Сигнал управления эхоградиентами (Se) передается только вместе с категорией вызова (K_v). Исходящая АМТС преобразует категории вызывающего абонента $K_a=1, 2, 5, 6, 7$ в категорию вызова $K_v=13$, а категорию вызывающего абонента $K_a=4$ в категорию вызова $K_v=11$. С учетом преимущественной ориентации всей книги на местные (городские и сельские) телефонные сети ниже будут рассматриваться, в основном, протоколы 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), 5ESS (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 обратных сигналов приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 Многочастотные сигналы протокола "импульсный пакет 1" от АМТС-2, 3

№	Частотный сигнал, Гц	Значение	Примечание
1	700+1100	Запрос передачи 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 переключение 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 рабочих мест МКНС. В обратном направлении посылается КПВ или специальное сообщение механическим голосом

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. 1 приведена на рис. 6.7, а соответствующая SDL-диаграмма этого процесса – на рис. 6.8.

В процессе MFP U. 1 обработки протокола сигнализации методом «импульсный пакет 1» используются следующие таймеры:

$T1 = 10\text{ с}$ – время ожидания очередного запроса от АМТС,

$T2 = 100\text{ мс}$ – интервал между приемом очередного запроса и началом передачи пакета,

$T3 = 2\text{ мин}$ – максимальное время прослушивания сигнала «Контроль посылки вызова» или механического голоса при выходе на междугородный коммутатор немедленной системы обслуживания (МКНС) с ожиданием.

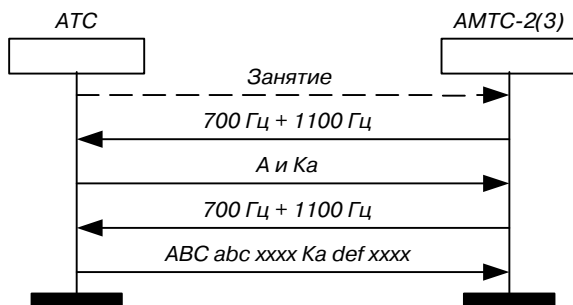


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
а) междугородный вызов (автоматический)

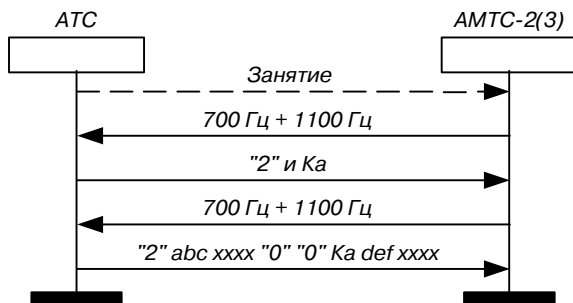


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
б) зонный вызов (автоматический)

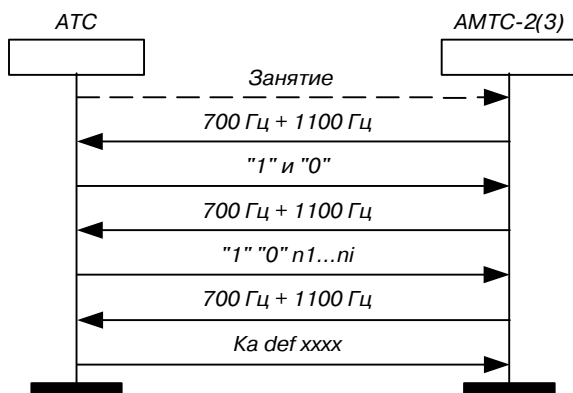


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
в) международный вызов (автоматический)

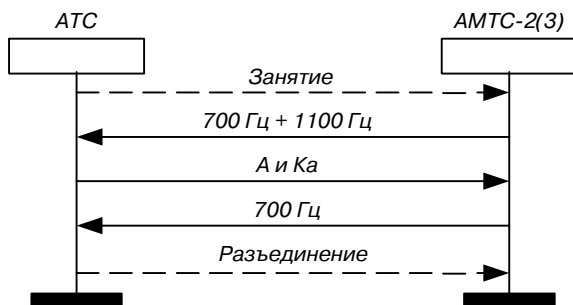


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1" г) отсутствие соединительных путей на АМТС

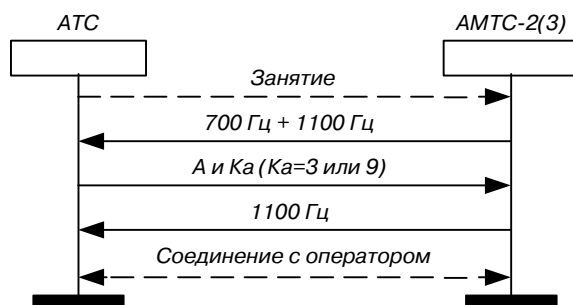


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1" д) переключение вызова к оператору (вызов от абонента без права выхода на автоматическую междугородную, зонную сеть)

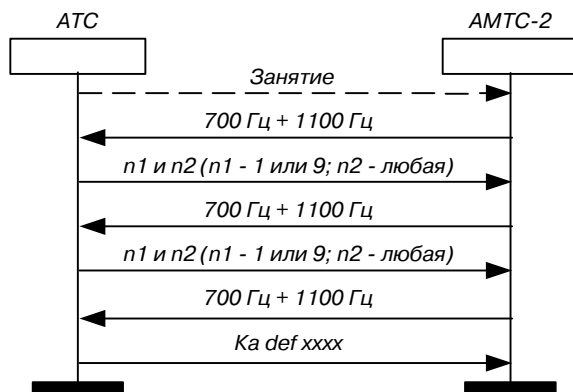


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1" е) выход к междугородным коммутаторам немедленной системы обслуживания (МКНС) на АМТС-2

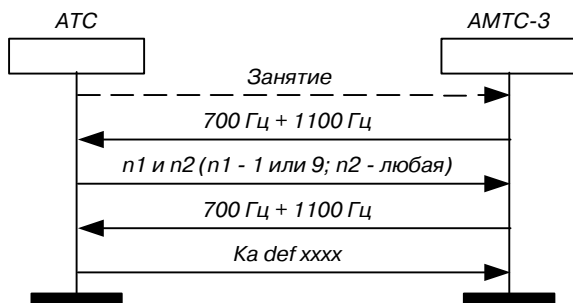


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
ж) выход к МКНС на АМТС-3

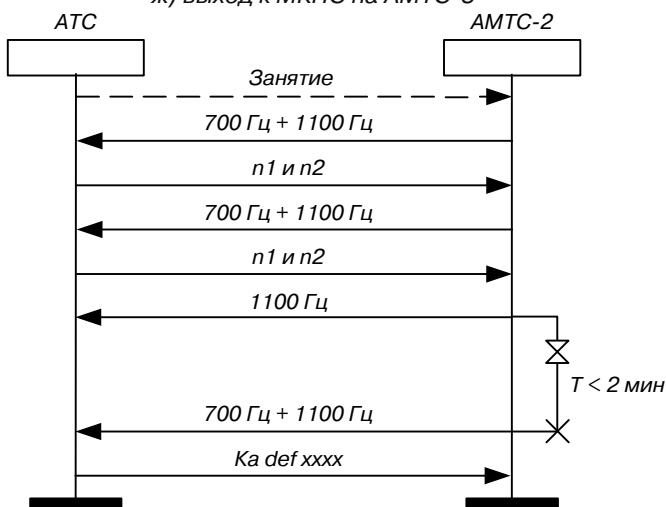


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
з) выход к МКНС на АМТС-2 с ожиданием

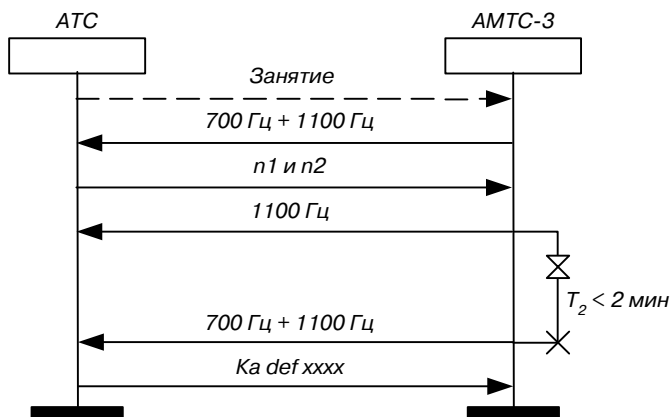


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
и) выход к МКНС на АМТС-3 с ожиданием

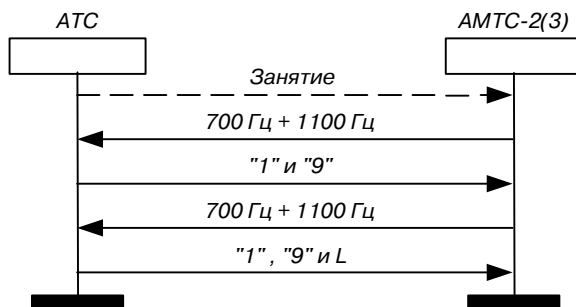


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
к) выход к коммутатору международной МТС

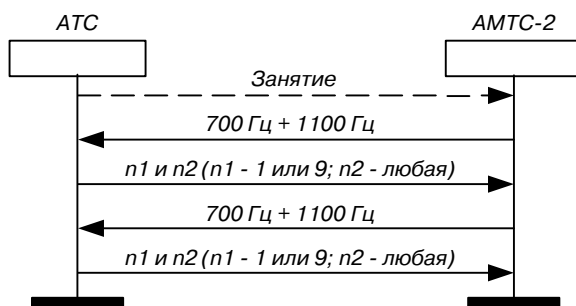


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
л) выход к ручным службам МТС бесшнурового типа (AMTC-2)

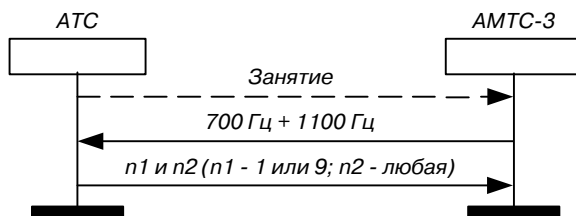


Рис. 6.6 Сценарий обмена сигналами методом "импульсный пакет 1"
м) выход к ручным службам МТС шнурового типа (AMTC-3)

В исходном состоянии $S0$ от ПО обработки вызова АТС ожидается сообщение о необходимости установить новое исходящее соединение. В этом сообщении «Новый вызов» содержатся параметры: тип АМТС (АМТС-2, АМТС-3); цифры номера абонента A ($defxxxx$), Ka , $n1...ni$ – цифры, набранные абонентом A , R – число ожидаемых запросов ($R=1, 2, 3$).

При приеме сообщения «Новый вызов» устанавливается таймер $T1=10$ с, ограничивающий время ожидания запроса от АМТС, уста-

навливается нулевое значение счетчика числа принятых запросов Z , вызывается процедура формирования пакета, которая будет рассмотрена несколько позже. Процесс переходит в состояние $S1$ ожидания запроса.

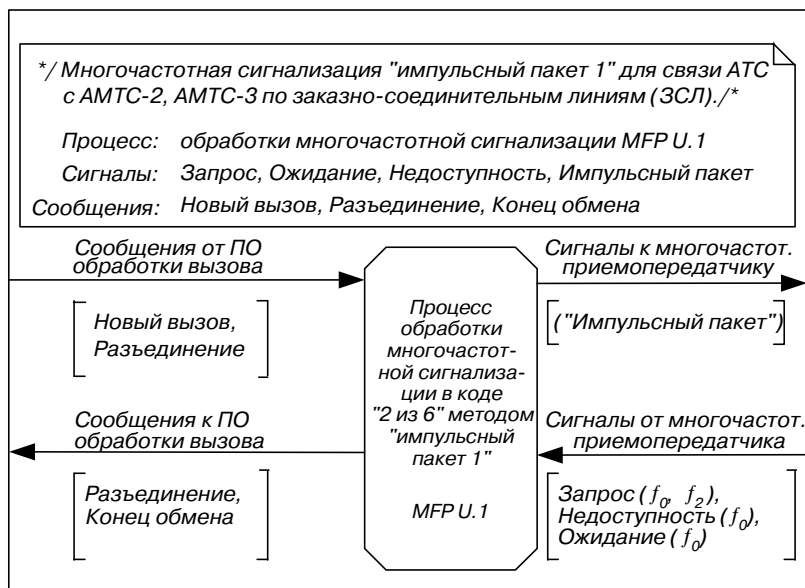


Рис. 6.7 Блок-диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации методом "импульсный пакет 1"

В состоянии $S1$ ожидается получение сигнала $B2$, представляющего собой комбинацию двух частот $f_0=700$ Гц и $f_2=1100$ Гц. При получении запроса сбрасывается таймер $T1$, прибавляется 1 к счетчику числа принятых запросов Z , вычитается 1 из R – максимально допустимого числа запросов, устанавливается новый таймер $T2=100$ мс, и процесс переходит в промежуточное состояние $S2$.

В этом же состоянии $S1$ вместо второго запроса $B2$ возможно получение частоты $f_0=700$ Гц, означающей отсутствие свободного направления на АМТС. В этой ситуации сбрасывается таймер $T1$, в ПО обработки вызова АТС передается сообщение «Разъединение», и процесс возвращается в исходное состояние. Как правило, после этого производится повторная попытка установления соединения по другой заказно-соединительной линии.

Те же действия производятся при срабатывании таймера $T1=10$ с или при получении команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС.

В состоянии $S1$ ожидания запроса возможно также получение частоты $f_2=1100$ Гц, что может соответствовать одному из двух вариантов развития событий.

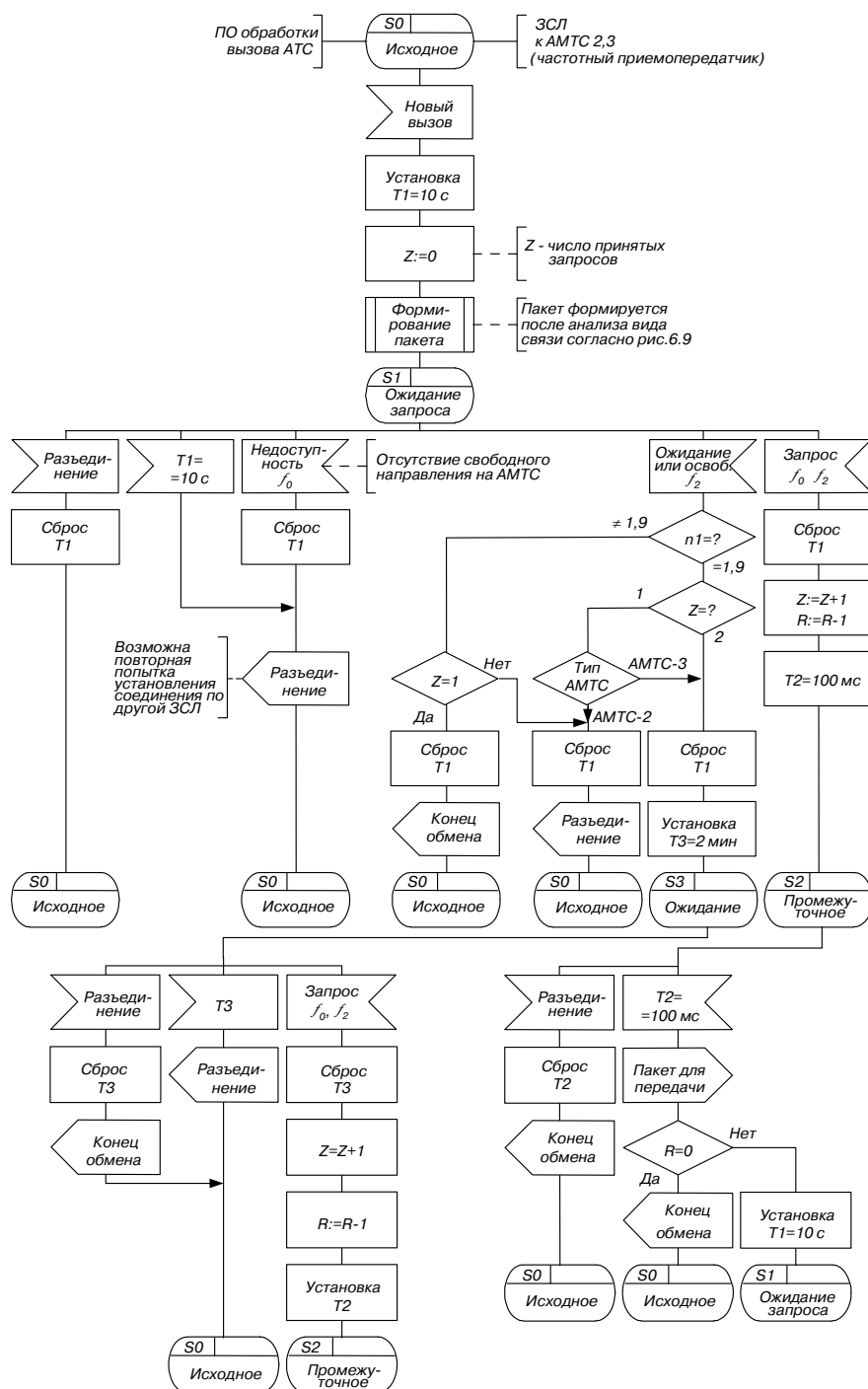


Рис. 6.8 SDL-диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации методом "импульсный пакет 1"

Вариант 1. Установка вызова на ожидание при выходе на МКС (см. рис. 6.6 з, и). Если встречная АМТС является АМТС-2 и $Z=2$, или встречная АМТС – это АМТС-3 и $Z=1$, то сбрасывается таймер $T1$, устанавливается таймер $T3=2$ мин (прослушивание КПВ или механического голоса от АМТС), и процесс переходит в состояние $S3$. Если эти условия не выполняются, в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение «Разъединение», сбрасывается таймер $T1$, и процесс переходит в исходное состояние $S0$.

Вариант 2. Сигнал освобождения. Этот сигнал может поступить после анализа на АМТС первого пакета, если категория вызывающего абонента 3 или 9. При выполнении этого условия и при $Z=1$ сбрасывается таймер $T1$, и в ПО обработки вызова АТС передается сообщение об окончании частотного обмена, свидетельствующее о возможности проключения тракта между абонентом А и телефонисткой АМТС.

В промежуточном состоянии $S2$ возможно получение от ПО обработки вызова АТС команды «Разъединение», в результате приема которой сбрасывается таймер $T2$, в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение «Конец обмена», и процесс возвращается в исходное состояние $S0$. Более обычную ситуацию представляет собой срабатывание таймера $T2$, после чего происходит передача пакета с заранее подготовленной информацией. После передачи пакета проверяется значение счетчика R – числа ожидаемых запросов. При $R=0$ в ПО обработки вызова АТС передается сообщение об успешном окончании обмена, и процесс возвращается в исходное состояние. Если значение $R \neq 0$, то обмен не окончен, заново устанавливается таймер $T1$, и процесс возвращается в состояние $S1$ ожидания запроса.

В состоянии $S3$ возможно получение долгожданного сигнала $B2$, представляющего собой запрос передачи пакета. В результате приема сигнала $B2$ сбрасывается таймер $T3$, прибавляется 1 к числу принятых запросов ($Z=Z+1$), уменьшается на 1 число пакетов, подготовленных для передачи ($R=R-1$), устанавливается таймер $T2=100$ мс до начала передачи пакета, процесс переходит в промежуточное состояние $S2$. В более плохой ситуации, т.е. при срабатывании двухминутного таймера $T3$, в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение «Разъединение», а процесс возвращается в исходное состояние. Процесс возвращается в исходное состояние также и при получении от ПО обработки вызовов АТС команды «Разъединение», в результате которой сбрасывается таймер $T3$, и в ПО направляется сообщение «Конец обмена».

На рисунке 6.9 приведена SDL-диаграмма процедуры формирования многочастотного пакета, входящей в рассмотренный процесс многочастотной сигнализации методом «импульсный пакет 1».

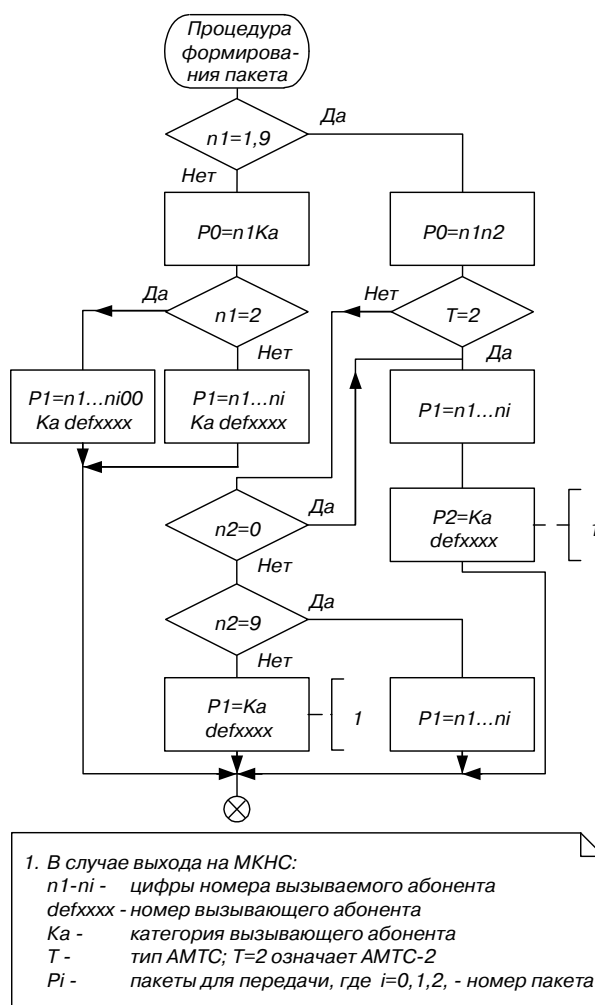


Рис. 6.9 SDL-диаграмма процедуры формирования пакета для многочастотной сигнализации методом "импульсный пакет 1"

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. Случай успешной передачи пакета показан на рис. 6. 10а, случай передачи с ошибкой – на рис. 6. 10б.

Таблица 6.3 Многочастотные сигналы протокола "импульсный пакет 2" от АМТС с программным управлением

№	Частотный сигнал, Гц	Значение	Примечание
1	700+1100	Запрос передачи информации	Сигнал В2. Длительность 70-100 мс. Время распознавания 30 мс
2	700+1700	Номер принят правильно	Сигнал В11
3	1100+1300	Номер принят неправильно	Сигнал В6

Возможны следующие варианты структуры пакетов:

Междугородный вызов: ABC abc xxxx Ka def xxxx "11" (19 цифр)

Зоновый 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)



Рис. 6. 10 Сценарий обмена сигналами для связи с программно-управляемыми АМТС методом "импульсный пакет 2" а) успешная передача пакета

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.

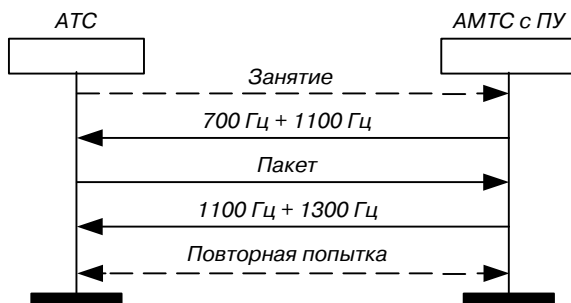


Рис. 6.10 Сценарий обмена сигналами для связи с программно-управляемыми АМТС методом "импульсный пакет 2" б) передача с ошибкой

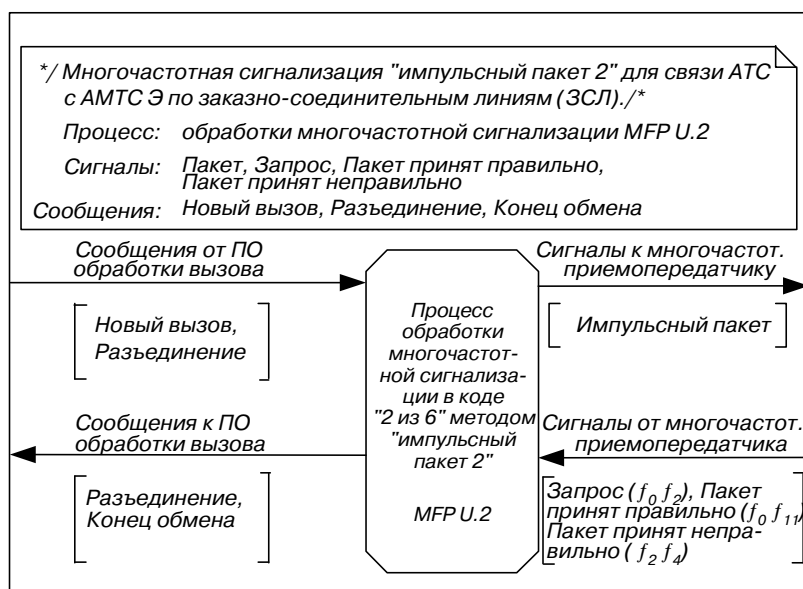


Рис. 6.11 Блок-диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации методом "импульсный пакет 2"

В процессе обработки протокола «импульсный пакет 2» используются следующие таймеры: $T1=10$ с – время ожидания запроса от АМТС, $T2=3$ с – время ожидания сигнала подтверждения после передачи пакета.

В исходном состоянии $S0$ процесс ожидает от ПО обработки вызова АТС сообщение о новом вызове. При получении этого сообщения устанавливается таймер $T1=10$ с, ограничивающий время ожидания запроса $B2$ от АМТС, и выполняется процедура формирования пакета, идентичная процедуре, описанной в предыдущем разделе. Процесс переходит в состояние ожидания запроса $S1$. В этом

состоянии от ПО обработки вызова АТС может быть получено сообщение «Разъединение», в результате приема которого сбрасывается таймер $T1$, а процесс возвращается в исходное состояние. Возможно также срабатывание таймера $T1$, вследствие чего в ПО обработки вызова АТС передается сообщение «Разъединение», а процесс опять возвращается в исходное состояние $S0$.

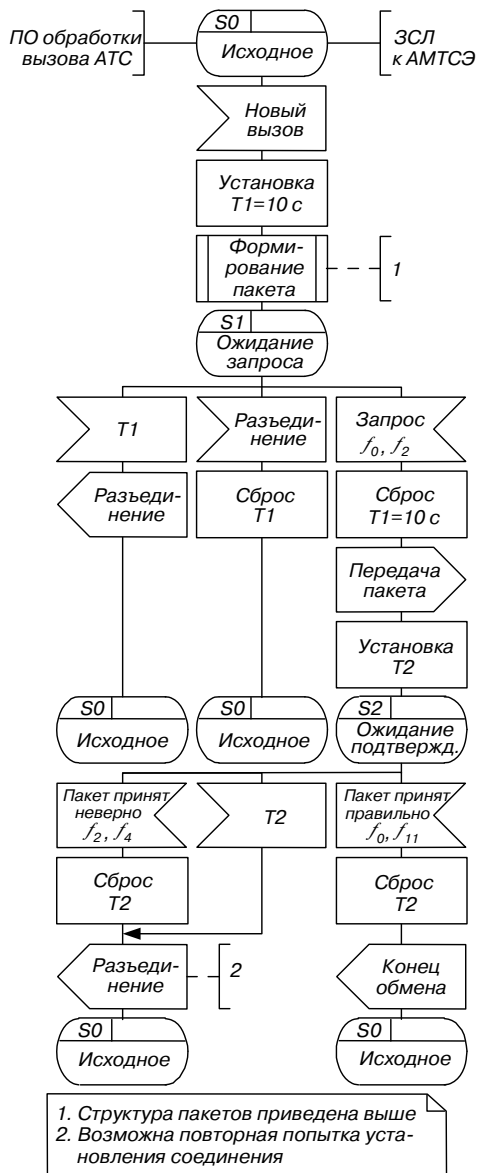


Рис. 6.12 SDL-диаграмма процесса обработки многочастотной сигнализации методом "импульсный пакет 2"

В обычной ситуации поступает сигнал В2 «Запрос передачи пакета». В результате приема этого сигнала сбрасывается таймер Т1 и производится передача заранее подготовленного пакета, после чего устанавливается таймер $T2=3$ с, предназначенный для ограничения времени ожидания сигнала «Подтверждение» после передачи пакета.

В состоянии ожидания подтверждения S2 возможен прием сигнала В11, состоящего из двух частот $f_0=700$ Гц и $f_{11}=1700$ Гц и означающего, что пакет принят правильно. После приема этого сигнала сбрасывается таймер Т2 и в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение «Конец обмена», после чего процесс возвращается в исходное состояние.

В этом же состоянии S2 возможен прием сигнала В6, состоящего из частот $f_2=1100$ Гц и $f_4=1300$ Гц и означающего, что пакет принят неправильно. В этом случае также сбрасывается таймер Т2, в ПО обработки вызовов АТС передается сообщение «Разъединение», и процесс возвращается в исходное состояние. При получении сообщения «Разъединение» АТС производит повторную попытку установления соединения по другой ЗСЛ. При срабатывании таймера Т2 также передается 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) производится методом включения/выключения передачи 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 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).

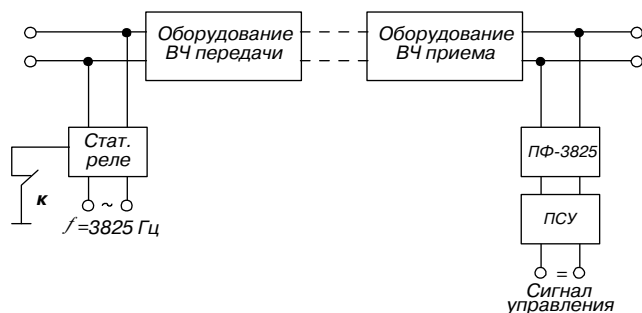


Рис. 7.1 Передача сигналов по индивидуальному сигнальному каналу

Достоинством этого способа является простота приемных устройств из-за отсутствия возможности имитации сигнала токами разговорных частот. Недостатками являются необходимость трансляции сигналов в пунктах пере приема 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 сигнализации по 2ВСК. Все, сказанное в параграфе 3.1, справедливо и для протоколов сигнализации по 1ВСК, рассматриваемых в данной главе.

Крайне низкие информационные возможности протоколов сигнализации по 1ВСК отражает эпиграф к данной главе. Действительно, в выделенном сигнальном канале передаются только два значения: 1 и 0. В ЧРК это фактически соответствует отсутствию (1) или наличию (0) сигнальной частоты аппаратуры ЧРК. Иногда говорят, что сигнальный канал имеет пассивное (1) и активное (0) состояния.

К протоколам сигнализации по 1ВСК 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 односторонний протокол – «норка», использующийся на односторонних соединительных линиях с разделенными местным и междугородным пучками.

Логика вышеназванных протоколов поддерживают, в частности, наиболее распространенные в сельских телефонных сетях координатные станции типов АТСК-50/200 и АТСК-100/2000.

Сигнальные коды протокола «норка» по одному выделенному сигнальному каналу в СЛ, ЗСЛ приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 Сигнальные коды протокола "Норка" по СЛ и ЗСЛ

№	Напр. передачи	Название сигнала	Состояние битов		Примечание
			прямое напр.	обратн. 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	1	0	Время детектирования импульса/паузы ≥ 20 мс и ≤ 150 мс. Время распознавания межсерийного интервала > 150 мс
	→	Пауза	0	0	
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 (I) 0 (II)	Время распознавания - 8–30 мс. Время ожидания II этапа на входящей АТС – ≥ 130 мс
7	→	Разъединение	0 0 1	1 (I) 0 (II) 0 (III)	Время распознавания I этапа на входящей АТС ≥ 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. Если исходящая АТС распознает ответ в течение 80–130 мс после передачи разъединения, канал на исходящей АТС переводится в "0". После этого ответ должен быть снят на входящей АТС
8	←	Контроль исходного состояния	1	1	
9	←	Блокировка	1	0	Время распознавания 20 мс

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/III этап», «Импульс/пауза декадного набора». В обратном направлении передаются сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ/запрос АОН», «Отбой Б», «Блокировка».

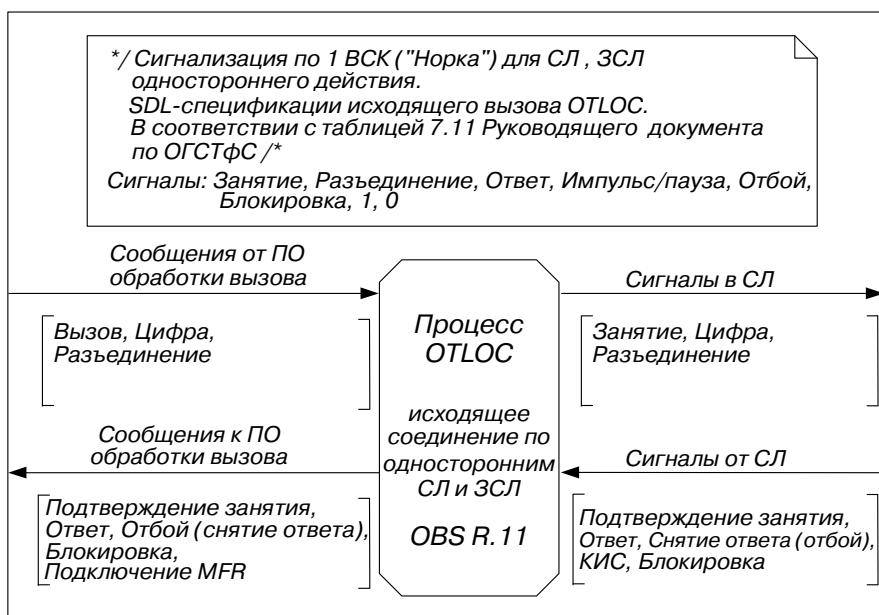


Рис. 7.2 Блок обработки исходящего вызова OTLOC OBS R. 11

На рис. 7.3 представлена SDL-диаграмма процесса OTLOC. Процесс имеет следующие состояния:

- S0 – исходное состояние,
- S1 – предответное состояние,
- S2 – состояние блокировки канала, ожидание контроля исходного состояния (КИС),
- S3 – разговорное состояние (ответ абонента Б или запрос АОН),
- S10 – ожидание подтверждения сигнала «Занятие»,
- S11 – ожидание ответа,
- S12 – ожидание снятия ответа.

В процессе OTLOC используются следующие таймеры:

- T0 = 10 мин – время непроизводительного занятия исходящего канала,
- T1 = 1 с – ожидание сигнала «Подтверждение занятия» после передачи сигнала «Занятие»,
- T2 = 130 мс – ожидание сигнала «Ответ» после передачи 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:

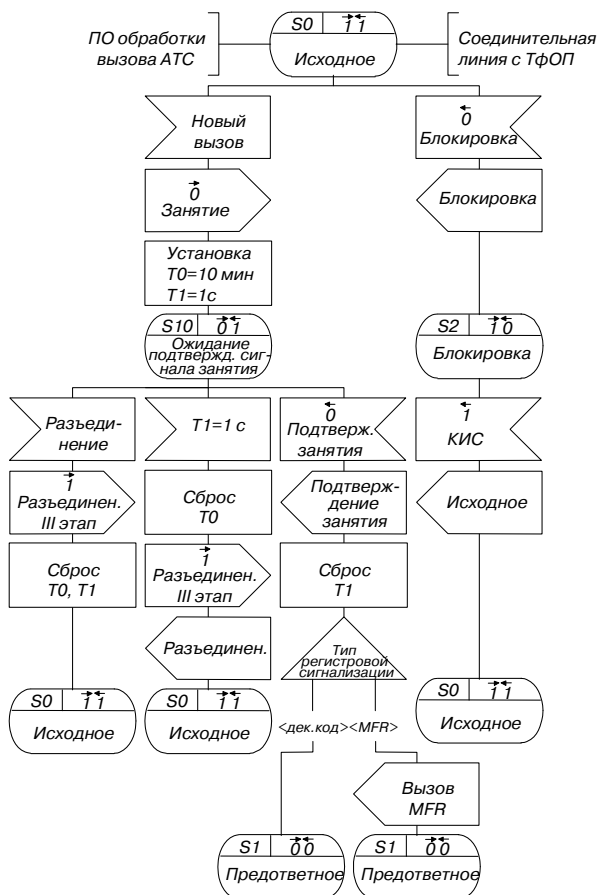
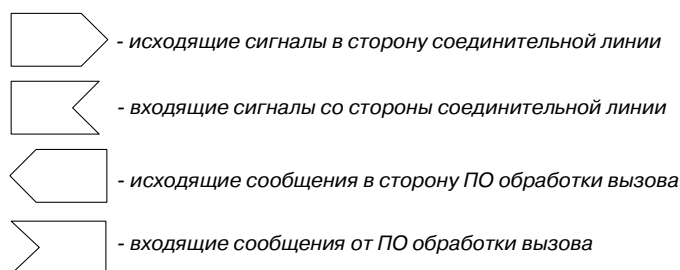
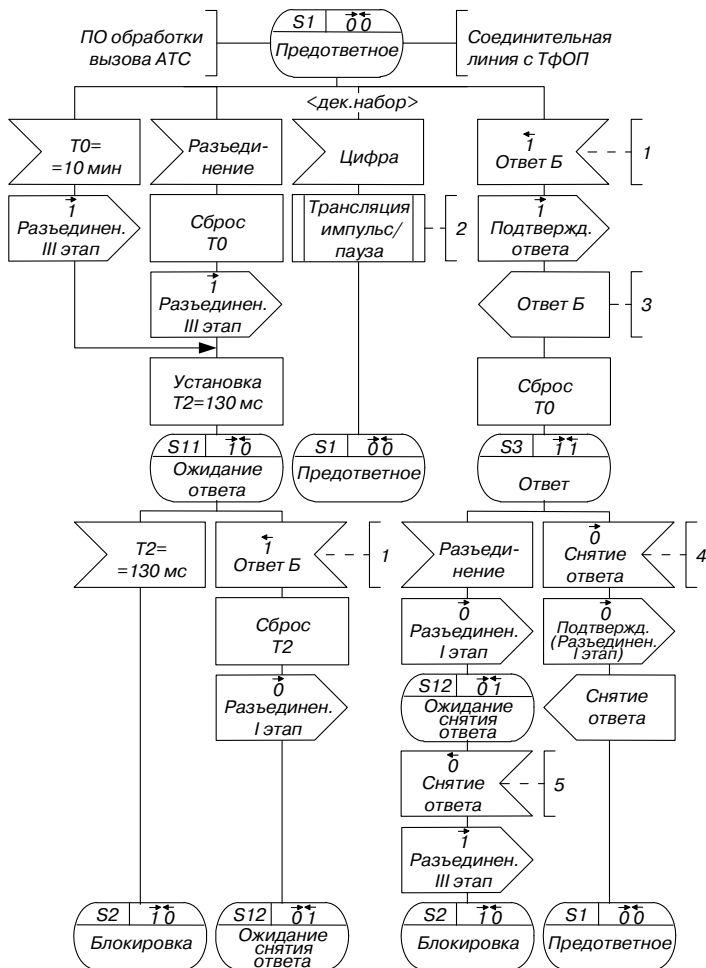


Рис. 7.3 SDL-диаграмма процесса OTLOC OBS R.11 (1 из 2)

В исходном состоянии S0 по соединительной линии со стороны встречной АТС возможно получение только одного сигнала «Блокировка» (0), означающего, что занятие исходящего канала запрещено из-за неисправности самого канала или из-за блокировки приборов на входящей АТС. В этом же состоянии S0 при приеме от программного обеспечения обработки вызовов АТС сообщения о необходимости занять канал для нового соединения в канал передается ли-

нейный сигнал «Занятие» (0) и устанавливаются следующие таймеры: $T0 = 10$ мин, предназначенный для ограничения времени непродуктивного занятия канала, и $T1 = 1$ с, ограничивающий время ожидания сигнала «Подтверждение занятия» (0).



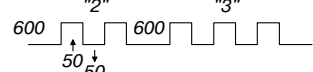
1. Время детектирования < 30 мс.
2. Последовательность имеет следующие параметры: импульс - 50 мс, пауза - 50 мс, межцифровой интервал - 600 мс. Начинается трансляция с межцифрового интервала.

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)

Таймер T_0 ограничивает период времени от занятия канала до получения сигнала «Ответ» (1). Функциональное назначение этого таймера и его отличие от аналогичных таймеров в зарубежных АТС уже пояснялось в главе 3. Там же были даны и объяснения относительно таймера $T_1=1$ с, который ограничивает время распознавания сигнала «Занятие» на входящей АТС.

После установки T_0 и T_1 процесс переходит в состояние S_{10} ожидания подтверждения занятия.

В состоянии S_{10} при срабатывании таймера T_1 в канал вместо сигнала «Занятие» (0) передается сигнал «Разъединение, III этап» (1), сбрасывается таймер T_0 , и в программное обеспечение обработки вызова направляется сообщение о разъединении, означающее неудачную попытку установления соединения. Далее происходит переход в исходное состояние S_0 .

Если в состоянии S_{10} от ПО исходящей АТС поступает сообщение о разъединении, означающее отказ от решения установить соединение, то выполняется аналогичная процедура: передача в канал сигнала «Разъединение, III этап» (1), сброс ранее установленных таймеров T_0 и T_1 и переход в исходное состояние S_0 .

При получении сигнала «Подтверждение занятия» (0) в состоянии S_{10} сбрасывается таймер T_1 и в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о подтверждении занятия. Далее выполняется процедура трансляции цифр номера вызываемого абонента, которая может быть реализована двумя способами, зависящими от типа встречной АТС: многочастотным кодом «2 из 6» методом «импульсный челнок» или декадным набором.

В первом случае в ПО обработки вызова АТС передается сообщение для подключения многочастотного приемопередатчика (MFR) и происходит переход в предответное состояние S_1 . В случае декадного набора переход в предответное состояние происходит сразу с последующей передачей импульсов и пауз набора номера вызываемого абонента. При этом в первом случае цифры номера передаются 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) начинается с межцифрового интервала. Для первой цифры это обусловлено необходимостью дополнительного времени для подготовки приборов входящей АТС к приему импульсов набора. Длительность межцифрового интервала $T_2=600$ мс.

В предответном состоянии возможно получение от программного обеспечения исходящей АТС сообщения о разъединении. Возмож-

но также срабатывание таймера ограничения времени непродуктивного занятия канала. В обоих случаях передается сигнал «Разъединение, III этап» (1), после чего происходит переход в состояние ожидания ответа S11.

Состояние S11 вводится для случая, когда передача сигнала «Разъединение, III этап» (1) от исходящей АТС и сигнала «Ответ Б» от входящей АТС происходит практически одновременно.

Для ограничения времени ожидания устанавливается таймер $T2=130$ мс. При отсутствии сигнала «Ответ», т.е. при срабатывании таймера T2, процесс переходит в состояние блокировки S2. Если же в течение 130 мс поступит сигнал «Ответ Б», то сбрасывается таймер T2, передается 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 передается сигнал «Разъединение, III этап» (1), а процесс переходит в состояние блокировки S2.

В состоянии блокировки S2 ожидается единственный сигнал «Контроль исходного состояния» (1), в результате приема которого процесс возвращается в исходное состояние S0.

В разговорном состоянии S3 возможны как обработка сигнала запроса АОН и передача кодограммы категории и номера абонента А, так и собственно разговор. В первом случае, после успешного приема информации АОН входящей АТС оттуда передается линейный сигнал «Снятие ответа» (0) без посылки зуммера «Занято», что переводит процесс ОТЛОС в предответное состояние S1. Выход из состояния разговора S3 во втором случае, т.е. при разговоре абонентов А и Б, происходит либо при отбое абонента Б, о чем свидетельствует получение линейного сигнала «Снятие ответа» (0), сопровождаемого зуммером «Занято», с последующим возвратом в предответное состояние S1, либо когда вызывающий абонент А вешает трубку, т.е. от ПО исходящей АТС поступает сообщение о разъединении, в связи с чем в исходящий канал передается линейный сигнал «Разъединение, I этап» (0), и процесс переходит в состояние ожидания снятия ответа S12, т.е. ожидания линейного сигнала «Разъединение, II этап».

В состоянии S12 после получения сигнала «Снятие ответа» (0) (сигнал «Разъединение, II этап») процесс передает сигнал «Разъединение, III этап» (1) и переходит в состояние S2, где и находится вплоть до прихода сигнала «Контроль исходного состояния» (КИС). Сигнал КИС возвращает процесс ОТЛОС в исходное состояние S0, завершая тем самым обработку исходящего вызова.

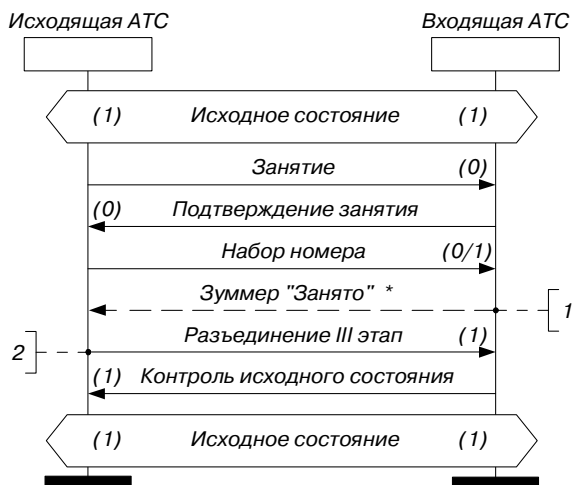
Читатель, безусловно, уже обратил внимание на сходство между SDL-диаграммами процессов OTLOC для сигнализации по 2BCK и сигнализации по 1BCK. Такое сходство существует и между процессами INLOC, с учетом, разумеется, некоторых дополнительных сложностей достоверного распознавания сигналов при использовании единственного сигнального бита. Этот факт, 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 1BCK, 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

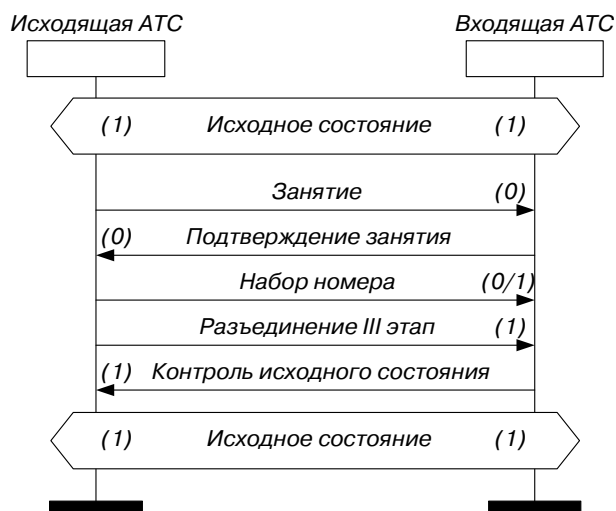


Рис. 7.4 Сценарий обмена сигналами (местный вызов)
г) разъединение во время набора номера

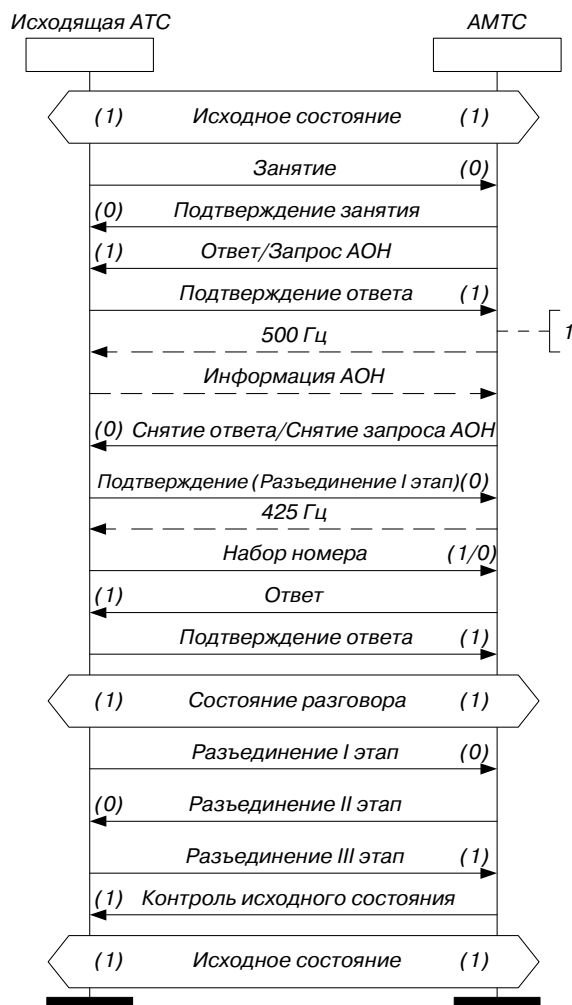


Рис. 7.4 Сценарий обмена сигналами (местный вызов)
д) блокировка линии

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.

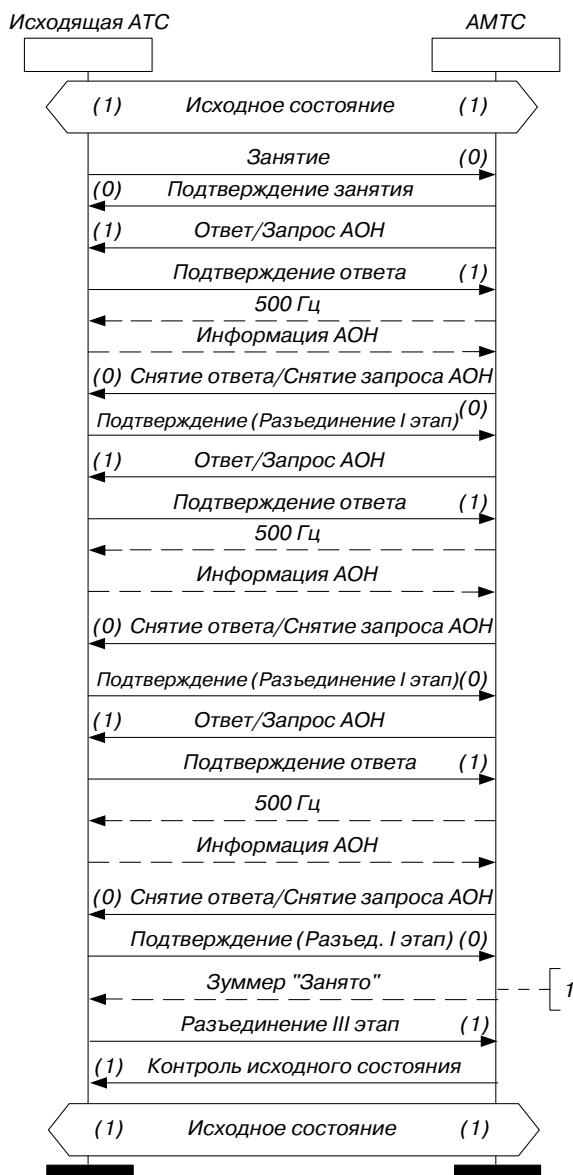


1) Сигналы частотой 500 Гц и информация АОН передаются по разговорному каналу. После успешного приема информации АОН междугородная АТС передает непрерывный сигнал "Ответ станции" частотой 425 Гц. После этого абонент начинает набор междугородного номера.

Рис. 7.5 Исходящий вызов по ЗСЛ

а) передача информации АОН по одному запросу; ответ абонента Б

Далее в данном параграфе, по сложившейся в предыдущих главах книги традиции, рассматривается процесс INTOL обработки одноквитной 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 процесса, представлена на рис. 7.6.



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

В прямом направлении передаются сигналы «Занятие», «Разъединение, I этап/III этап», «Импульс/пауза декадного набора», «Посылка вызова». В обратном направлении передаются сигналы «Подтверждение занятия», «Ответ», «Б занят», «Б свободен», «Блокировка», «Контроль исходного состояния (КИС)».

Таблица 7.2 Сигнальные коды протокола "Норка" по СЛМ

№	Напр. передачи	Название сигнала	Состояние бит		Примечание
			Прямое напр.	Обратн. напр.	
1		Исходное состояние	1	1	
2	---->	Занятие	0	1	Время детектирования – 30мс
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 мс и ≥ 150 мс
5	<----	Абонент свободен	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	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 30мс. Время ожидания II стадии на входящей АТС > 150 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 ± 5) 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 на входящей АТС 150 мс
11	---->	Разъединение во время разговора или до ответа, если абонент свободен, или после отбоя абонента 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 мс
13	<----	Контроль исходного состояния (КИС)	1	1	Продолжительность интервала между разъединением и передачей КИС в состоянии "Занято" или "Б-свободен" 150мс
14	<----	Блокировка	1	0	Время детектирования <20 мс

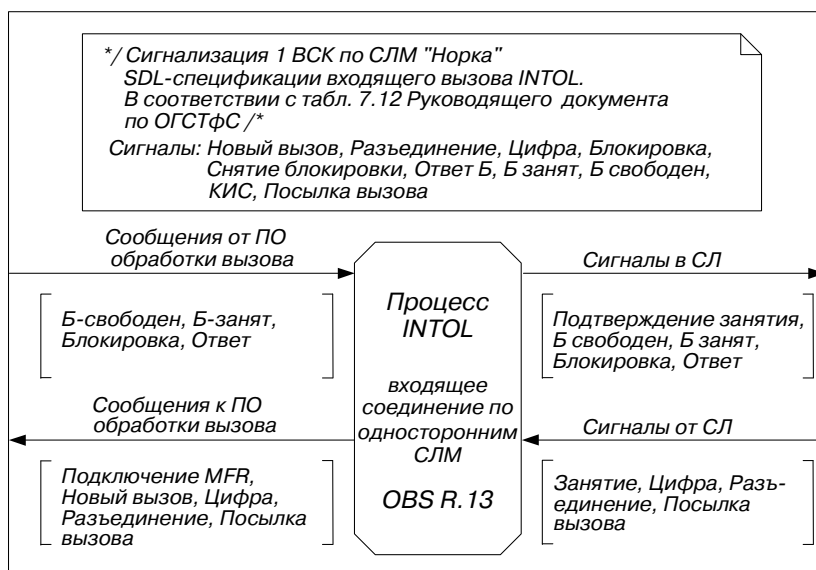


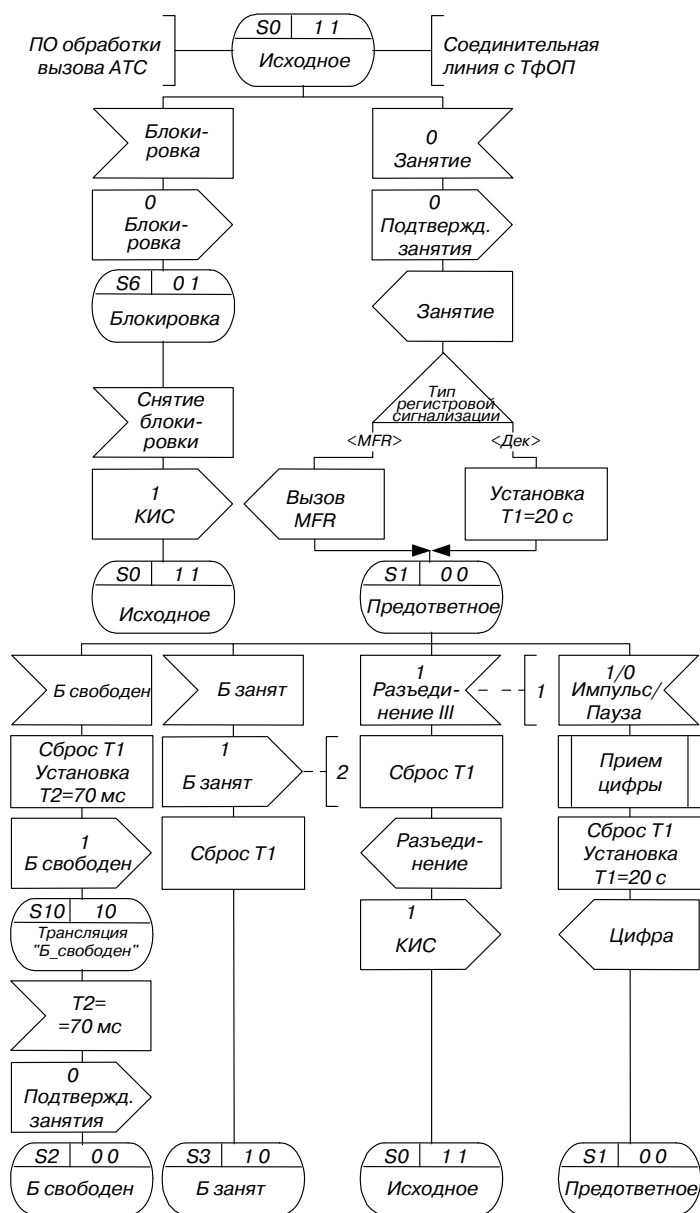
Рис. 7.6 Блок обработки входящего вызова INTOL OBS R. 13

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 – ожидание освобождения.

В процессе INTOL используются следующие таймеры:

- 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.



1. Сигнал короче 150 мс определяется как импульс набора номера. Этот же сигнал длиннее 150 мс является сигналом разъединения.
2. Если вызываемая сторона занята междугородным соединением (или соединением более высокого приоритета) или если срабатывает таймер T1, сигнал "Б занят" сопровождается зуммером "Занято".

Рис. 7.7 SDL-диаграмма процесса INTOL OBS R.13 (1 из 2)

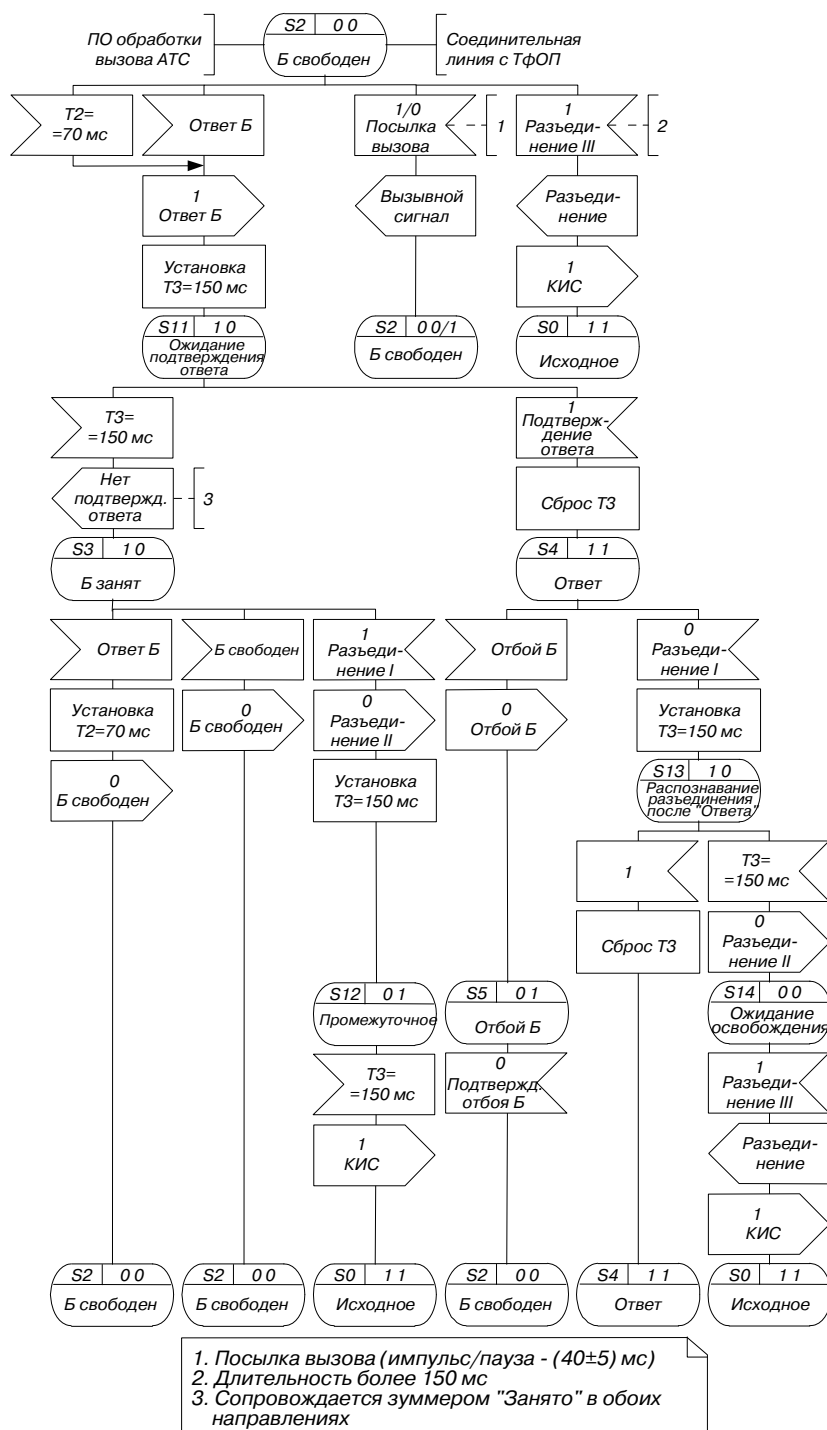


Рис. 7.7 SDL-диаграмма процесса INTOL OBS R.13 (2 из 2)

В исходном состоянии S0 процесс INTOL OBS R.13 ожидает линейный сигнал «Занятие» (0). В ответ на этот сигнал немедленно передается сигнал «Подтверждение занятия» (0), а также посылается сообщение «Занятие» в программное обеспечение обработки вызова АТС. Далее, в зависимости от типа регистровой сигнализации, либо передается сообщение о подключении процесса многочастотной сигнализации методом «импульсный челнок», рассмотренного в главе 6, либо, для случая декадного набора номера, устанавливается таймер T1=20 с, ограничивающий время ожидания первой цифры номера. В обоих случаях процесс переходит в предответное состояние S1.

В исходном состоянии S0 возможно также получение со стороны ПО обработки вызова АТС сообщения о блокировке, в результате чего передается сигнал «Блокировка» (0), и процесс переходит в состояние S6 блокировки. После снятия блокировки в СЛМ передается сигнал «Контроль исходного состояния» (1), и процесс переходит в исходное состояние S0.

В предответном состоянии S1 ожидается прием импульсов, пауз и межцифровых интервалов декадного набора номера, при их приеме определяются цифры номера вызываемого абонента, а процесс продолжает оставаться в предответном состоянии. Таймер T1=20 с максимально допустимого ожидания очередной цифры устанавливается в момент начала ожидания каждой цифры номера, включая первую цифру, и сбрасывается при получении первого импульса этой цифры.

Получение слишком длинного импульса, т.е. сигнала «1» длительностью более 150 мс, воспринимается как сигнал «Разъединение, III этап». В этом случае сбрасывается таймер T1, в программное обеспечение обработки вызова АТС передается сообщение о разъединении, в соединительную линию передается единичный сигнал контроля исходного состояния (КИС), а процесс переходит в исходное состояние S0.

В этом же предответном состоянии S1 ожидается получение одного из двух сообщений от ПО обработки вызова АТС.

Первое возможное сообщение – о занятости вызываемого абонента Б – вызывает передачу линейного сигнала «Б занят» (1), сброс таймера T1 и переход процесса в состояние S3 занятости вызываемого абонента Б. Если абонент Б занят междугородным или международным соединением, 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 таймер T2=70 мс на время передачи

сигнала «Б свободен» (1), а процесс переходит в состояние S10 трансляции этого сигнала.

После срабатывания таймера T2 в СЛМ передается линейный сигнал «Подтверждение занятия» (0), и процесс переходит в состояние S2 «Вызываемый абонент свободен».

В состоянии S2 возможно получение последовательности импульсов и пауз с частотой 40 ± 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 передается в ПО обработки вызова, в соединительную линию передается сигнал «Контроль исходного состояния» (1), а процесс возвращается в исходное состояние S0.

В состоянии S2 ожидается также сообщение от ПО обработки вызова об ответе абонента Б. В этом случае в соединительную линию передается линейный сигнал «Ответ Б» (1), устанавливается таймер T3=150 мс. Далее происходит переход во вспомогательное состояние S11 ожидания подтверждения ответа. После приема линейного сигнала «Подтверждение ответа» (1) сбрасывается таймер T3, а процесс переходит в разговорное состояние S4. В случае, если ответ не подтверждается в течение 150 мс, т.е. если срабатывает таймер T3, в ПО обработки вызова АТС передается сообщение об отсутствии подтверждения ответа, а процесс переходит в состояние S3 занятости вызываемого абонента Б.

В состоянии S3 ожидается линейный сигнал «Разъединение, I этап» (1), в ответ на который передается сигнал «Разъединение, II этап» (0), устанавливается таймер T3=150 мс, при срабатывании которого в СЛМ передается сигнал «Контроль исходного состояния», и процесс возвращается в исходное состояние S0.

В этом же состоянии S3 возможно снятие занятости абонента, о чем сигнализирует сообщение «Б свободен» от ПО обработки вызова АТС. При приеме этого сообщения в СЛМ передается 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 таймер T2=70 мс, в линию передается сигнал «Б свободен», и процесс переходит в состояние S2. В состоянии S2 после срабатывания таймера T2=70 мс в СЛМ передается линейный сигнал «Ответ Б», устанавливается таймер T3=150 мс, и процесс переходит в состояние S11 ожидания подтверждения ответа, о чем уже было сказано выше.

В разговорном состоянии S4 возможно получение от ПО обработки вызова АТС сообщения «Отбой Б», в результате чего в соединительную линию передается линейный сигнал «Отбой Б» (0), и процесс переходит в состояние S5 отбоя вызываемого абонента Б. В этом состоянии ожидается линейный сигнал «Подтверждение отбоя» (0), при приеме которого процесс переходит в состояние S2 «Б свободен».

В этом же состоянии S4 возможно разъединение со стороны соединительной линии. В этом случае выполняется полная процедура разъединения, т.е. принимается линейный сигнал «Разъединение, I этап» (0), устанавливается таймер T3=150 мс, и процесс переходит в состояние S13 распознавания разъединения после ответа.

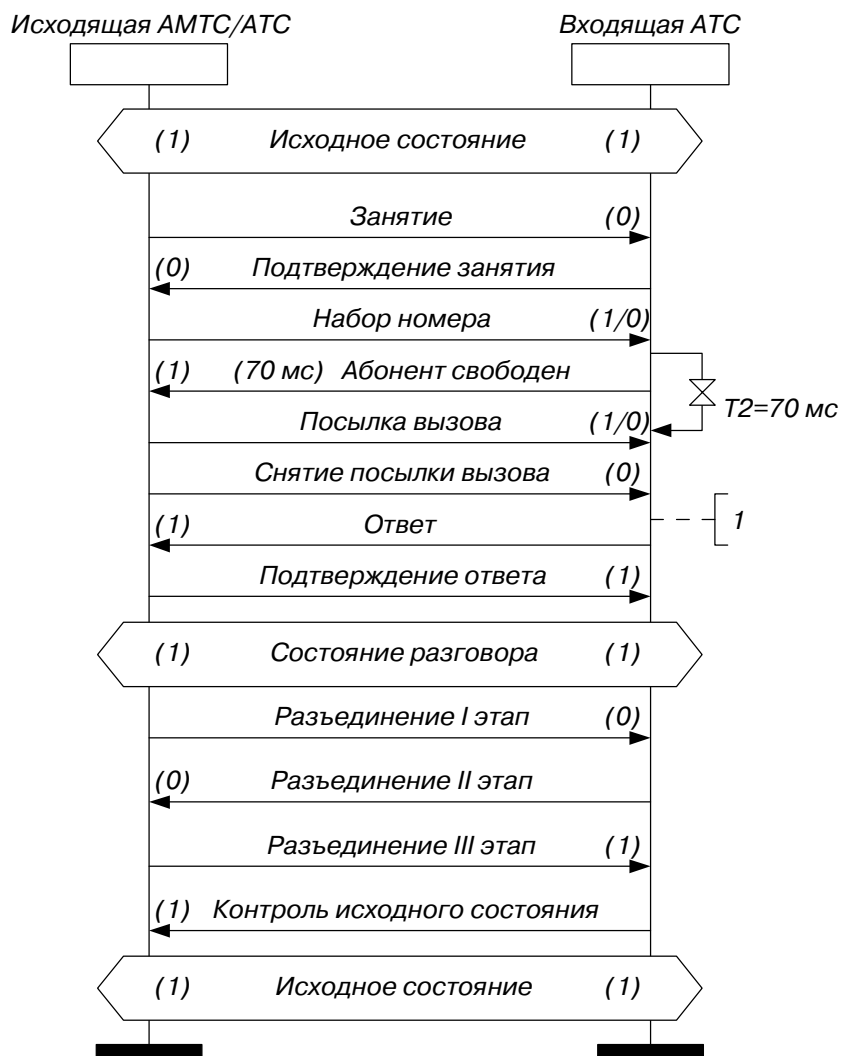
Во вспомогательном состоянии S13 возможно снятие сигнала разъединения, т.е. появление единичного сигнала в соединительной линии; в этом случае таймер T3 сбрасывается, а процесс возвращается в разговорное состояние S4. Если же в течение 150 мс линейный сигнал «Разъединение, I этап» остается в канале, то во встречном направлении в соединительную линию передается сигнал «Разъединение, II этап» (0), и процесс переходит в состояние S14 ожидания освобождения.

В состоянии S14 процесс ожидает линейный сигнал «Разъединение, III этап» (1), после приема которого в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о разъединении, а в соединительную линию – линейный сигнал «Контроль исходного состояния» (1). 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 7.8а рассматривается установление соединения к свободному абоненту, завершающееся разговором, по окончании которого первым кладет трубку вызывающий абонент А. Другой сценарий на рис. 7.8б отличается от предыдущего тем, что первым кладет трубку вызываемый абонент Б, и именно это служит причиной разъединения.

Сценарии на рис. 7.8в и 7.8г иллюстрируют ситуации, когда вызываемый абонент Б в момент входящего междугородного вызова занят местным разговором с абонентом В. В обоих случаях при входящем полуавтоматическом соединении имеет место вмешательство телефонистки. Между собой сценарии 7.8в и 7.8г 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

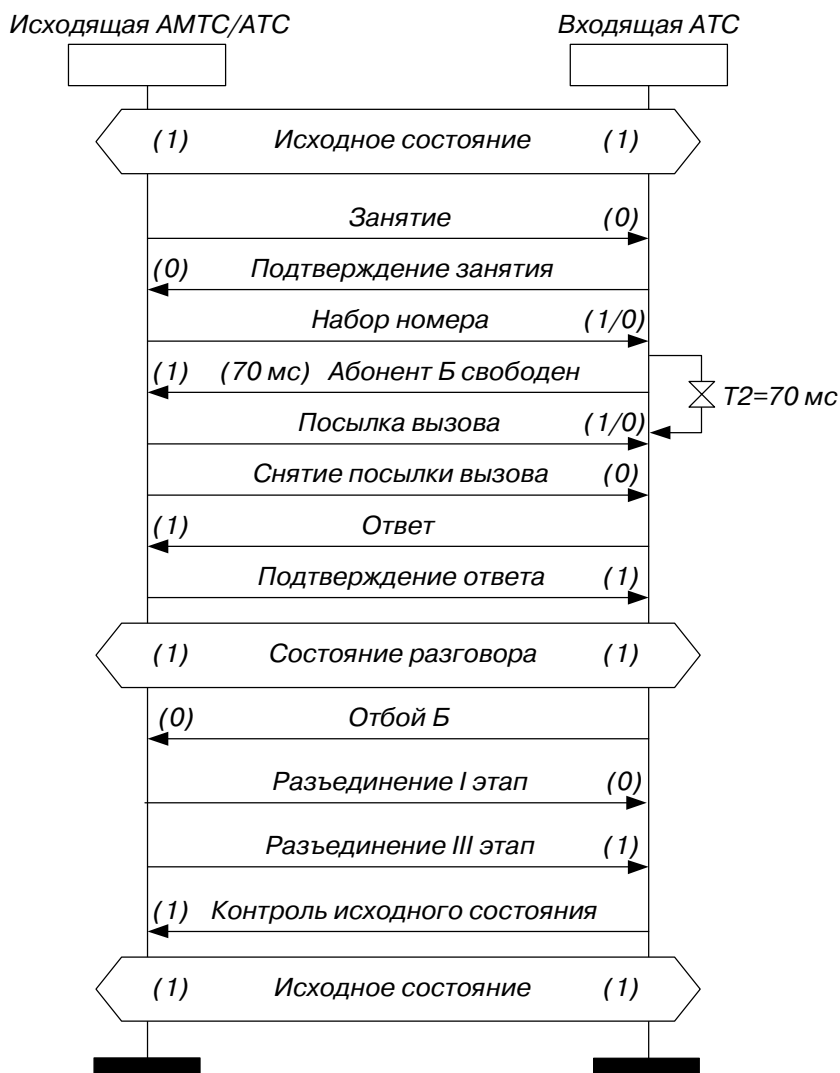
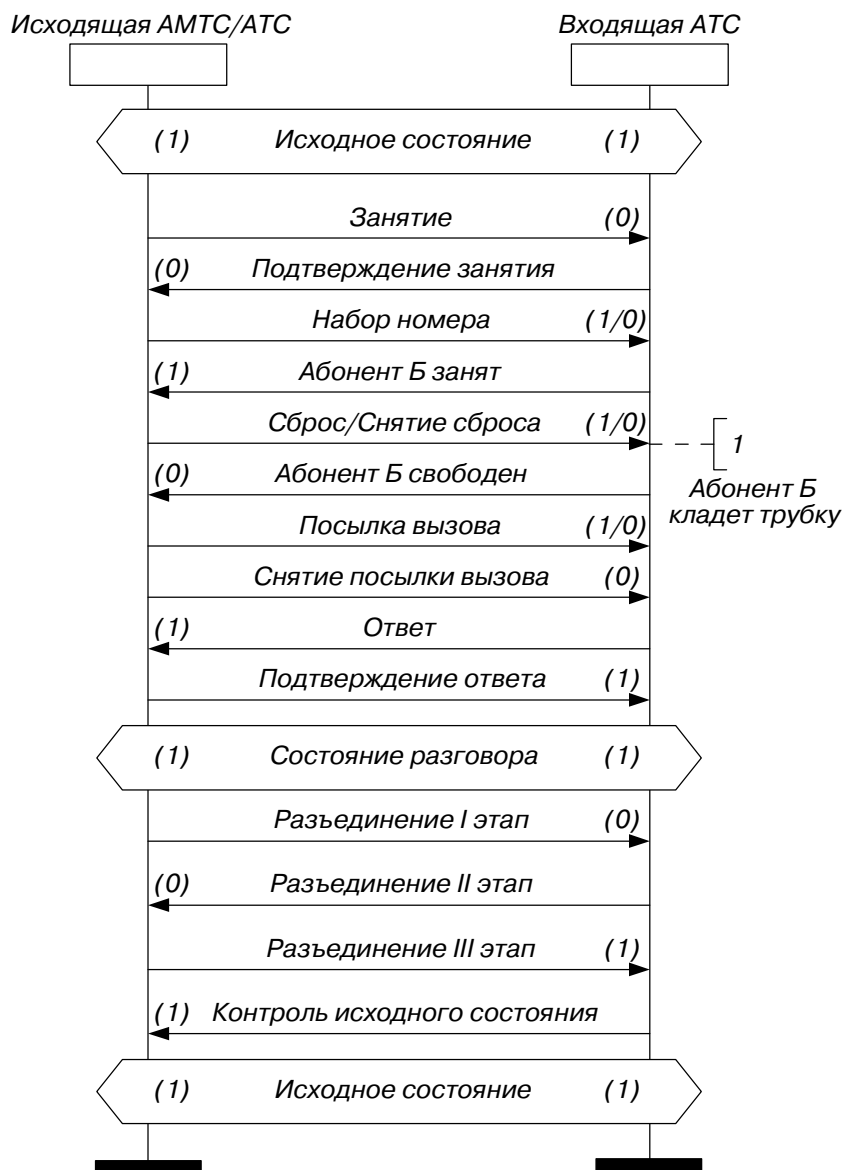


Рис. 7.8 б) установление соединения к свободному абоненту.
Отбой Б



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

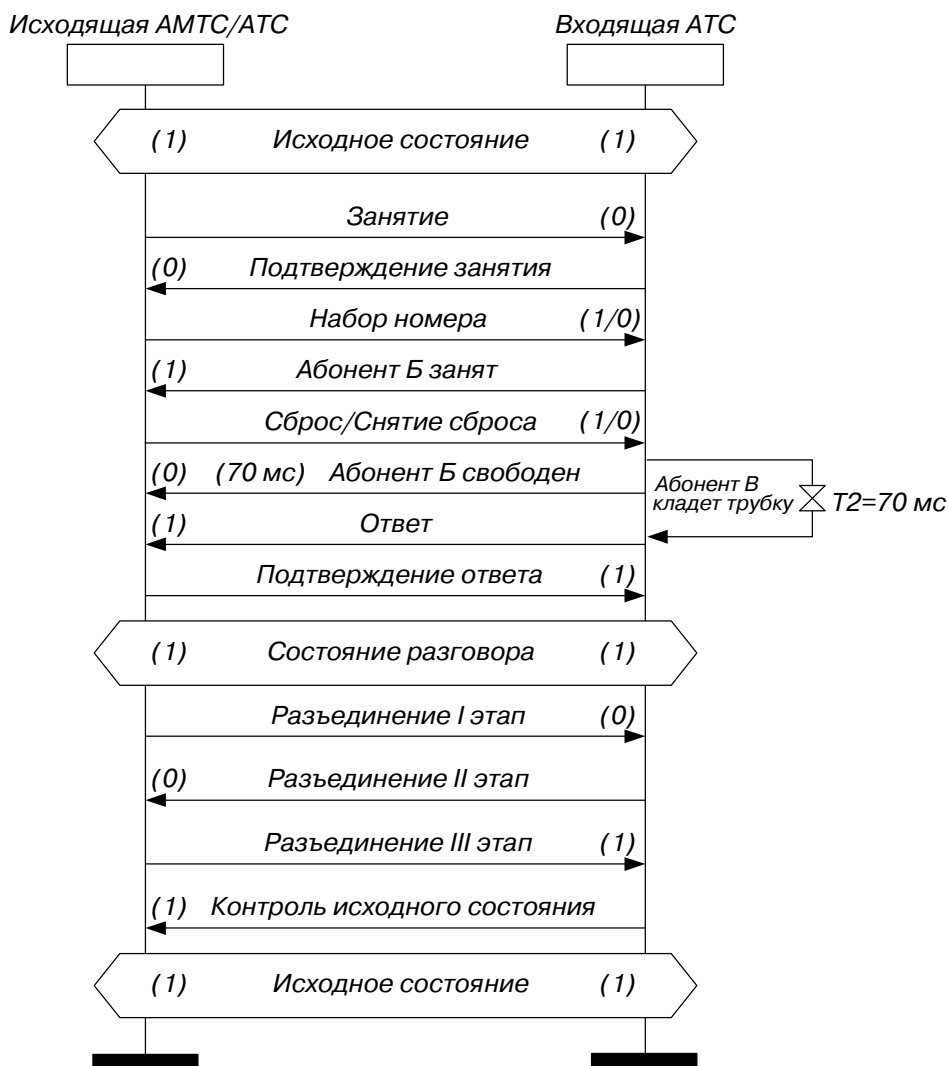


Рис. 7.8 г) соединение к занятому абоненту (полуавтоматика).
После вмешательства телефонистки МТС абонент В кладет трубку

7.3 Сигнализация по выделенному сигнальному каналу индуктивным кодом

Для организации местной и междугородной связи в сельских телефонных сетях между оконечными, узловыми и центральными АТС, как правило, используются общие пучки местных и междугородных соединительных линий одностороннего или двухстороннего использования. Для передачи линейных сигналов и сигналов управления по этим универсальным соединительным линиям часто используется индуктивный код.

При двухстороннем использовании соединительной линии приоритет в случае встречного ее занятия имеет соединение 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 сигнала занятия в течение 40 мс после приоритетного занятия соединительной линии, что 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 принцип сигнализации индуктивным кодом по физическим линиям.

Индуктивный сигнал, передаваемый по физической 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.

В существующих АТС имеются следующие релейные комплекты соединительных линий с индуктивным способом сигнализации: в АТСК-100/2000 для организации односторонних соединительных линий используются комплекты РСЛИ-И и РСЛВ-И, а 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-30С и др. – индуктивный код используется во временной (батареиной) форме.

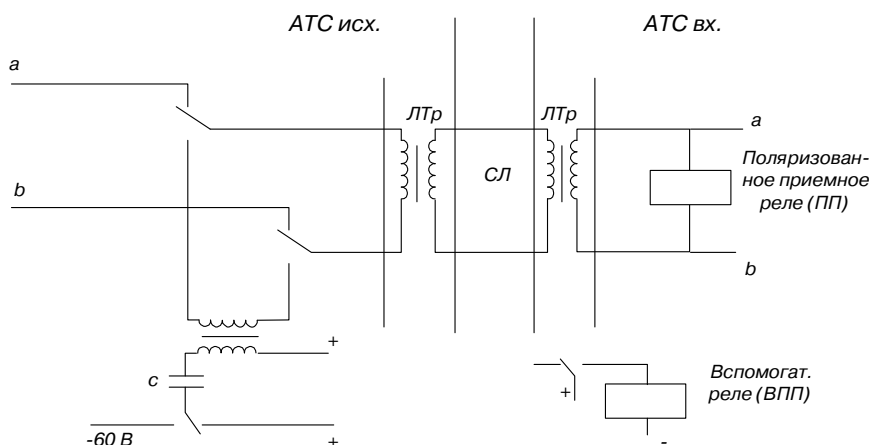


Рис. 7.9 Упрощенная схема передачи и приема сигналов индуктивным способом по двухпроводным СЛ

Подключение аппаратуры передачи к индуктивным комплектам АТС осуществляется по шестипроводной или четырехпроводной схеме (рис. 7.10).

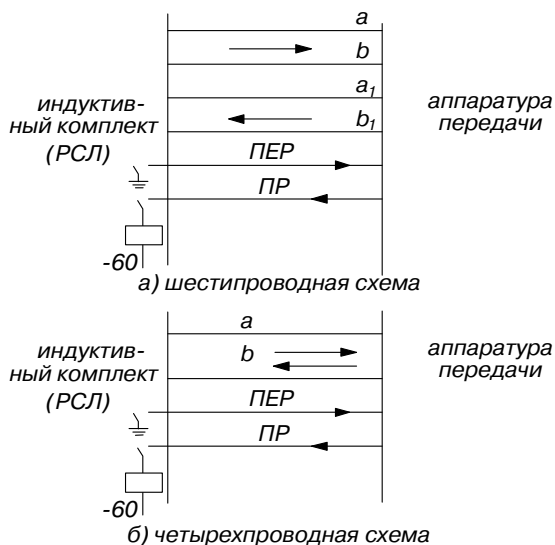
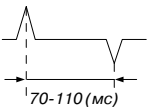
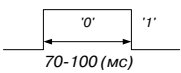
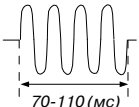
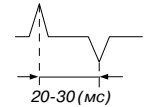
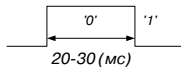
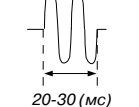
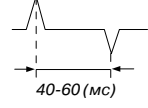
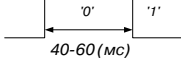
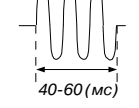
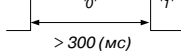
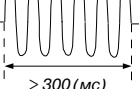


Рис. 7.10 Подключение аппаратуры передачи к индуктивным комплектам АТС

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, приведенное в табл. 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)			

В соответствии с названием данной главы и с учетом того, что доля неуплотненных двухпроводных физических соединительных линий с сигнализацией индуктивным кодом в российских телефонных сетях незначительна, далее в этом параграфе внимание читателя предполагается сосредоточить только на двух правых колонках таблицы 7.3.

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 BCT R. 11 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 S0 возможно получение от программного обеспечения обработки вызовов АТС одного из двух сообщений: о местном или междугородном исходящем вызове.

Сообщение о междугородном вызове передается в случае установления транзитного соединения от АМТС.

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 передача 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 130 мс
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 местном исходящем вызове в сторону входящей АТС передается линейный сигнал «Занятие» (ДС), устанавливается таймер $T1=10$ мин для ограничения непроизводительного времени занятия исходящей соединительной линии, и процесс переходит в предответное состояние S10 при исходящем местном вызове.

При исходящем междугородном вызове в соединительную линию передается короткий сигнал «Занятие», а процесс переходит в предответное состояние S20 при исходящем междугородном вызове.

В исходном состоянии S0 возможно обслуживание входящего вызова, т.е. получение сигнала «Занятие» со стороны соединительной линии. Это занятие может посылаться коротким сигналом (КС) или длинным сигналом (ДС). Для дальнейшей обработки сигнала занятия КС существенное значение имеет направление соединительной линии по отношению к междугородной АТС. Если это – направление от АМТС, данное занятие считается входящим междугородным, устанавливается таймер $T0=20$ с для ожидания цифр но-

мера, передается сообщение о входящем междугородном занятии в ПО обработки вызова АТС, а процесс переходит в предответное состояние S30.

Таблица 7.5 Сигналы индуктивного кода при междугородном соединении

№	Напр. сигнала	Название сигнала	Вид сигнала	Примечание
1	—→	Занятие	Короткий сигнал (КС)	В сельских телефонных сетях в случае соединения в сторону ЦС от ОС или УС при наборе абонентом "8" может передаваться "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:	Короткий сигнал (КС)	Время распознавания 15-35 мс
		а) Местная занятость б) Междугородная занятость	Сигнал отбоя (ОС)	Время распознавания 130 мс
7	<—	Отбой Б	Длинный сигнал (ДС)	Время распознавания 40-115 мс

Действия, выполняемые в случае, если принятый сигнал КС передан в направлении к АМТС, включают в себя передачу в ПО обработки вызова сообщения о входящем местном занятии при установлении соединения в сторону АМТС и перевод процесса в предответное состояние S40.

Если же для передачи входящего сигнала «Занятие» используется длинный сигнал (ДС), что означает местное занятие, то выполняются те же действия, что и при коротком сигнале в направлении к АМТС, т.е. в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о местном занятии, устанавливается таймер $T0=20$ с ожидания первой цифры номера и происходит переход в предответное состояние S40.

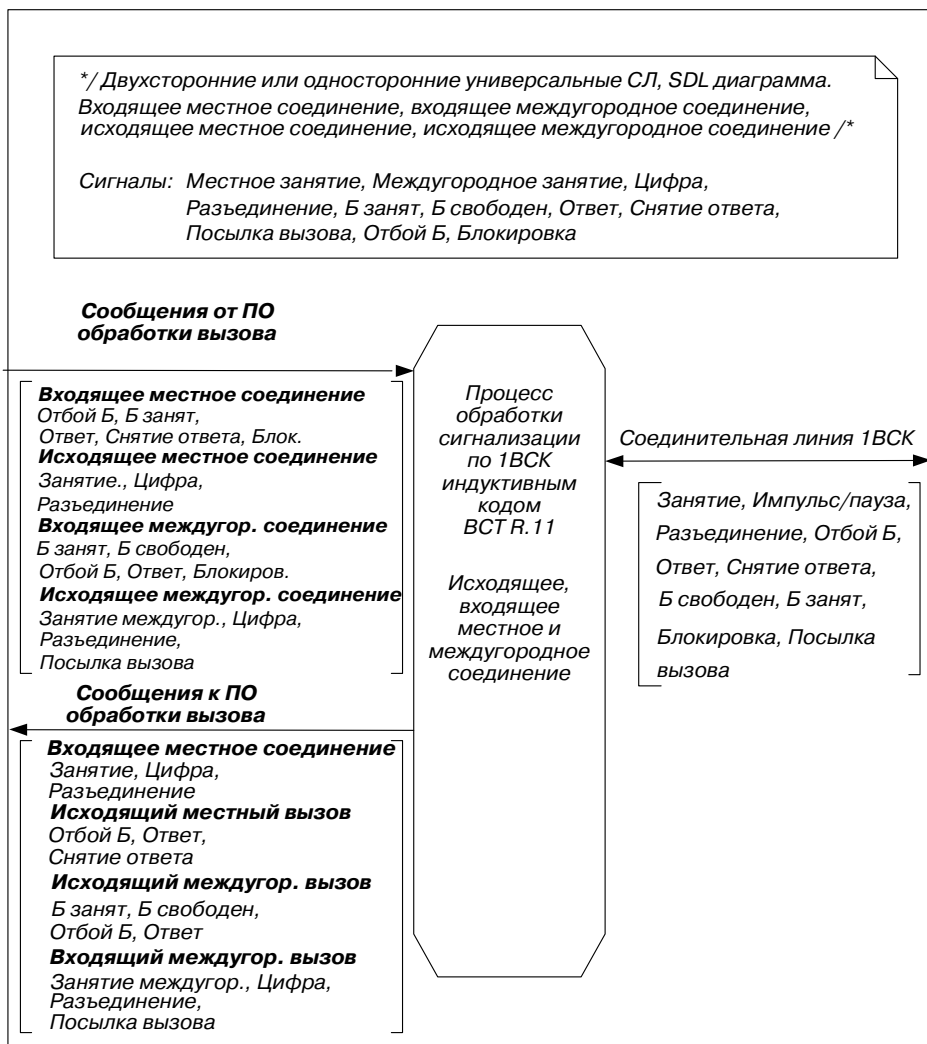


Рис. 7.11 Блок обработки сигнализации по 1ВСК
индуктивным кодом ВСТ R. 11

В предответном состоянии S10 от ПО обработки вызова АТС ожидается единственное сообщение с цифрой номера вызываемого абонента, при получении которой выполняется процедура трансляции цифр номера, начинающаяся с трансляции межцифрового интервала длительностью 600 мс и транслирующая затем импульсы и паузы длительностью 40–60 мс и интервалы между цифрами. После трансляции цифр номера в предответном состоянии S10 возможно получение сигнала занятости вызываемого абонента Б (ОС), в результате чего в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о занятости абонента Б, и процесс переходит в состояние блокировки S1.

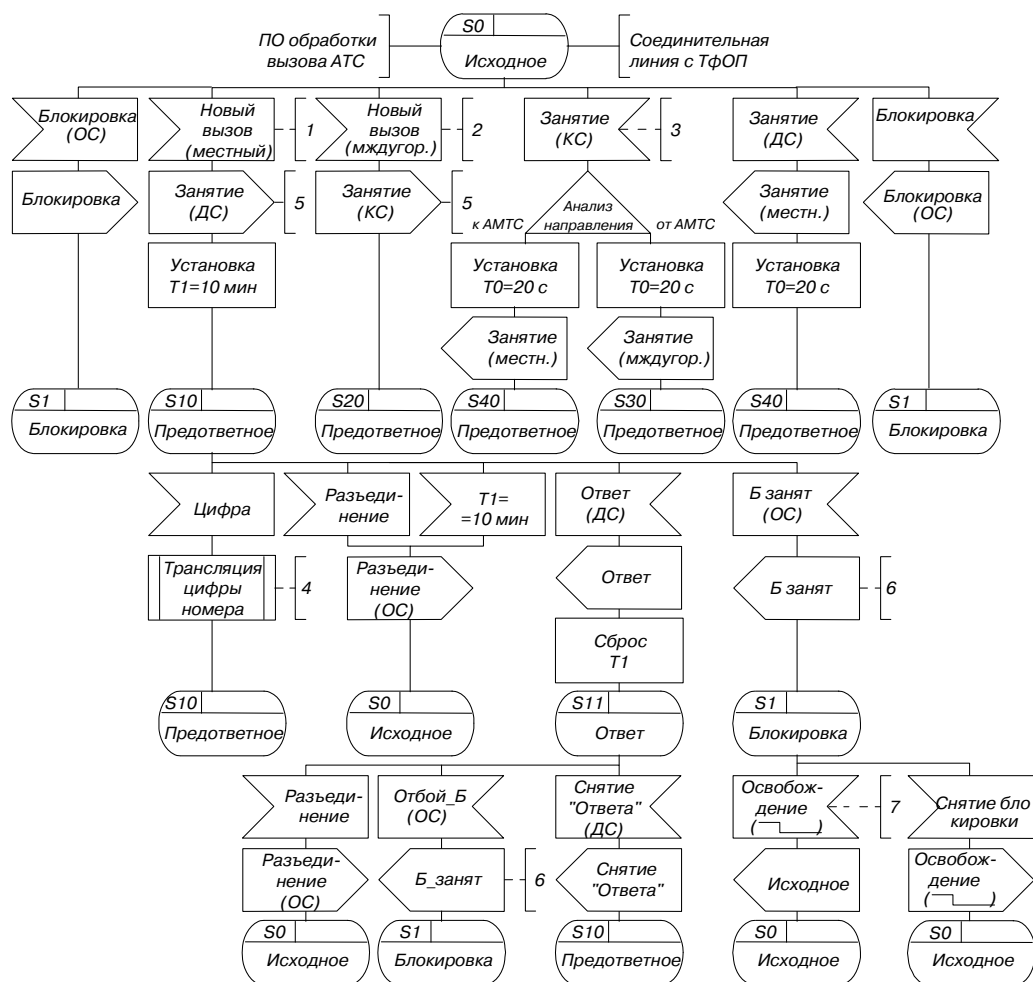


Рис. 7.12 SDL-диаграмма процесса обработки индуктивного кода по универсальным двухсторонним СЛ (1 из 4)

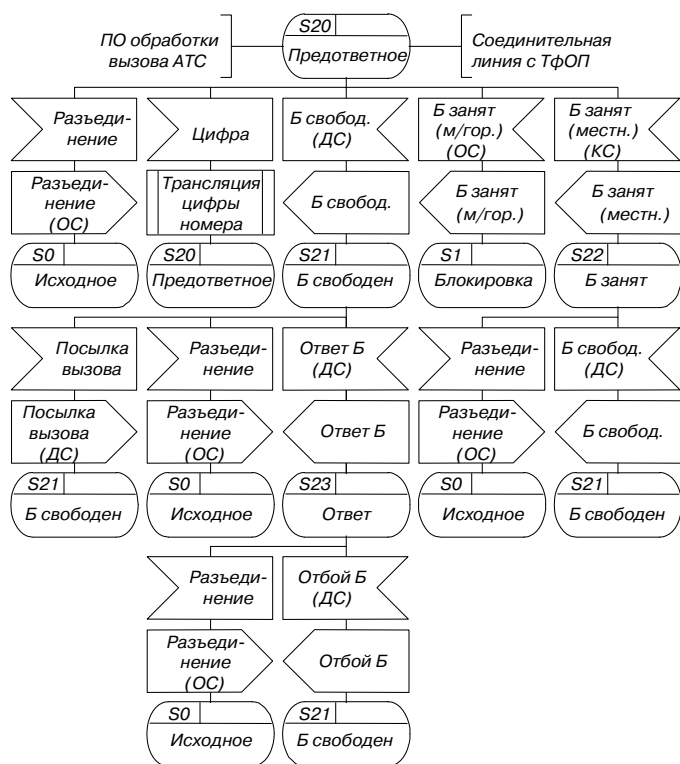


Рис. 7.12 SDL-диаграмма процесса обработки индуктивного кода по универсальным двухсторонним СЛ (2 из 4)

Второй возможный в состоянии $S10$ сигнал по соединительной линии от встречной АТС – сигнал «Ответ Б» (ДС). При получении этого сигнала сбрасывается таймер $T1$, а процесс переходит в состояние $S11$.

В случае отсутствия сигнала занятости или ответа вызываемого абонента в течение $T1=10$ мин в соединительную линию передается сигнал «Разъединение» (ОС), и процесс возвращается в исходное состояние $S0$. Эти же действия выполняются при получении команды «Разъединение» от ПО обработки вызова АТС.

В состоянии блокировки $S1$ ожидается единственный сигнал из соединительной линии – сигнал «Освобождение» (ОС) в виде заднего фронта импульса. При получении этого сигнала в ПО обработки вызова АТС передается сообщение «Исходное», и процесс возвращается в исходное состояние $S0$.

В разговорном состоянии $S11$ при исходящем местном вызове возможно получение из соединительной линии одного из двух линейных сигналов. Это сигнал «Снятие ответа» (ДС), возвращающий процесс в предответное состояние $S10$, и сигнал «Отбой Б» (ОС),

по которому в ПО обработки вызова АТС передается сообщение об отбое абонента Б и происходит переход процесса в состояние блокировки S1.

В состоянии S11 возможно также получение от ПО обработки вызова АТС команды разъединения, по которой в соединительную линию передается линейный сигнал «Разъединение» (ОС) и происходит переход в исходное состояние S0.

В случае исходящего междугородного вызова в предответном состоянии S20 от ПО обработки вызова АТС ожидается сообщение с цифрой номера и затем ведется трансляция цифр, начиная с межцифрового интервала 600 мс. Возможно и получение от ПО обработки вызова АТС команды разъединения, что вызывает передачу сигнала «Разъединение» (ОС) и переход в исходное состояние.

Со стороны соединительной линии в предответном состоянии S20 возможно получение сигнала о занятости абонента Б местным или междугородным соединением. В случае занятости междугородным соединением процесс переходит в состояние блокировки S1 с передачей соответствующего сообщения в ПО обработки вызова АТС.

В случае местной занятости процесс переходит в состояние S22 занятости абонента Б, в котором возможно получение от ПО обработки вызова АТС команды «Разъединение», что влечет за собой передачу линейного сигнала «Разъединение» (ОС). В состоянии S22 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, процесс ВСТ R.11 в состоянии S22 получает линейный сигнал «Б свободен» (ДС) и переходит в состояние S21 «Б свободен». В это же состояние S21 происходит переход и при получении линейного сигнала «Б свободен» в предответном состоянии S20.

В состоянии S21, когда вызываемый абонент Б свободен, возможно получение от ПО обработки вызова АТС команды посылки вызова или команды разъединения. В первом случае в соединительную линию передается линейный сигнал «Посылка вызова» (ДС) с сохранением текущего состояния процесса, во втором случае передается линейный сигнал «Разъединение» (ОС), и процесс возвращается в исходное состояние S0.

В этом же состоянии S21 возможно получение из соединительной линии линейного сигнала «Ответ Б», что переводит процесс ВСТ R.11 в разговорное состояние S23, выход из которого происходит при отбое вызываемого абонента Б или по команде разъединения от ПО обработки вызова АТС.

В предответном состоянии S30 при входящем междугородном занятии от АМТС производится прием и обработка импульсов и пауз набора номера вызываемого абонента Б, поступающих по соедини-

тельной линии, а также трансляция соответствующих цифр в ПО обработки вызова АТС. В случае срабатывания таймера ожидания цифры номера $T0=20$ с в соединительную линию передается линейный сигнал «Б занят» междугородным вызовом (ОС), а процесс переходит в исходное состояние $S0$. Возможно также получение из соединительной линии и сигнала «Разъединение», переводящего процесс в состояние блокировки $S1$.

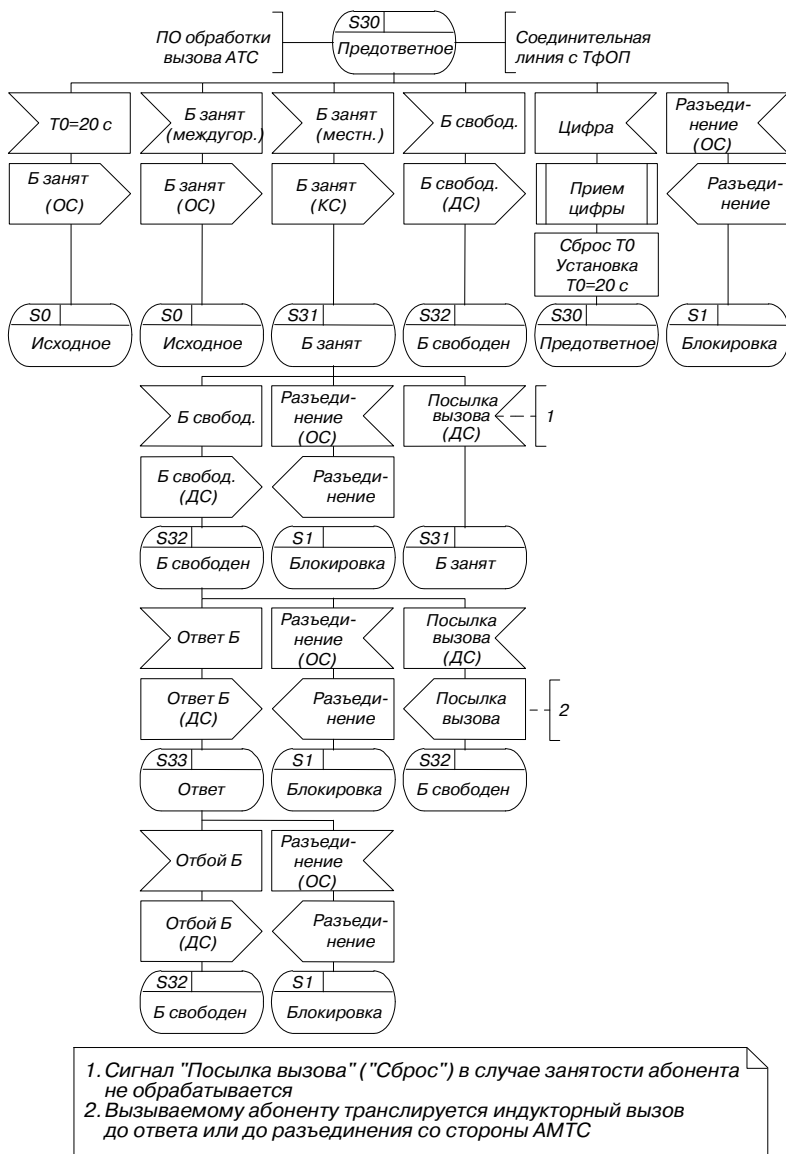


Рис. 7.12 SDL-диаграмма процесса обработки индуктивного кода по универсальным двухсторонним СЛ (3 из 4)

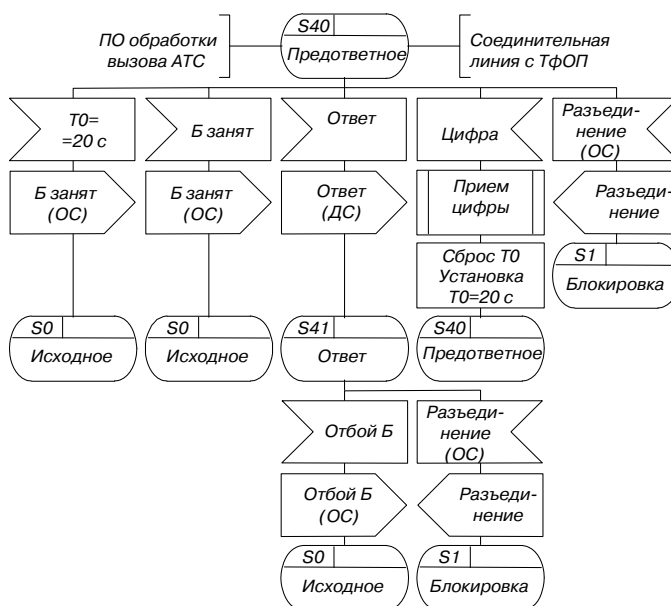


Рис. 7.12 SDL-диаграмма процесса обработки индуктивного кода по универсальным двухсторонним СЛ (4 из 4)

После приема достаточного количества цифр номера абонента Б в предответном состоянии S30 возможно получение из ПО обработки вызова АТС одного из трех сообщений: о занятости абонента Б местным или междугородным соединением, или о том, что абонент Б свободен. В случае занятости абонента Б междугородным соединением соответствующий линейный сигнал (ОС) передается в соединительную линию, а процесс возвращается в исходное состояние S0. В случае, если абонент Б занят местным соединением, в соединительную линию передается короткий сигнал КС, и процесс переходит в состояние S31 занятости абонента Б. И, наконец, если абонент Б свободен, в соединительную линию передается 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 данной книге при описании других протоколов сигнализации. С учетом рекомендаций следующей главы, в которой этот вопрос рассматривается специально, вмешательство целесообразно организовывать с некоторой задержкой для получения линейного сигнала «Разъединение» (ОС), который переводит процесс из состояния S31 в состояние блокировки S1. В состоянии S31 возможен линейный сигнал «Сброс/посылка вызова» (ДС), сохраняющий процесс в том же состоянии S31. Наконец, если вызываемый аба-

нент Б кладет трубку после вмешательства телефонистки или по другой причине, то от ПО обработки вызова АТС поступает сообщение о том, что абонент Б свободен, в соединительную линию передается линейный сигнал «Б свободен» (ДС), и процесс переходит в состояние S32.

В состоянии S32, когда вызываемый абонент свободен, возможен также прием из соединительной линии сигнала «Разъединение» (ОС) или сигнала «Посылка вызова» (ДС), а также прием от ПО обработки вызова АТС сообщения об ответе абонента Б. В последнем случае в соединительную линию передается линейный сигнал «Ответ Б», а процесс переходит в разговорное состояние S33. Выход из этого состояния происходит либо при отбое Б, либо при получении линейного сигнала «Разъединение» (ОС) от исходящей АТС.

В предответном состоянии S40 входящего местного соединения производится прием и обработка импульсов и пауз набора номера с последующей передачей цифр в ПО обработки вызова АТС. Возможно также получение из соединительной линии линейного сигнала «Разъединение», переводящего процесс в состояние блокировки S1. Кроме того, возможно срабатывание таймера $T0=20$ с ожидания очередной цифры номера, приводящее к передаче линейного сигнала «Б занят» и возвращению в исходное состояние S0.

После приема всех цифр номера в предответном состоянии S40 возможно получение от ПО обработки вызова АТС одного из двух сообщений: о занятости вызываемого абонента Б или об его ответе. В случае занятости абонента Б немедленно передается сигнал «Б занят» (ОС) и процесс переходит в состояние S0. В случае, если абонент Б ответил, передается сигнал ответа вызываемого абонента (ДС), и процесс переходит в разговорное состояние S41, выход из которого происходит либо при отбое вызываемого абонента Б с передачей линейного сигнала «Отбой Б» (ОС), либо при получении из соединительной линии сигнала «Разъединение». В последнем случае процесс переходит в состояние блокировки S1, выход из которого, как уже было сказано, происходит 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 обслуживания ВЫЗОВОВ

*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 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 информации о состоянии 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 гла-

ве), 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 («на 7 часов вечера – в течение часа»), абонент вынужден ожидать некоторое время предоставления ему заказанной связи. Вмешательство телефонистки дает возможность этому абоненту свободно пользоваться своим телефоном и, в то же время не пропустить заказанный разговор.

Некоторые ограничения, налагаемые на процесс вмешательства телефонистки, и их особенности состоят в следующем.

Первое ограничение заключается в том, что вмешательство недопустимо, если вызываемый абонент вовлечен в другой междугородный разговор. Однако электромеханические АТС не различают исходящее местное и исходящее междугородное соединение. Поэтому любой исходящий вызов рассматривается как местный, в связи с чем возможны и нежелательные последствия вмешательства телефонистки. Конечно, программно-управляемые системы коммутации могли бы защитить междугородные соединения на основе анализа 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 во время введения процедуры вмешательства телефонистки не существовали.

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).

Сигнал занятости вызываемого абонента Б посылается на АМТС. Он отображается миганием лампы на рабочем месте оператора (телефонистки). Через время T_1 происходит 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 передается 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 трехсторон-

нее соединение, что является бессмысленным действием, т.к. в любом случае будет передан 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, и во избежание возможных нежелательных последствий. Задержка должна быть достаточной для формирования сигнала разъединения в АМТС. Это решение также снизит требуемое количество комплектов конференц-связи в местной цифровой АТС. А в редких случаях обслуживания вызова с участием телефонистки вводимая задержка будет для нее незаметна.

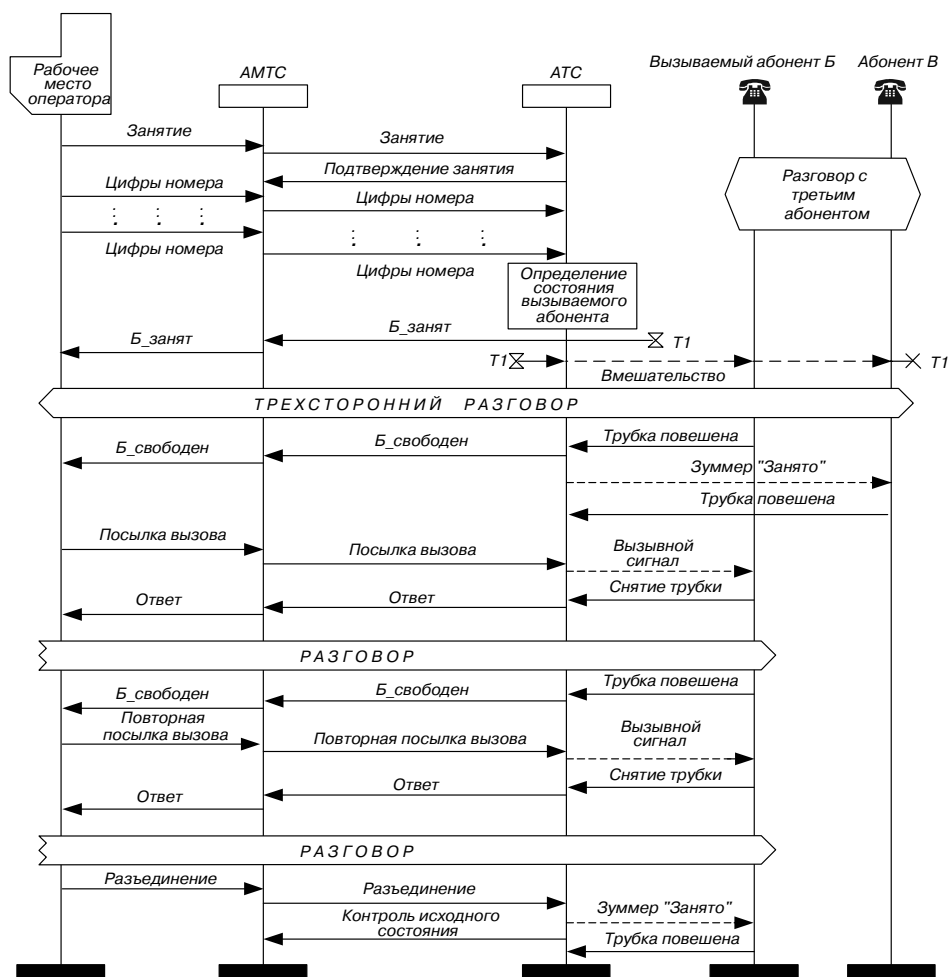


Рис. 8.1 Соединение, управляемое телефонисткой (полуавтоматическое), при занятости вызываемого абонента

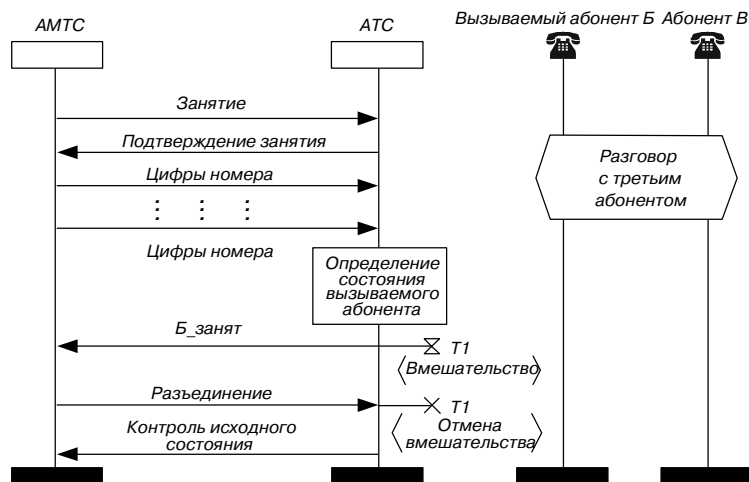


Рис. 8.2 Автоматическое установление соединения при занятости вызываемого абонента

И, наконец, сомнительной представляется поддержка возможности вмешательства телефонистки для современных учреждений АТС, обладающих целым рядом дополнительных услуг конференц-связи, переадресации, передачи данных и др. Эффективной заменой процедуры вмешательства телефонистки при занятости вызываемого абонента может служить соединение с оператором УАТС.

8.2 Автоматическое определение номера вызывающего абонента

Как отмечалось в главе 1, исторически сложившиеся правила определения стоимости услуг связи в 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 в сетях имелись только электромеханические АТС, уже существовало оборудование многочастотной сигнализации методом «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 принципа передачи сигналов, чтобы станция, нуждающаяся в информации о номере

вызывающего абонента, могла 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 сперва вызывался оператор и посылал затем обратный 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, что будет показано в параграфе 8.4.

Одним из двух компонентов запроса АОН был выбран линейный сигнал «Ответ». Основное соображение в пользу такого решения состояло в том, что разговорный тракт в электромеханических станциях коммутируется именно по этому сигналу. Вторым 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.

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 передается 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 отключении 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 передается на протяжении 800 мс, если только информация АОН не начнет поступать раньше.

После получения линейного сигнала «Ответ» оборудование исходящей станции должно переключить разговорный тракт от телефонного аппарата абонента ко входу приемника 500 Гц. Если сигнал 500 Гц не будет распознан за 400 мс, разговорный тракт восстанавливается.

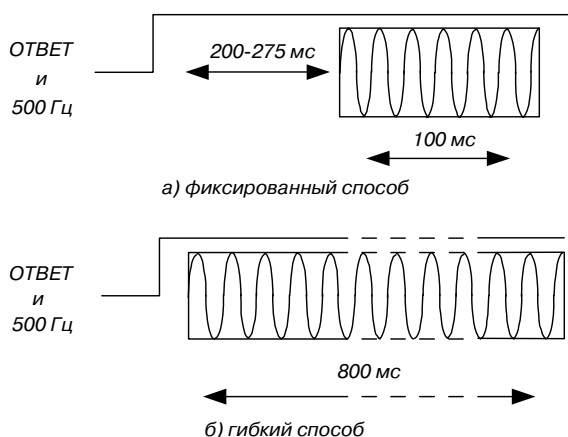


Рис. 8.3 Временная диаграмма передачи запроса АОН

Частотный запрос АОН должен обнаруживаться в широком динамическом диапазоне с разбросом частоты 500 ± 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 сразу после определения сигнала запроса. Передача информации происходит по разговорному тракту, 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, K_a ;
- 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 ± 0.8 дБ. Разница во времени 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:

$$\begin{aligned} f_0 &= 700 \text{ Гц}; & f_1 &= 900 \text{ Гц}; & f_2 &= 1100 \text{ Гц}; \\ f_4 &= 1300 \text{ Гц}; & f_7 &= 1500 \text{ Гц}; & f_{11} &= 1700 \text{ Гц}. \end{aligned}$$

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 "1"
2	700 и 1100 Гц	Цифра "2"
3	900 и 1100 Гц	Цифра "3"
4	700 и 1300 Гц	Цифра "4"
5	900 и 1300 Гц	Цифра "5"
6	1100 и 1300 Гц	Цифра "6"
7	700 и 1500 Гц	Цифра "7"
8	900 и 1500 Гц	Цифра "8"
9	1100 и 1500 Гц	Цифра "9"
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 категории, 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 содержится 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 Аи, разумеется, код начала кодограммы '13'. Тогда передаваемая информация будет иметь вид:

$$\{d \ c \ b \ a \ ['13' \ Ka \ g \ f \ e \ d \ c \ b \} \ a \ ['13' \ Ka \ g \ f \ e \dots,$$

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. $g = Ka$. 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 зонную, междугородную и международную сети и на платные спецслужбы. |
| Категория 4. | Телефон учрежденческий с возможностью выхода на автоматическую зонную, междугородную и международную сети и на платные спецслужбы; обеспечивается приоритет при установлении соединений в зонной и междугородной сетях. |
| Категория 5. | Телефон учреждений Министерства связи с возможностью выхода на автоматическую зонную, междугородную и международную сети и на платные спецслужбы; разговоры с телефона должны учитываться, но плата за них начисляться не должна. |
| Категория 6. | Междугородный таксофон и телефон переговорного пункта с возможностью выхода на автоматическую зонную 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 спецслужбами. |

- Категория 7. Телефон квартирный, учрежденческий с возможностью выхода на автоматическую зоновую, междугородную и международную сети и на платные спецслужбы.
- Категория 8. Телефон учрежденческий с подключением устройства передачи данных, факсимильных сообщений и сообщений электронной почты и с возможностью выхода на автоматическую зоновую, междугородную и международную сети.
- Категория 9. Местный таксофон.
- Категория 10. Резерв.

Хотя процедура АОН оказывает весьма негативное воздействие на цифровую коммутацию, она, тем не менее, широко используется и сегодня для получения в любом узле телефонной сети информации о номере вызывающего абонента с целью:

- выдачи счета за междугородный (международный) разговор;
- выдачи счета за платные услуги (справки, услуги почты и т.д.);
- прослеживания злонамеренного вызова;
- получения 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, поддерживающего прием запроса АОН и трансляцию кодограммы, приведена на рис. 8.4.

В процессе задействованы два таймера: 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 от программного обеспечения обработки вызова АТС ожидается сообщение о наличии исходящего вызова, а после его приема выполняется процедура формирования кодограммы АОН, и процесс переходит в предответное состояние S1.

В состоянии S1 возможно получение от ПО обработки вызова АТС сообщения «Разъединение», в результате чего процесс возвращается в исходное состояние и ожидает нового исходящего вызова.

Более вероятно получение от ПО обработки вызовов АТС сообщения о приеме в процессе ОТЛОС линейного сигнала «Ответ/запрос АОН». При этом в ПО обработки вызова АТС передается сообщение о необходимости временно разомкнуть разговорный тракт и проверяется наличие свободных приемников 500 Гц. В том случае, если свободного приемника 500 Гц нет, в ПО обработки вызова АТС пере-

дается сообщение о сбое, а процесс возвращается в предответное состояние S1. Если же такой приемник существует, он отмечается занятым с помощью команды «Подключение приемника 500 Гц», устанавливаются таймеры T1 и T2, а процесс переходит в состояние S2 для приема частотного сигнала 500 Гц.

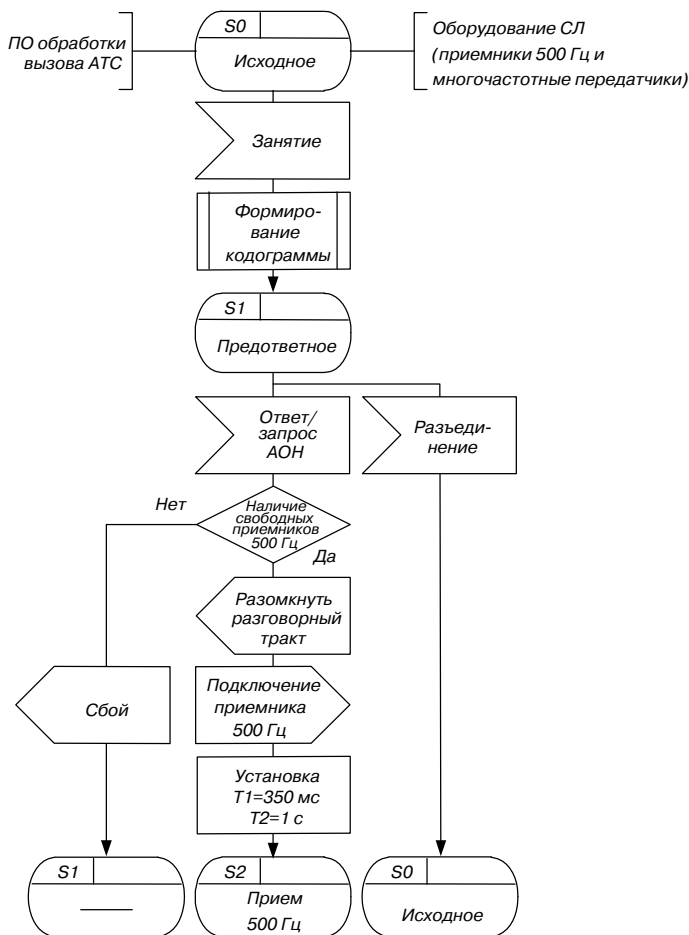


Рис. 8.4 SDL-диаграмма процесса CNI U.01 передачи информации АОН (1 из 2)

Напомним, что таймер T1 отмеряет 350-450 мс для ограничения времени ожидания частотного сигнала 500 Гц. Таймер T2, отмеряющий 980-1020 мс, ограничивает общее время выполнения процедуры АОН, начиная с момента получения линейного сигнала «Ответ».

Итак, в состоянии S2 ожидается достоверно распознанный сигнал 500 Гц. В результате получения этого сигнала сбрасывается таймер T1, отключается приемник 500 Гц и начинается передача кодограммы с переходом процесса в состояние трансляции S3.

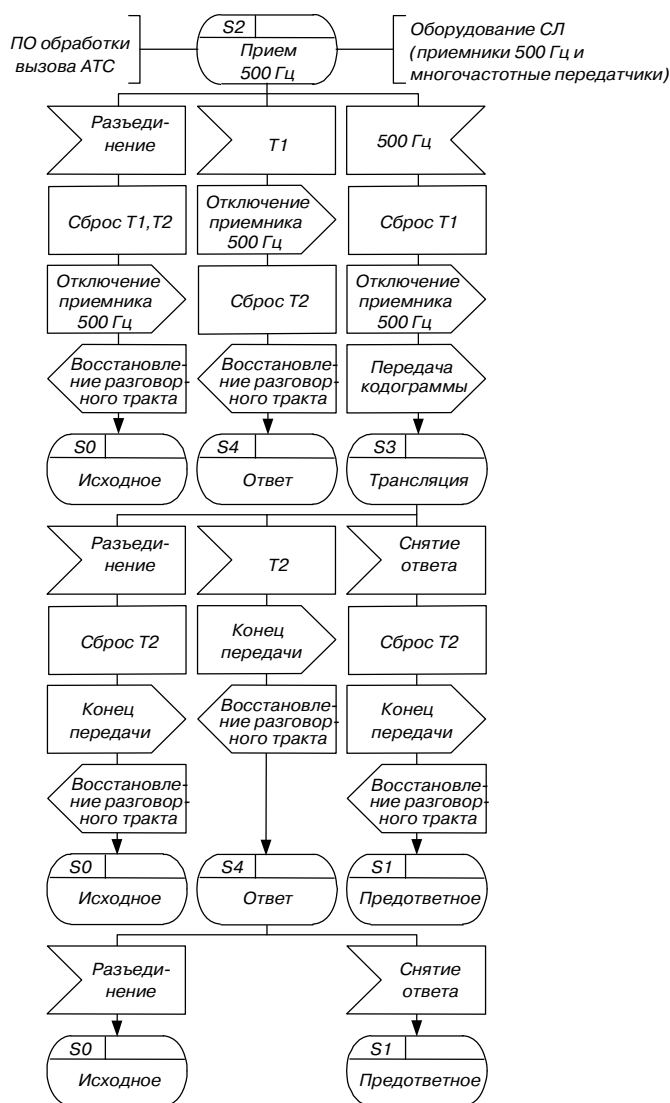


Рис. 8.4 SDL-диаграмма процесса CNI U.01 передачи информации АОН (2 из 2)

Возможно также, что линейный сигнал «Ответ/запрос АОН» не сопровождается частотным сигналом 500 Гц и является просто сигналом ответа. В этом случае срабатывает таймер T1, отключается приемник 500 Гц, сбрасывается таймер T2, и процесс переходит в состояние ответа S4.

И, наконец, возможно получение от ПО команды «Разъединение» во время ожидания частоты 500 Гц, в результате чего сбрасываются оба таймера, освобождается занятый ранее приемник 500 Гц, вос-

становливаются разговорный тракт, и процесс возвращается в исходное состояние S0.

В состоянии трансляции S3 от ПО обработки вызова АТС ожидается сообщение о приеме сигнала «Снятие ответа», в результате чего сбрасывается таймер T2, командой «Конец передачи» освобождается многочастотный передатчик, восстанавливается разговорный тракт, и процесс возвращается в предответное состояние. Те же действия производятся при срабатывании таймера T2: так же передается команда «Конец передачи» в многочастотный передатчик и восстанавливается разговорный тракт, однако процесс переходит в состояние ответа S4. Данное состояние процесса изменяется по команде из ПО обработки вызова АТС; это может быть либо команда «Разъединение», переводящая процесс в исходное состояние, либо команда «Снятие ответа», которая переводит процесс в предответное состояние, сохраняя возможность передачи кодограммы при получении нового запроса АОН.

Этим исчерпывается спецификация довольно простого процесса приема запроса АОН и передачи кодограммы. Еще более очевиден алгоритм выполнения процедуры формирования кодограммы, который подробно 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 соединения. Передача информации о номере и категории вызывающего абонента производится всегда при получении линейного сигнала «Ответ» и, одновременно, 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 «0»), в момент ответа вызываемого абонента; в случае вызова платных спецслужб, в любой момент времени в процессе разговора для прослеживания злонамеренного вызова и пр.

Средняя доля междугородных исходящих вызовов в общем числе исходящих вызовов составляет примерно 8%, и в 15% этих случаев

необходим повторный запрос АОН из-за искажений принятой информации. В 5% междугородных вызовов делается третья попытка идентификации вызывающего абонента. После этого определение номера вызывающего абонента на междугородной станции заканчивается независимо от того, была последняя попытка успешной или нет. Между запросами может проходить время от 0.3 с до 1.2 с. Максимальная длительность попытки 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 0.9 с.

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 в телефонных сетях СНГ ситуация в области АОУ с АОН обусловлена следующими двумя факторами:

- не самой эффективной реализацией не очень обоснованного требования обеспечить возможность определения номера вызывающего абонента в любой фазе установления соединения;
- успехами СБИС-технологии, позволившими пользоваться 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. За рубежом аналогичные услуги могут быть предоставлены 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.

Для вызываемого абонента наличие этой услуги чрезвычайно удобно. Более того, ее реализация является практически бесплатной по сравнению со стоимостью подобной услуги в сетях ISDN, так что число пользователей АОУ с АОН, вероятнее всего, будет продол-

жать 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 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 в этой ситуации можно, в принципе, вспомнить про тезис о нарушении Прав человека. 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 запрос АОН и прием кодограммы непосредственно в АТС, а не в оконечных абонентских устройствах, например, для определения источника злонамеренных вызовов.

Эти функции реализуются процессом CNI U.02 запроса и приема информации АОН, SDL-диаграмма которого приведена на рис. 8.5.

В процессе используются следующие таймеры:

$T1 = 800-850 \text{ мс}$ – максимальная длительность трансляции частотной посылки 500 Гц запроса АОН;

$T2 = 1150-1650 \text{ мс}$ – время ожидания кодограммы АОН.

В исходном состоянии S0 процесса CNI U.02 ожидается единственное сообщение от ПО обработки вызова АТС – «Занятие». Это сообщение поступает одновременно с передачей линейного сигнала «Ответ» соответствующим процессом линейной сигнализации. При получении сигнала «Ответ» устанавливаются таймеры $T1$ и $T2$, выдается команда передать в соединительную линию частоту 500 Гц и происходит подключение многочастотного приемника (ПрМ).

Далее процесс переходит в состояние S1 ожидания информации кодограммы АОН.

В этом состоянии возможно сообщение о приеме первой цифры кодограммы АОН, после чего сразу же сбрасывается таймер $T1$ и пре-

кращается передача частотного сигнала 500 Гц. При приеме всей кодограммы, т.е. при получении ее последней цифры, сбрасывается и таймер T2, а также освобождается многочастотный приемник. Затем выполняется процедура декодирования кодограммы, в результате чего информация о номере и категории абонента А передается в программное обеспечение обработки вызова АТС. Процесс переходит в исходное состояние S0.

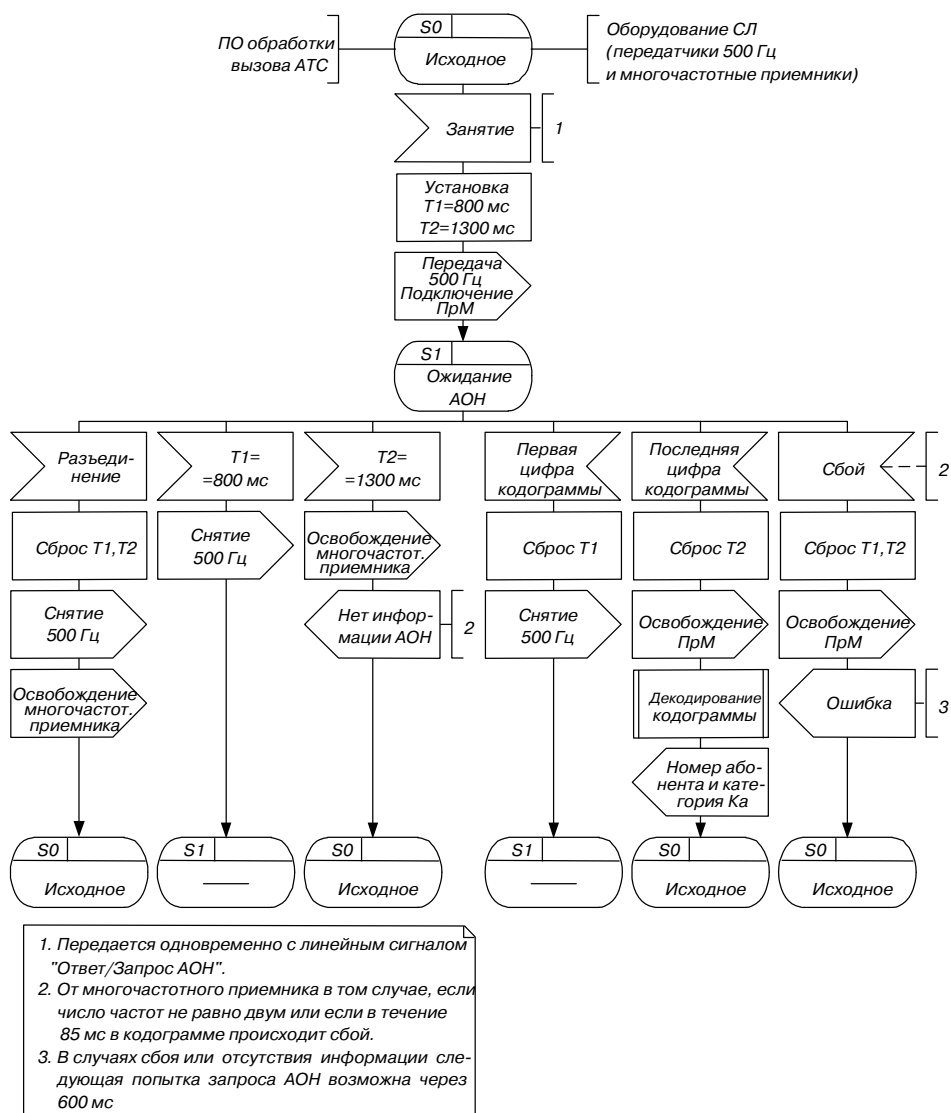


Рис. 8.5 SDL-диаграмма процесса CNI U.02 запроса и приема информации АОН

На рис. 8.7 представлен сценарий исходящего междугородного вызова с набором собственного номера, который поясняет эту процедуру.

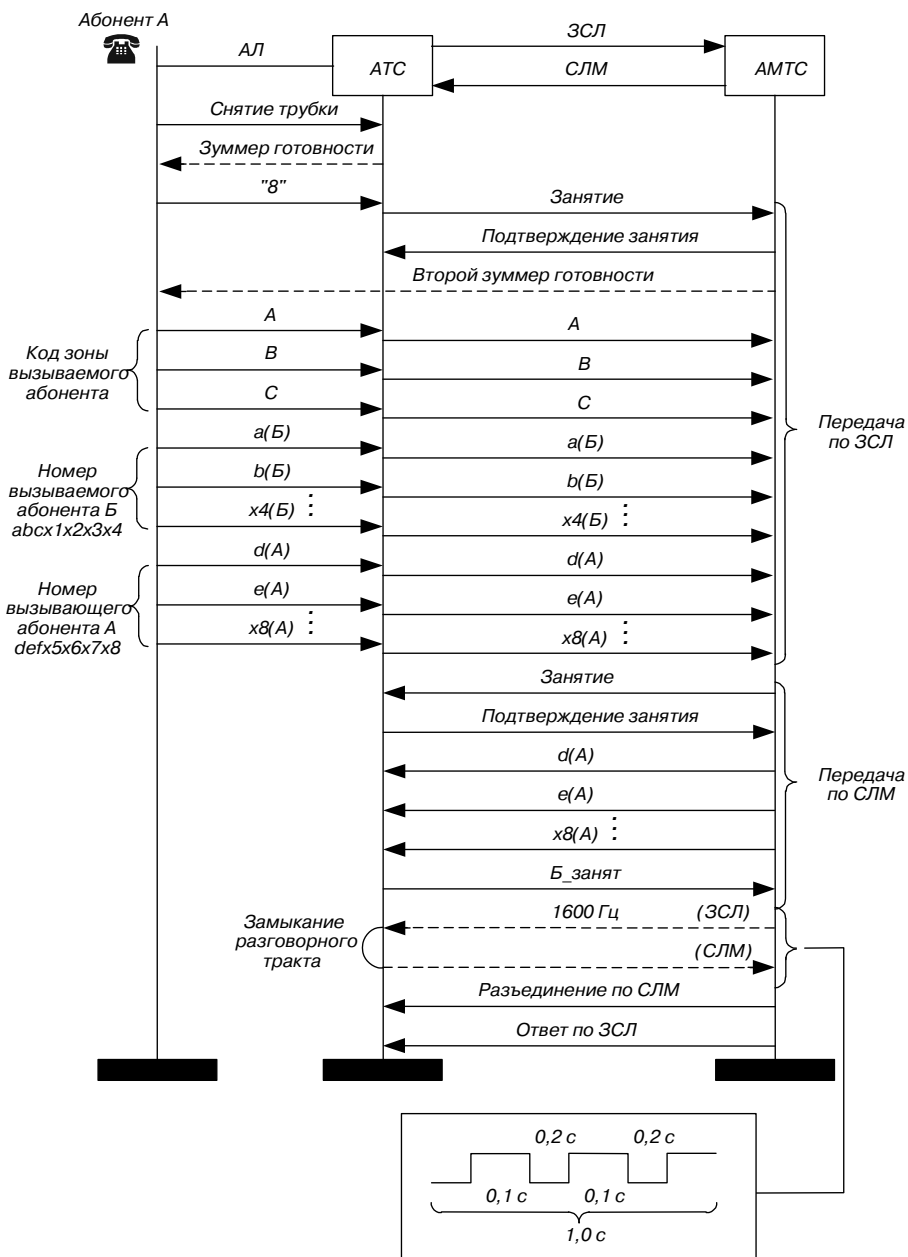


Рис. 8.7 Сценарий исходящего междугородного вызова с набором собственного номера

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 передает сигнал «Подтверждения занятия» и одновременно с этим передает абоненту второй зуммер «Готово».

Получив второй зуммер, абонент начинает набирать междугородный номер вызываемого абонента Б, начинающийся с трехзначного кода зоны АВС и заканчивающийся семизначным абонентским номером $abcx1x2x3x4$.

Все цифры этого номера фиксируются в регистре РСЛА междугородной телефонной станции и, параллельно, – в аппаратуре учета стоимости (АУС).

После набора всех десяти цифр номера 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»).

Последние 7 цифр (собственный номер абонента А) из регистра РСЛА транслируются в I/II ГИМ междугородной станции, который по свободной междугородной соединительной линии передает сигнал «Занятие» на АТС, а затем, получив подтверждение занятия, транслирует полностью номер вызываемого абонента.

Исходящая АТС, получив по СЛМ номер уже ранее занятого абонента А, передает линейный сигнал «Б занят» и подключает 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 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 использовать в соединении ЗСЛ. Для этого в СЛМ передается линейный сигнал «Разъединение», освобождающий соответствующие приборы, а по ЗСЛ передается 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 зоновый вызов. В этом случае вместо кода ABC 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 цифрами 0 или 2.

И, наконец, если номер вызывающего абонента набран неверно, то петля не замыкается, отсутствует цепь для тока проверочной частоты 1600 Гц, и после секундной выдержки времени проверочное устройство ОПУ выдаст в РСЛА команду, запрещающую обслуживание данного вызова. В результате этого в СЛМ передается сигнал «Разъединение», а по ЗСЛ – зуммер «Занято» 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 $abcx1x2x3x4$ набирается двух- или трехзначный код услуги $0x1x2$ и $0x1$. 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 ± 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 МККТТ

*Verite au deca 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, №2, №3, №4, №5

В предыдущих главах рассмотрены специфические протоколы сигнализации Единой сети электросвязи (ЕСЭ) 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 в 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 социалистические страны, практически не преодолевали границ СССР. Причины такого положения вещей плохо понятны автору, хотя приведен-

ная в качестве эпиграфа к данной главе мысль Блеза Паскаля не только констатирует, но и отчасти объясняет исторические предпосылки сложившейся ситуации.

Чтобы не завершать эту преамбулу на столь пессимистической ноте, следует предупредить читателя, что радикальное изменение положения с унификацией протоколов сигнализации в российских телефонных сетях связано с введением стандартизированной ITU-T системы общекабельной 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, эксплуатируемых в российской телефонной сети общего пользования и 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 следующий 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, описываемыми в главе 10.

Система №1 была принята на X Пленарной ассамблее ITU-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 прерывания 20 Гц. Основные компоненты показаны на рис. 9.1. Данная система является системой прямой посылки вызова, в которой сигналы занятия и освобождения передаются в виде импульсов 500/20 Гц.

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 передачи 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 частотами 600 и 750 Гц. Система

имеет ограниченное применение в сетях некоторых стран при полуавтоматических системах обслуживания вызовов, но никогда не использовалась на практике для международной связи.

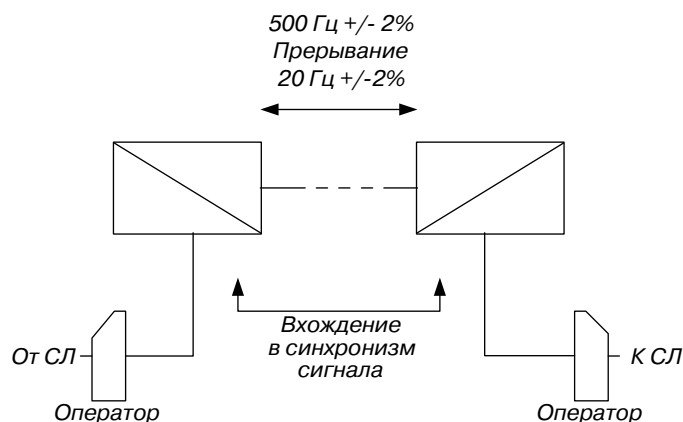


Рис. 9.1 Основные компоненты системы №1 ITU-T

Система №3 – одночастотная система сигнализации, разрабатывалась в 1946-1949 гг., испытывалась в линейных условиях в 1949-1954 гг. и была стандартизована ITU-T в 1954 г. Спецификация системы №3 приведена в рекомендациях Q.76-Q.79 Красной книги (Нью-Дели, 1960).

Система использует одну частоту 2280 ± 6 Гц для линейной и регистровой сигнализации и предназначена для работы по односторонним каналам связи. Система поддерживает полуавтоматический и автоматический режимы работы. Для трансляции цифры номера требуется передача единичного импульса начала, самой цифры в виде четырех последовательных импульсов без интервалов между ними и нулевого импульса конца. При приеме сигнала допустимая частота составляет 2280 ± 15 Гц. При передаче сигнала допустимая частота составляет 2280 ± 6 Гц, а длительность сигнала составляет 300 ± 3 мс.

Система №4 – двухчастотная система сигнализации – специфицирована в рекомендациях Q.120-Q.136 ITU-T (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) $f_1 = 2040$ Гц и $f_2 = 2400$ Гц.

Для передачи линейных сигналов используются три комбинации частот: сигнал X представляет собой посылку частоты 2040 Гц, сигнал Y – посылку частоты 2400 Гц, а сигнал P – посылку сразу двух частот 2040 Гц и 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
Повторный вызов оператора	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 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.

Передача цифры занимает 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.

Система №4 использует односторонние каналы связи и может применяться в кабелях любых типов, однако она не совместима с линиями межконтинентальной связи, использующими обработку речевых сигналов с выделением активных интервалов времени (TASI). В Европе сравнительные тесты систем №3 и №4 проводились с 1949 по 1954 годы. Однако ни результаты тестов, ни оценка экспертами не выявили преимущества одной системы перед другой. В связи с этим обе системы были приняты для использования 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 межконтинентальной связи. 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 передаются импульсами, каждый из которых представляет собой двухчастотную комбинацию. Один импульс соответствует одной цифре, а между импульсами передается пауза. Следует заметить, что вышеприве-

денные характеристики практически совпадают с введенной несколько позже в сетях СССР многочастотной сигнализацией в коде «2 из 6» (глава 6).

Таблица 9.2 Регистровая сигнализация системы №4

Сигналы	Двоичный код				
Цифры 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 номера	15	х	х	х	х
Резерв	16	у	у	у	у

Таблица 9.3 Длительность сигналов и время 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

С точки зрения линейной сигнализации, в системе №5, в отличие от более ранних систем, использованы линейные сигналы с самопроверяющимся кодом. В наибольшей степени преимущество линейных сигналов, которые непрерывно самоконтролируются, сказывается при их использовании в каналах подводных кабелей с TASI. Для линейной сигнализации система №5 использует внутриполосные двухчастотные сигналы $f_1=2400$ Гц и $f_2=2600$ Гц с эстафетной передачей 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 указывается 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 при установлении соединения начинается посылкой непрерывного линейного сигнала «Занятие», который подтверждался обратным линейным сигналом «Готов к приему номера». Затем следуют импульсные регистровые сигналы, которые указывают на начало передачи сигналов набора, затем передается информация о номере вызываемого абонента и сигнал окончания набора номера.

В 1968 году ITU-T была стандартизована система сигнализации №5Bis, использующая те же сигнальные частоты, а также дополнительные сигналы блокировки в прямом и обратном направлениях, поддерживающие целый ряд дополнительных возможностей протокола сигнализации. Развитие системы №5Bis было отодвинуто на задний план появлением системы общеканальной сигнализации №6.

9.2 Система сигнализации R1

Протокол сигнализации R1, являющийся первым региональным стандартом ITU-T и первоначально ориентированный на применение в Северной Америке, использует многочастотную регистровую сигнализацию кодом «2 из 6» и внутриполосную линейную сигнализацию. R1 является системой с эстафетной передачей сигналов и обладает более высокой скоростью передачи сигнальной инфор-

мации, чем система 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 частотой 2600 ± 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	$\longleftrightarrow$
Занятие	0	1	$\longrightarrow$
Задержать набор номера	0	0	$\longleftarrow$
Начать набор номера	0	1	$\longleftarrow$
Посылка вызова в прямом направлении	65-135 мс		$\longrightarrow$
Ответ	0	0	$\longleftarrow$
Отбой вызванного абонента	0	1	$\longleftarrow$
Разъединение	1	0 или 1	$\longrightarrow$

При цифровом варианте линейный сигнал частотой 2600 Гц обычно по разговорным каналам не передается, 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	
	А	В	А	В
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) с передачей 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 ± 10 мс. Все другие сигналы имеют длительность 68 ± 7 мс. Интервал между сигналами должен составлять 68 ± 7 мс.

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 ST					—	—
Прием монеты	—		—			
Возврат монеты			—			—
Контроль посылки вызова (таксофон)	—					—

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 разговорных частот в системах уплотнения с частотным разде-

лением каналов (ЧРК) на частоте 3825 Гц, как это было показано в главе 7. В цифровом варианте для линейной сигнализации используются выделенные сигнальные каналы цифрового тракта со скоростью 2048 Кбит/с (ИКМ-30, рекомендация G.732).

В аналоговой версии R2 сигналы передаются эстафетным методом. Исходному состоянию соответствует наличие в канале тонального сигнала. Время распознавания изменения состояния канала (отключения или включения сигнала) составляет 20 ± 7 мс. В таблице 9.8 приведены сигнальные коды R2 передачи линейных сигналов (аналоговая версия). Линейные сигналы кодируются наличием (1) или отсутствием (0) тонального сигнала. Версия предназначена исключительно для однонаправленных соединительных линий.

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 занятии СЛ на исходящей АТС отключается тональный сигнал в прямом направлении. Если после занятия нужно сразу же передать сигнал «Разъединение», то тональный сигнал должен оставаться выключенным в течение не менее 100 мс для достоверного распознавания на входящей АТС факта его отключения.

При ответе вызываемого абонента Б входящая АТС прекращает передачу тонального сигнала 3825 Гц в обратном направлении.

В случае отбоя вызываемого абонента Б входящая АТС снова начинает передачу в обратном направлении тонального сигнала 3825 Гц. В случае же отбоя вызывающего абонента А, т.е. при разъединении, исходящая АТС возобновляет передачу 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 процесс освобождения не будет завершен. Блокировка на исходящей АТС продолжается до тех пор, пока отсутствует тональный сигнал в обратном направлении. Получение тонального сигнала обратного направления, сопровождаемое наличием тонального сигнала в прямом направлении, переводит соединительную линию в исходное состояние. После этого линия может быть занята для нового вызова.

В случаях разъединения в предответном состоянии сигнал «Разъединение» передается исходящей АТС путем включения тонального сигнала в прямом направлении. Входящая АТС после распознавания этого тонального сигнала выключает тональный сигнал в обратном направлении, освобождает коммутационные блоки, участвующие в соединении, и начинает процесс разъединения. После того как разъединение на входящем конце закончено, передается тональный сигнал в обратном направлении, и соединительная линия переходит в исходное состояние. Для того, чтобы исключить ложное срабатывание при совпадении во времени сигнала ответа и сигнала разъединения от исходящей АТС, переход из состояния включенного тонального сигнала к выключению тонального сигнала в обратном направлении происходит после завершения определенной выдержки времени.

Процедура разъединения по инициативе абонента А в разговорном состоянии отличается тем, что к моменту получения сигнала «Разъединение» входящей АТС передача от нее тонального сигнала в обратном направлении уже прекращена с момента ответа абонента Б. При распознавании сигнала «Разъединение» на входящей АТС после определенной выдержки времени начинается передача сигнала 3825 Гц в обратном направлении.

Процедура разъединения по причине отбоя абонента Б выполняется аналогично процедуре разъединения в предответном состоянии.

Передавать рассмотренные выше линейные сигналы системы R2 через аналоговый вход системы передачи ИКМ в случае использования цифровых соединительных линий, как это имело место в системе R1, невозможно, поскольку эти сигналы передаются за пределами частотной полосы разговорного канала частотой 3825 Гц.

Разработан специальный цифровой вариант линейной сигнализации системы R2, предназначенный для использования в цифровых соединительных линиях 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 битов 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.

В цифровом варианте линейной сигнализации системы R2D в нормальных условиях работы выделенный сигнальный канал a_f отражает состояние вызывающего абонента А и отмечает состояние коммутационного оборудования исходящей АТС. Канал b_f обеспечивает обнаружение повреждения в прямом направлении. Канал a_b отмечает состояние вызываемого абонента Б. Канал b_b характеризует состоя-

ние коммутационного оборудования входящей АТС, т.е. находится ли оно в свободном состоянии или в состоянии занятости обслуживанием вызова.

Таблица 9.9 Коды линейных сигналов системы R2D (цифровой)

Состояние линии	Сигнальный код в 16-м временном канале			
	Прямое направление		Обратное направление	
	a_f	b_f	a_b	b_b
Контроль исходного состояния	1	0	1	0
Занятие	0	0	1	0
Подтверждение занятия	0	0	1	1
Ответ	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 исходном состоянии в прямом и обратном направлениях передаются сигналы 10, т.е.: $a_f=a_b=1$; $b_f=b_b=0$. При появлении исходящего вызова, т.е. при занятии, бит канала a_f меняет значение с 1 на 0. После распознавания сигнала занятия на входящей АТС в обратном направлении в качестве подтверждения занятия передается сигнал $a_b=1$; $b_b=1$. При ответе вызываемого абонента передается 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 исходящей АТС и необходимость разъединения приводит к передаче в канал сигнала $a_f=1$; $b_f=0$. Когда разъединение полностью выполнено, и произошло освобождение коммутационного оборудования на 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 регистровой сигнализации система R2 использует сквозную 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 частот, используемых в рассмотренных выше системах №5 и R1. Сравнение тех и других частот приведено в таблице 9. 10.

Сигналы в прямом направлении разделяются на две группы, называемые I и II. Сигнал будет принадлежать группе I или II в соответствии с сигналами, переданными в обратном направлении от входя-

щей АТС или транзитного узла. Переход из группы I в группу II происходит по сигналу А3 или А5 в обратном направлении. Возвращение сигналов в группу I возможно, если переход в группу II был произведен по обратному сигналу А5, но не А3. Сигналы прямого направления группы I приведены в таблице 9. 11, а сигналы прямого направления группы II приведены в таблице 9. 12.

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	+	

Первые десять комбинаций в таблице 9. 11, т.е. комбинации от I-1 до I-10, представляют цифры номера вызываемого абонента. В случае международной связи с помощью этих же сигналов может кодироваться языковая группа (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 полуконтакт 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 используется сигнал I-12, который, 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 предше-

ствует код языка, то он означает доступ к телефонному оператору стола замедленного обслуживания на междугородной АТС.

Таблица 9.11 Сигналы группы I прямого направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Частоты (Гц)	Значение сигнала
1	I-1	1380+1500	Цифра 1
2	I-2	1380+1620	Цифра 2
3	I-3	1500+1620	Цифра 3
4	I-4	1380+1740	Цифра 4
5	I-5	1500+1740	Цифра 5
6	I-6	1620+1740	Цифра 6
7	I-7	1380+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	1380+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 полукomплект эхоградиателя ii) Включено спутниковое звено
15	I-15	1860+1980	i) Сигнал окончания набора (код 15) ii) Конец процесса идентификации

Сигналы прямого направления группы II передаются, если был получен сигнал 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 определенный приоритет. Сигнал II-5 означает, что вызов поступил с рабочего места телефонного оператора, а II-6 и II-8 означают, что соединение будет использоваться для передачи данных. Редко используемый сигнал II-10 означает вызов от телефонного оператора междугородной связи с возможностью вмешательства в разговор занятого абонента, и его использование подлежит двустороннему соглашению между администрациями связи.

Таблица 9.12 Сигналы группы II прямого направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Частоты (Гц)	Значение сигнала
1	II-1	1380+1500	Абонент без приоритета
2	II-2	1380+1620	Абонент с приоритетом
3	II-3	1500+1620	Оборудование технического обслуживания
4	II-4	1380+1740	Резерв
5	II-5	1500+1740	Телефонистка
6	II-6	1620+1740	Передача данных
7	II-7	1380+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	1380+1980	Резерв
12	II-12	1500+1980	
13	II-13	1620+1980	
14	II-14	1740+1980	
15	II-15	1860+1980	

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 подтверждения 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. полученную перед приемом цифры n ;
- о сигнале А-3 уже было сказано ранее: он означает переход к приему другой группы сигналов прямого направления ;
- сигнал А-4 означает либо перегрузку ступеней коммутации международной или междугородной станций, либо срабатывание таймера, либо перегрузку внутри национальной сети.

Таким образом, каждая комбинация частот может иметь два, а иногда три разных значения. Для национальных применений имеется возможность добавить третью группу сигналов как в прямом, так и в обратном направлении.

Таблица 9.13 Сигналы группы А обратного направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Частоты (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 принят; переход к обмену сигналами из групп II и В
4	A-4	1140+780	Перегрузка на национальной сети
5	A-5	1020+780	Передайте категорию вызывающего абонента; переход к сигналам групп II и В
6	A-6	900+780	Адрес принят; оплата; переход в состояние разговора
7	A-7	1140+660	Передайте вторую цифру от конца ($n-2$)
8	A-8	1020+660	Передайте третью цифру от конца ($n-3$)
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 об использовании эхозаградителя (требуется ли входящий полупакет эхозаградителя?)
15	A-15	660+540	Перегрузка на международной станции или на ее выходе

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, переданный в обратном направлении. Приемный регистр может запросить информацию у передающего регистра в любой момент во время передачи независимо от хронологического порядка. Так, например, по запросу принимающей стороны может быть многократно повторен любой передаваемый двухчастотный сигнал.

Исходящая АТС передает в прямом направлении различные сигналы, включая адресную информацию, код страны и индикацию эхокомпенсации, категорию вызывающего абонента и окончание пере-

дачи. Входящая или транзитная станция возвращает сигналы перегрузки, подтверждения приема полного адреса, состояния вызываемой линии, а также сетевые сигналы. Дальнейшее действие системы определяется сигналами в обоих направлениях, благодаря чему создается гибкая интерактивная сигнализация.

Таблица 9.14 Сигналы группы В обратного направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Частоты (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	
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	Резерв для национального использования

Типичный цикл последовательности обмена многочастотными сигналами протокола R2 из рекомендации Q.440 приведен на рис. 9.2.

Рассмотрим типовой обмен многочастотными сигналами. Передатчик исходящей станции А передает сигнал – кодовую комбинацию первой цифры. Регистр на дальнем конце декодирует сигнал и подтверждает его прием, давая команду передатчику станции Б передать в обратном направлении сигнал «Передать следующую цифру». Такой обмен сигналами продолжается до тех пор, пока не будут переданы все цифры.

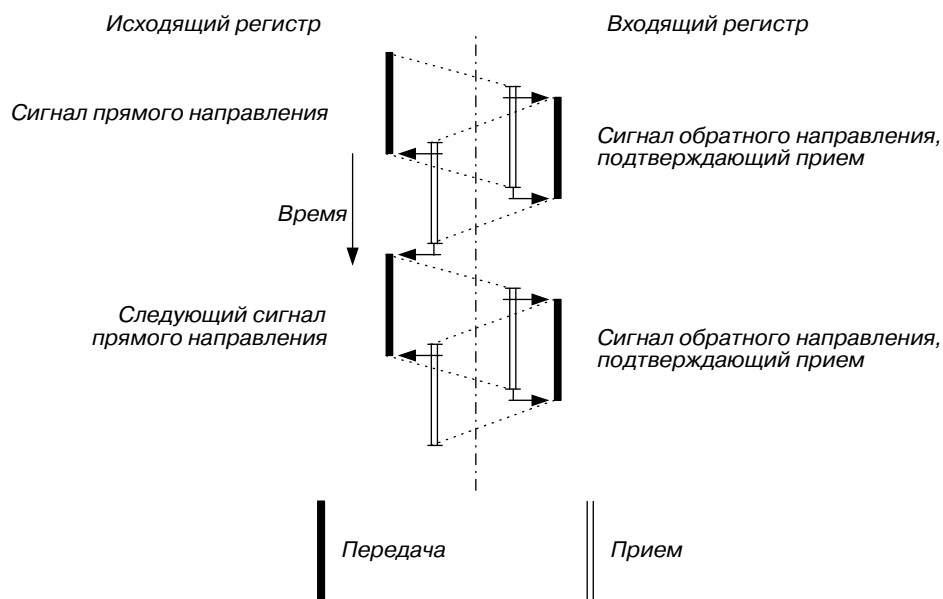


Рис. 9.2 Пример обмена многочастотными сигналами протокола R2

На этой стадии входящая станция Б, распознав, что приняты все цифры, передает к станции А сигнал, предписывающий переход к использованию второго набора сигналов (групп II и 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 передается соответствующий сигнал, по которому вызывающий абонент подключается к исходящей соединительной линии, а регистр освобождается. Если линия занята, на станцию А передается сигнал занятости, а от станции А к вызывающему абоненту – акустический сигнал «Занято». Таким образом, система сигнализации взаимодействует с системой управления процедурами обслуживания вызовов, включая функции маршрутизации, автоматическое определение номера, управление начислением платы и разъединение.

Глава 10

Система общеканальной сигнализации №7

*Il n'est de bonheur que dans les voies communes, франц.
(Счастье можно найти лишь на проторенных дорогах)
Ф. Шатобриан. «Рене»*

10.1 Введение

Последние десятилетия характеризуются все более значительным воздействием компьютерных технологий на телефонию, что обусловило, в частности, появление новых идей в области протоколов межстанционной сигнализации. Первые шаги в этом направлении были связаны с введением цифровых систем передачи ИКМ, начиная с T1 (Bell Labs, США) в 1962, и программного управления коммутационными узлами и станциями, начиная с ESS#1 (Bell Labs, США) в 1965 году. Из-за первоначально большой стоимости управляющих процессоров и памяти в узлах коммутации с программным управлением перед инженерами-телефонистами к началу 70-х годов 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 названных задач было найдено на пути заимствования некоторых наиболее полезных технологий передачи данных. Этот

подход был первоначально опробован при разработке (1964 – 1968 гг., Зеленая книга ITU-T) 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 звеньям сигнализации с модемной связью на относительно небольшой скорости 2400 или 4800 бит/с система ОКС6 не могла решить в достаточной степени упомянутые задачи. Кроме того, со временем появились другие, более актуальные требования к протоколу общекаанальной сигнализации:

3) многоуровневая архитектура протокола ОКС, обеспечивающая возможность модернизации отдельных компонентов 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 эксплуатационного управления сетью ОКС;

5) обеспечение надежности, при которой потеря одного звена сигнализации не должна оказывать заметного отрицательного влияния на качество обслуживания в сети связи;

6) наличие спецификаций, достаточных для того, чтобы обеспечить различным производителям АТС самостоятельное внедрение протокола ОКС. Если спецификации чересчур подробны, сдерживается творчество производителя АТС. Если детализация системы недостаточна, разные реализации протокола ОКС не смогут взаимодействовать друг с другом. Одной из причин возникновения такого рода 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 общекаанальной сигнализации №7 стала применяемым во всем мире стандартом для международной и национальных телефонных сетей. Протокол ОКС7 сохраняет все преимущества ОКС6 и предоставляет новые возможности создания телекоммуникационных услуг. Это обеспечивается, в частности, с помощью прикладной подсистемы средств транзакций (TCAP) и организуемых на ее базе прикладной подсистемы подвижной связи стандарта GSM (MAP), прикладной подсистемы интеллектуальной сети (INAP) и др.

Отличительной чертой протокола ОКС7 является также 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 общека-

нальной сигнализации, состоявшая из 20 транзитных пунктов сигнализации STP, была введена в эксплуатацию компанией AT&T в 1976 г. 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 Рассела [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 модели взаимодействия открытых систем BOC (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 услуг и легкость техобслуживания сети сигнализации.

Нижние уровни протокола ОКС7 состоят из трех уровней подсистемы переноса сообщений МТР и подсистемы управления сигналами соединениями SCCP. Три уровня МТР представляют собой:

- уровень 1 звена передачи данных,
- уровень 2 сигнального звена,
- уровень 3 сети сигнализации.

Первые два уровня МТР реализуют функции сигнального звена 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 пользователем функциональными возможностями МТР и предоставляет расположенным над ней подсистемам как сетевые услуги без организации соединения в сети ОКС, так и услуги, ориентированные на соединение.

Верхние уровни в протоколе ОКС7 включают в себя TCAP и другие подсистемы, упомянутые выше, а также сервисные элементы прикладного уровня (ASE), подсистему эксплуатационного управления (OMAP) и другие прикладные подсистемы. Эти уровни используют услуги, предоставляемые МТР и SCCP.

Модель протокола OKC7

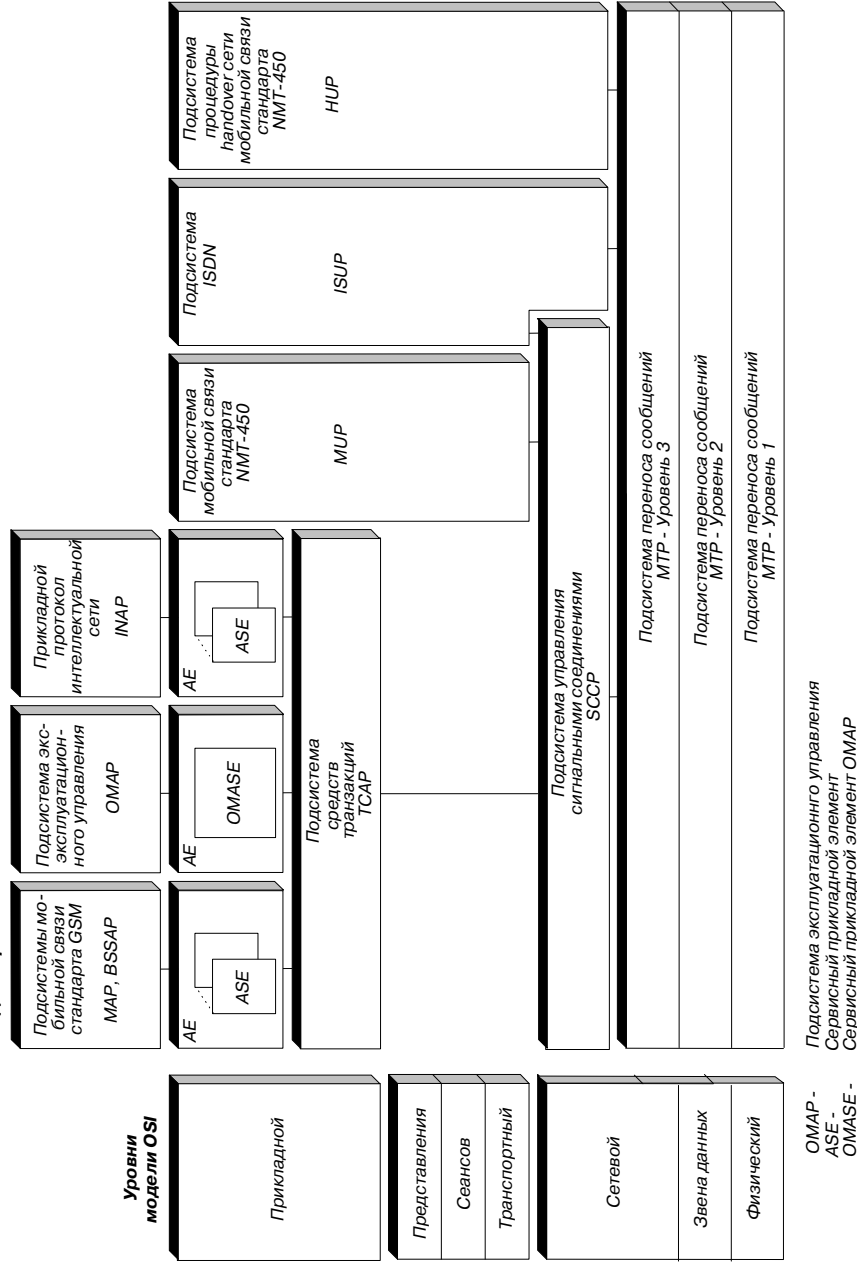


Рис. 10.1 Сравнение архитектур протоколов OSI и OKC7

ISUP протокола ОКС7 реализует функции сигнализации, необходимые для обслуживания вызовов в сети ISDN, а также для поддержки дополнительных услуг ISDN, являясь пользователем подсистемы МТР и подсистемы SCCP.

ТСАР реализует функции, которые можно использовать в одном узле для того, чтобы вызвать выполнение процедуры в другом узле. Пример такого использования – услуга 800, в которой цифры номера, оставшиеся после кода 800, преобразуются 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.

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, компонентов	Рекомендации ITU-T
Введение в ОКС7	Q.700
Подсистема переноса сообщений - МТР	Q.701-Q.704, Q.706, Q.707
Структура сети сигнализации ОКС7	Q.705
Подсистема управления сигнальными соединениями - SCCP	Q.711-Q.714, Q.716
Подсистема TUP	Q.721 - Q.725
Дополнительные услуги	Q.730-Q.737
Управление сетью ОКС7 - OMAP, ERDS	Q.750, Q.752-Q.755
Подсистема ISDN UP - ISUP	Q.761-Q.764, Q.766, Q.767
Подсистема ТСАР	Q.771-Q.775
Тестирование МТР, TUP, ISUP, SCCP, ТСАР	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, Q.1290
Соответствие ОКС7 и модели взаимодействия открытых систем OSI	Q.1400

10.2 Подсистема переноса сообщений МТР

Выше говорилось, что задача подсистемы МТР заключается в том, чтобы обеспечить перенос сигнальных сообщений от SP-отправителя через сеть ОКС к SP-получателю. Теперь появилась возможность определить задачу МТР более точно: обеспечить перенос сообщений уровня 4 от подсистемы, их создающей, к подсистеме, которой они адресованы.

Очевидно, что для выполнения этой задачи нет необходимости анализировать содержание сообщений (за исключением, разве лишь, той их части, на основании которой определяется адрес подсистемы-получателя). Главное, что необходимо, – обеспечить перенос сообщений без потерь, без искажения содержания, без нарушения той последовательности, в которой они были переданы подсистемой-отправителем, без дублирования одного и того же сообщения.

Рассмотрим, как организованы функции МТР в каждом из трех, уже упоминавшихся, уровней.

10.2.1 Уровень 1

Уровень 1 содержит функции, которые обеспечивают использование физической среды для передачи битов и формируют звено передачи данных, несущих сигнальную информацию. Это звено образуется двумя каналами с противоположными направлениями передачи (как правило, со скоростью 64кбит/с в каждом направлении), оборудованными на концах средствами формирования интерфейса с вышележащим уровнем. Наличие этих средств дает возможность уровню 1 стандартным образом предоставлять уровню 2 услуги передачи битов, обеспечивая независимость функций уровня 2 МТР (и, тем более, остальных уровней) от характеристик передающей среды.

Полезно отметить, что цифровой канал (как прямого, так и обратного направления), используемый для формирования звена передачи данных, не должен использоваться ни для каких иных целей. Обычно это – 16-канал из стандартной 30-канальной группы системы ИКМ-передачи.

10.2.2 Уровень 2

Уровень 2 МТР содержит функции формирования (с привлечением услуг уровня 1) *сигнального звена* между двумя смежными SP и реализует процедуры, связанные с передачей сигнальных сообщений по этому звену. Функции уровня 2 определяют структуру информации, передаваемой по сигнальному звену, и процедуры обнаружения и исправления ошибок.

Информация переносится от одного SP к другому в информационных блоках, имеющих переменную длину и называемых *сигнальными единицами*. Существует три типа сигнальных единиц:

- *значащая сигнальная единица (MSU)*, которая предназначена для переноса сигнальных сообщений, формируемых подсистемами-пользователями МТР,
- *сигнальная единица статуса звена (LSSU)*, предназначенная для переноса информации о статусе сигнального звена, по которому она передается,

- заполняющая сигнальная единица (FISU), обеспечивающая фазирование звена и передаваемая при отсутствии сигнальных единиц MSU и LSSU.

Для идентификации типа сигнальной единицы используется один из ее элементов – индикатор длины LI, разным значениям которого соответствуют:

- LI=0 – заполняющая сигнальная единица,
- LI=1 или 2 – сигнальная единица статуса звена,
- LI>2 – значащая сигнальная единица.

Наиболее сложной по своей структуре является значащая сигнальная единица MSU. Ее формат представлен на рис. 10.2. MSU содержит ряд полей, в которых размещается фиксированное количество битов. Уровень 2 МТП обеспечивает присвоение значения каждому биту внутри каждого поля при передаче и анализ этих значений при приеме (исключение составляет поле сигнальной информации, которое имеет переменную длину, и содержание которого определяется функциями более высоких уровней).

Флаг F	Проверочная комбинация СК	Поле сигнальной информации SIF	SIO		LI	FIB	FSN	BIB	BSN	Флаг F
8	16	8n, n ≥ 2	8	2	6	1	7	1	7	8

FSN - порядковый номер передаваемой сигнальной единицы;

FIB - бит индикации прямого направления (передача сигнала);

BSN - порядковый номер подтверждаемой сигнальной единицы;

BIB - бит индикации обратного направления (передача подтверждения);

LI - индикатор длины; \ - резерв; SIO - байт служебной информации.

Рис. 10.2 Формат значащей сигнальной единицы MSU

Приведем краткие сведения о каждом поле.

Флаг выполняет функцию разделителя сигнальных единиц. Как правило, закрывающий флаг одной сигнальной единицы является открывающим флагом следующей сигнальной единицы. Последовательность значений битов в поле флага следующая: 01111110.

Чтобы избежать имитации флага другой частью сигнальной единицы, МТП, передающая MSU, вставляет ноль после каждой последовательности из пяти следующих друг за другом единиц, содержащихся в любом поле MSU, кроме флага. Этот ноль изымается на приемном конце сигнального звена после обнаружения и отделения флагов.

Биты индикации направления FIB и BIB говорят о содержании MSU в том смысле, несет ли она собственно сигнал (FIB – прямое направление) или выполняет функции подтверждения (BIB – обратное на-

правление). Вместе с полями FSN и BSN (см. ниже) биты индикации направления служат для контроля того, совпадает ли последовательность сигнальных единиц на приеме с последовательностью их на передаче, и используются в одном из двух предусмотренных в системе ОКС7 методов исправления ошибок.

Поля порядковых номеров FSN и BSN используются таким образом. FSN передается в прямом направлении (то есть в направлении передачи сигнала) и несет информацию о порядковом номере той MSU, в состав которой оно входит. BSN передается в обратном направлении в составе подтверждающей сигнальной единицы (ею может быть MSU или FISU) и несет информацию о порядковом номере той MSU, к которой это подтверждение относится.

Индикатор длины LI указывает, сколько байтов содержит сигнальная единица в полях, расположенных между резервными битами и проверочной комбинацией СК. Заметим, что формат заполняющей сигнальной единицы в промежутке между LI и СК не содержит никаких полей (0 байтов), формат сигнальной единицы статуса звена содержит в этом промежутке только поле статуса (либо 1 байт, либо 2 байта), а формат значащей сигнальной единицы предусматривает, как это видно на рис. 10.2, наличие между LI и СК двух полей – имеющего длину 1 байт поля SIO и имеющего переменную длину поля сигнальной информации SIF. Из сказанного сам собой вытекает способ идентификации типа сигнальной единицы, о котором говорилось выше.

Байт служебной информации SIO содержит два элемента – сервисный индикатор, указывающий, к какой из подсистем-пользователей МТР относится содержащаяся в сигнальной единице информация, и индикатор вида сети (международная, междугородная, местная).

Поле сигнальной информации SIF содержит целое число байтов (от 2 до 272). Форматы этого поля определены отдельно для каждой подсистемы-пользователя.

Поле проверочной комбинации СК содержит 16 битов. Значения битов вычисляются путем применения образующего полинома к информации, которая содержится в подготавливаемой к передаче сигнальной единице. Полином имеет вид $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$. Он выбран таким образом, чтобы оптимизировать процесс обнаружения пакетов ошибок при передаче.

Проверочные биты образуются из остатка от деления (по модулю 2) величины $x^k (x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + \dots + x^2 + x + 1)$, (где k – число битов в сигнальной единице между последним битом открывающего флага и первым проверочным битом, кроме битов, введенных, чтобы исключить имитацию флага) на образующий полином $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ и ос-

татка от деления на тот же полином умноженного на x^{16} содержимого сигнальной единицы между последним битом открывающего флага и первым проверочным битом (не считая битов, введенных с целью исключить имитацию флага).

Передаваемые проверочные биты являются дополнением до «1» образовавшего остатка 16-битового поля, то есть «1» меняются на «0» и наоборот. Это изменение производится для того, чтобы минимизировать вероятность ошибки в работе оборудования принимающей стороны.

Принимаемые биты анализируются на предмет соответствия между ними и остальной частью принятой сигнальной единицы. Если соответствия не обнаружено, регистрируется ошибка, а сигнальная единица стирается. Стирание MSU приводит в действие механизм исправления ошибок.

В ОКС7 предусмотрены два метода исправления ошибок.

Основной метод исправления ошибок применяется для сигнальных звеньев со временем распространения сигнала в одном направлении, не превышающем 15 мс. В противном случае используется метод превентивного циклического повторения. Примером использования метода превентивного циклического повторения может служить случай, когда связь организуется по спутниковым каналам. Сообщения, которые были приняты с искажениями (например, из-за пакетов ошибок при передаче), передаются повторно в той же последовательности, в какой они передавались первый раз, так что для функций уровня 3 не возникает никаких проблем с доставкой сообщений подсистемам-пользователям без потерь и дублирования.

Если имеют место постоянные ошибки, уровень 3 уведомляется об этом для того, чтобы он мог принять соответствующее решение, например, решение изменить маршрут с использованием в нем другого сигнального звена.

Основной метод исправления ошибок – это метод с положительным и отрицательным подтверждением и повторной передачей сигнальных единиц, принятых с искажениями. Функции, входящие в механизм исправления ошибок, представлены на рис. 10.3.

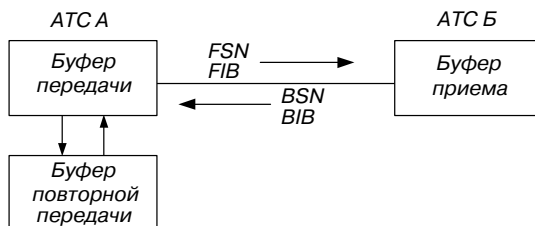


Рис. 10.3 Функции исправления ошибок

Для передачи сигнальной информации от верхнего уровня SP-A к такому же уровню SP-B эта информация оформляется уровнем 3 MTP SP-A и вводится уровнем 2 MTP SP-A в информационное поле MSU. В уровне 2 SP-A имеются буфер передачи и буфер повторной передачи. Буфер передачи используется для сохранения MSU перед передачей по сигнальному звену, то есть действует как запоминающее устройство до тех пор, пока звено не будет способно передать эту MSU. Буфер повторной передачи хранит копию MSU на случай, если SP-B примет ее с искажениями.

Как уже было сказано, каждая MSU содержит порядковый номер FSN, бит-индикатор FIB, порядковый номер BSN и обратный бит-индикатор BIB. Когда сигнальное звено работает нормально, FIB присваивается конкретное значение (например, 0), и BIB также присваивается это значение (0). Когда MSU принимается уровнем 2 в АТС А, она поступает в буфер передачи. Буфер передачи работает по принципу FIFO, то есть принятая первой MSU должна первой передаваться. Когда сигнальное звено свободно, и подходит очередь для передачи, следующей MSU присваивается FSN, на 1 больший (по модулю 128), чем FSN последней переданной MSU. Затем очередная MSU передается к SP-B, а в буфер повторной передачи вводится ее копия.

В SP-B принятый FSN сравнивается с ожидаемым (предыдущий FSN плюс 1). Если принятое значение совпадает с ожидаемым, содержащее MSU направляется в уровень 3. Значение FSN копируется в поле BSN, а значение BIB остается неизменным. SP-A воспринимает получаемые от SP-B BSN и BIB как положительное подтверждение. При приеме верных BSN и BIB SP-A удаляет содержащее MSU из буфера повторной передачи.

Если сравнение в SP-B принятого FSN с ожидаемым обнаруживает противоречие, возникшее, например, вследствие срабатывания механизма обнаружения ошибок и стирания искаженных MSU, величина BIB изменяется на «1», и SP-A получает отрицательное подтверждение. В этом случае BSN присваивается значение последнего правильно принятого FSN.

При приеме отрицательного подтверждения SP-A прерывает передачу сигнальных единиц, и MSU, находящиеся в буфере повторной передачи, передаются повторно, начиная с той, FSN которой на «1» больше FSN последней положительно подтвержденной MSU. Значение FIB меняется на «1», так что FIB и BIB будут снова одинаковы.

Метод исправления ошибок посредством превентивного циклического повторения предусматривает положительное подтверждение, циклическое повторение и упреждающее исправление ошибок. При этом отрицательное подтверждение не применяется, а индикацией искажения сообщения служит отсутствие позитивного подтвер-

ждения. Исправление ошибок достигается программируемым циклическим повторением неподтвержденных MSU. Каждая сигнальная единица содержит FSN и BSN (как и в основном методе), но FIB и BIB не используются, и им присваивается значение «1».

В период отсутствия новых ожидающих передачи MSU начинается повторная передача MSU, хранящихся в буфере повторной передачи. Во время повторной передачи сохраняются первоначальные FSN. Если поступает новая сигнальная единица, циклическое повторение прекращается, а новая MSU передается с FSN, на единицу большим (по модулю 128) последнего присвоенного значения. Если следующие новые MSU не принимаются, рекомендуется циклическое повторение.

Положительным подтверждением приема неискаженной сигнальной единицы является прием на АТС А значения BSN, равного присвоенному FSN. После получения такого подтверждения соответствующая MSU удаляется из буфера повторной передачи.

Одним из недостатков данного метода является тот факт, 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 заранее 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 станут ниже установленных предельных значений.

10.2.3 Уровень 3

Уровень 3 МТП содержит функции, обеспечивающие транспортировку сигнальных сообщений через сеть ОКС от подсистемы-отправителя, которая размещена в одном SP, к подсистеме-получателю, размещенной в другом (не обязательно смежном) SP. Говоря об обеспечении такой транспортировки, мы имеем в виду две группы функций:

- функции обработки сигнальных сообщений, то есть, собственно, функции их коммутации,
- функции адаптации сети ОКС к происходящим в ней изменениям (перегрузкам или повреждениям элементов сети), то есть функции эксплуатационного управления сетью ОКС.

Состав функций в каждой из этих групп, а также их связь между собой и с функциями других уровней МТП иллюстрирует рис. 10.4. Рассмотрим обе группы функций более подробно.

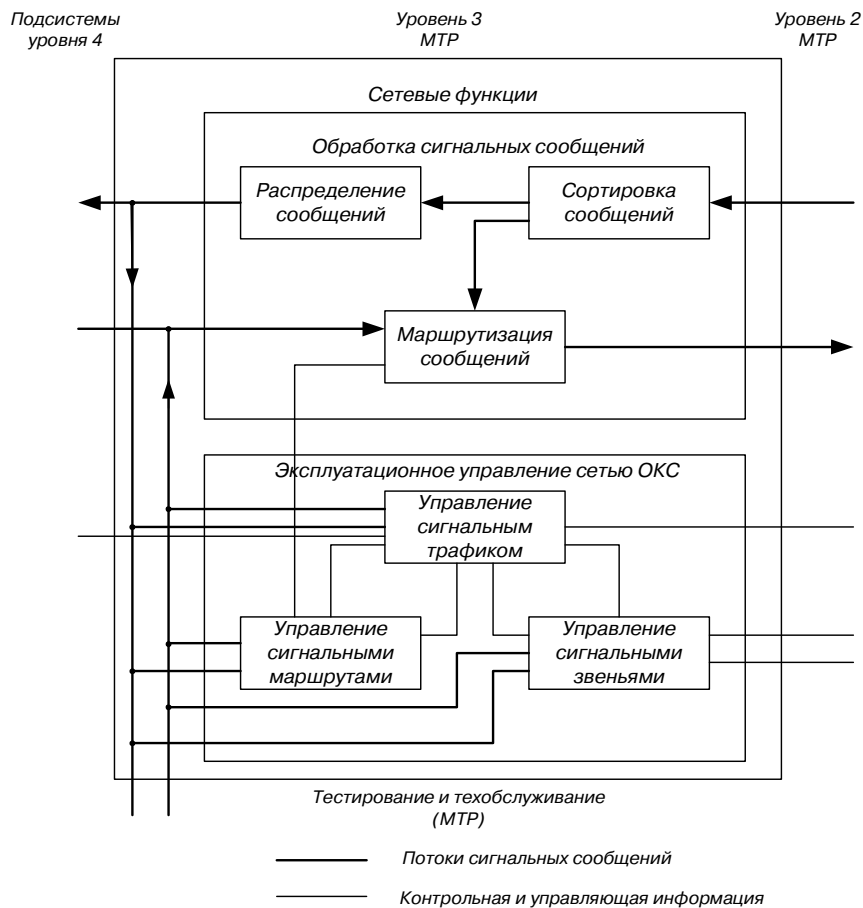


Рис. 10.4 Функции уровня 3 МТР

Функции обработки сигнальных сообщений

Они представлены в уровне 3 МТР тремя функциональными блоками:

- функциями сортировки сообщений, принимаемых от уровня 2, то есть разделения их на сообщения, адресованные в «свой» SP, и на сообщения, адресованные в другой SP,
- функциями распределения сообщений, адресованных в «свой» SP, по подсистемам уровня 4,
- функциями маршрутизации сообщений, подлежащих передаче (как тех, которые пришли от подсистем уровня 4 или от функций эксплуатационного управления сетью ОКС, размещенных в своем SP, так и тех, которые поступили от уровня 2, но должны быть направлены в другой SP).

Работа всех трех функциональных блоков базируется на следующем. Как отмечалось, сообщения переносятся в поле сигнальной информации SIF сигнальных единиц. Структура сообщения, вообще говоря, бывает разной (в зависимости от его принадлежности той или иной подсистеме-пользователю), однако его обязательной частью во всех случаях является так называемая *маршрутная этикетка* (см. рис. 10.5), содержащая, в частности, данные об SP-отправителе (код OPC – Originating Point Code) и SP-получателе (код DPC – Destination Point Code). Функции сортировки сообщений, анализируя маршрутную этикетку, определяют, куда нужно направить сообщение, принятое от уровня 2, – к функциям распределения сообщений (если DPC совпадает с кодом «своего» SP) или к функциям маршрутизации сообщений (если совпадения нет).

SLS	OPC	DPC
4	14	14

OPC - код SP-отправителя

DPC - код SP-получателя

SLS - селектор сигнального звена

Рис. 10.5 Маршрутная этикетка

Функции распределения, приняв от функций сортировки сообщение, этикетка которого содержит в поле DPC код «своего» SP, анализируют байт служебной информации SIO (см. рис. 10.2) и направляют сообщение к подсистеме-адресату.

Функции маршрутизации, приняв сообщение от функций сортировки или от подсистемы-отправителя, размещенной в «своем» SP, используют DPC, содержащийся в этикетке, для выбора маршрута, по которому это сообщение должно быть направлено к SP-получателю, а селектор сигнального звена SLS служит для выбора одного из нескольких сигнальных звеньев в пучке (или в нескольких пучках) звеньев.

Функции эксплуатационного управления сетью ОКС

Эти функции (см. рис. 10.4) тоже представлены в уровне 3 МТП тремя функциональными блоками:

- функциями управления сигнальным трафиком,
- функциями управления сигнальными звеньями,
- функциями управления сигнальными маршрутами.

Функции эксплуатационного управления сетью ОКС обеспечивают пребывание этой сети в состоянии, когда она способна предоставлять услуги своим пользователям, и восстановление такого состояния при нарушениях нормальной работы сигнальных звеньев или пунктов сигнализации. Эти нарушения могут проявляться либо в виде полного отказа звена или SP, либо в ухудшении условий доступа к ресурсу (звену или SP) из-за его перегрузки.

Отказ сигнального звена приводит к необходимости его отключения и перевода обслуживаемого этим звеном потока сообщений на резервное звено (или на несколько резервных звеньев). Кроме того, отказ сигнального звена может ухудшить условия (или совсем исключить возможность) доступа к некоторым сигнальным маршрутам, что повлечет за собой необходимость изменения схемы маршрутов.

И отказы (или перегрузки), и их ликвидация, имеют своим результатом изменение статуса соответствующего ресурса сети с точки зрения уровня 3 МТР. Сигнальное звено может быть «доступно» или «недоступно», причем «недоступным» оно оказывается, когда его атрибут «статус» принимает одно из следующих значений: «неисправен», «деактивизирован», «блокирован», «доступ запрещен», а «доступным» становится при значениях этого атрибута «восстановлен», «активизирован», «разблокирован», «доступ разрешен». По отношению к сигнальному маршруту или к пункту сигнализации уместны характеристики «доступен» или «недоступен».

Когда благоприятная характеристика статуса сигнального звена или сигнального маршрута меняется на неблагоприятную, вступает в действие подходящий к случаю функциональный блок.

Функции управления сигнальным трафиком выполняют процедуры:

- перехода на резервное звено (на резервные звенья),
- возврата на основное звено,
- вынужденной ремаршрутизации,
- управляемой ремаршрутизации,
- эксплуатационного запрета доступа к сигнальному звену,
- управления потоком сигнальных сообщений.

Функции управления сигнальными звеньями выполняют процедуры:

- деактивизации, восстановления, активизации сигнального звена,
- активизации пучка сигнальных звеньев.

Функции управления сигнальными маршрутами выполняют процедуры:

- управляемого транзита через данный STP в данном направлении,
- запрета транзита через данный STP в данном направлении,
- разрешения транзита через данный STP в данном направлении,
- тестирования группы сигнальных маршрутов.

Служебная информация, которой обмениваются SP при выполнении названных процедур, переносится через сеть в сообщениях уровня 3 МТР, имеющих в байте SIO значение сервисного индикатора

(0000), которое является общим для всех сообщений эксплуатационного управления. Эти сообщения имеют маршрутную этикетку, формат и содержание которой стандартно для всех сообщений уровня 3. Отличие заключается в том, что в сообщениях, относящихся к эксплуатационному управлению определенным сигнальным звеном, смысл поля SLS состоит не только в выборе звена для передачи сообщения, но также и в идентификации звена, которым данное сообщение управляет; если же сообщение не относится к управлению сигнальным звеном, и никакой другой код в поле SLS не внесен, то в нем записывается код 0000.

Следующие два элемента в форматах сообщений эксплуатационного управления – так называемые коды заголовка H0 и H1. Код H0 содержит 4 бита и идентифицирует группу, к которой относится сообщение. Например:

- H0=0001 – сообщения перехода на резервное звено и обратно,
- H0=0100 – сообщения запрета/разрешения транзита,
- H0=0101 – сообщения тестирования группы маршрутов,
- H0=0110 – сообщения эксплуатационного запрета доступа, и т.д.

Код H1 тоже содержит 4 бита, но смысл его зависит от того, к какой группе сообщений эксплуатационного управления он относится. Например, применительно к сообщениям перехода на резервное звено и обратно:

- H1=0001 означает сигнал-команду,
- H1=0010 означает подтверждение,
а применительно к сообщениям запрета/разрешения транзита:
- H1=0001 означает, что это – сообщение запрета,
- H1=0101 означает, что это – сообщение разрешения.

Помимо кодов заголовка некоторые сообщения эксплуатационного управления могут содержать поле с дополнительной информацией, которая определяет область их действия и, если нужно, порядковый номер той MSU, которая предшествовала данному эксплуатационному сообщению.

Как уже упоминалось, необходимость в активизации тех или иных процедур эксплуатационного управления возникает при изменении статуса тех или иных ресурсов сети ОКС. В зависимости от причины изменения статуса ресурса (неисправность или воздействие команд эксплуатационного управления) и от того, где это изменение первоначально зафиксировано (в «своем» или в «не своем» SP), информацию о нем уровень 3 МТР получает:

- от средств контроля характеристик работы сигнального звена в уровне 2,

- в составе эксплуатационного сообщения, поступившего от другого SP и доставленного в уровень 3 средствами уровня 2,
- от собственных средств эксплуатационного контроля и управления,
- от центра эксплуатационного управления сетью через интерфейс с подсистемой SCCP, обеспечивающей взаимодействие уровня 3 MTP с верхними уровнями протокола ОКС7 (ТС, ОМАР).

Полученные сведения об изменении статуса того или иного ресурса уровень 3 MTP передает, смотря по обстоятельствам:

- средствам уровня 2,
- другому (или другим) SP,
- собственным средствам эксплуатационного управления,
- в центр эксплуатационного управления сетью.

При выполнении процедур эксплуатационного управления уровень 3 MTP:

- обменивается эксплуатационными сообщениями с другим (с другими) SP,
- передает соответствующие случаю индикации (запросы) в центр и в собственные средства эксплуатационного управления,
- обменивается с уровнем 2 командами/ответами при активизации и деактивизации сигнальных звеньев.

Читателю, интересующемуся более детальной информацией о подсистеме MTP, можно порекомендовать обратиться к справочнику MTP серии «Телекоммуникационные протоколы» [131]. Там же приведены достаточно подробные сценарии и 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.

10.3 Подсистема SCCP

10.3.1 Общие сведения

Рассмотренная в п. 10.2 подсистема MTP реализует механизм транспортировки информационных блоков, который был специфицирован до создания семиуровневой модели взаимодействия открытых систем (OSI). Оказалось, что MTP полностью реализует функции, соответствующие уровням 1 и 2 модели OSI, но для поддержки системой ОКС7 услуг уровня 3 модели OSI необходим ряд дополнительных функций. Эти функции выполняются подсистемой управления сигнальными соединениями SCCP, так что MTP и SCCP вместе образуют подсистему сетевых услуг NSP.

Цель SCCP – обеспечить сквозную транспортировку через сеть ОКС блоков данных от SP-отправителя к SP-получателю независимо от того, являются эти SP смежными или несмежными, и от того, используется или не используется сигнальная связь между ними для организации, поддержания или нарушения соединения телефонных каналов. Иначе говоря, SCCP предоставляет своим пользователям (т.е. подсистемам более высоких уровней) услуги переноса блоков данных через сеть ОКС по сигнальным маршрутам, не обязательно ассоциированным с маршрутами, по которым проходят телефонные соединения. Названные услуги SCCP подразделяются на две группы – услуги, предусматривающие организацию в сети ОКС виртуальных (сигнальных) соединений, и услуги, не предусматривающие таких соединений.

При предоставлении услуг первой группы между двумя SP, которым они предоставляются, в сети ОКС до начала сеанса обмена данными создается сигнальное соединение. По запросу такого соединения со стороны подсистемы, являющейся пользователем услугами «своей» SCCP, эта SCCP присваивает предстоящему сеансу обмена сообщениями условный внутренний номер – локальную метку – и вводит эту метку (в качестве одного из обязательных параметров) в состав сообщения запроса соединения (заметим, что эта же самая метка будет входить во все сообщения, относящиеся к данному сеансу и использующие данное соединение). Сообщение запроса соединения (CR – Connection Request) транспортируется через сеть ОКС к SP-адресату и анализируется размещенной в этом SP подсистемой SCCP, которая формирует в ответ подтверждающее сообщение (CC – Connection Confirm), вводя в него свою локальную метку, и отправляет его SP, передавшему сообщение CR. После того как SP, передавший сообщение CR, примет сообщение CC с локальной меткой, присвоенной в SP-адресате, сигнальное соединение готово и однозначно идентифицировано комбинацией двух локальных меток.

Если два SP, между которыми создается сигнальное соединение, не являются смежными, то в таком соединении (а также в процедурах его создания и нарушения) могут участвовать, кроме SP-отправителя CR и SP-получателя CR, один или несколько SP с функциями SCCP-переприема. Тогда сигнальное соединение составляется из нескольких секций, и каждая секция идентифицируется локальными метками на обоих концах. SCCP в переприемном SP, приняв CR и определив, что его адресатом является не этот, а другой SP, присваивает локальную метку той секции предполагаемого соединения, по которой принято CR, и другую локальную метку – секции в направлении к SP-адресату, а затем транслирует в этом направлении принятое CR с той же адресной информацией, но с измененной локальной меткой. Так продолжается, пока CR не достигнет SCCP в SP-адреса-

те. Аналогично проходит в обратном направлении от SP-адресата через сеть ОКС к SP-отправителю сообщение СС.

Сигнальные соединения могут предоставляться либо на время только одного сеанса обмена данными, либо на длительное время. В последнем случае соединения являются *постоянными*; а их созданием и нарушением управляет эксплуатационный персонал, например, привлекая функциональные возможности ОМАР.

При предоставлении услуг второй группы сигнальное соединение между двумя SP не создается. Подсистема SCCP предоставляет своему пользователю возможность передавать через сеть ОКС адресованные сообщения, используя средства транспортировки, существующие в МТП, и дополняя их собственными функциями маршрутизации, устанавливающими соответствие между адресом назначения и кодом SP в терминах услуг МТП. При этом имеются две возможности:

- гарантировать (с высокой вероятностью) доставку без нарушения порядка следования сообщений, содержащих в маршрутной этикетке один и тот же код селектора сигнального звена (SLS), если этого требует подсистема-пользователь,
- если такое требование отсутствует, код SLS для каждого сообщения выбирается либо случайным образом, либо с учетом соображений рационального разделения нагрузки между элементами сети ОКС; очередность доставки сообщений при этом может нарушаться.

10.3.2 Взаимодействие с подсистемами смежных уровней

Смысл взаимодействия со смежными уровнями вытекает из того, что SCCP предоставляет свои услуги *вышележащему уровню*, используя услуги *нижележащего уровня* и выполняя некоторое множество *собственных функций*. В связи с этим очевидна необходимость спецификации интерфейсов, как между SCCP и МТП, так и между SCCP и подсистемами более высокого уровня. В спецификации используются так называемые *сервисные примитивы*, то есть абстрактные представления элементов взаимодействия. Роль и область действия примитивов иллюстрирует рис. 10.6.

Здесь необходимо сделать замечания, относящиеся не только к SCCP (да и не только к ОКС7). Любой функциональный уровень – уровень N (или N-уровень) – содержит некоторое множество функций и характеризуется некоторым множеством функциональных возможностей. Подсистема, размещенная в N-уровне (ее удобно называть *подсистемой ранга N*, а иногда – *N-подсистемой*), содержит в себе активные элементы, которые реализуют функциональные возможности, определенные для этой подсистемы (либо всё их множество,

либо каждый – определенную часть этого множества). В англоязычной литературе такого рода активный элемент принято называть *entity*; хорошего русского эквивалента нет, но поскольку нам неоднократно придется возвращаться к понятию, обозначаемому словом *entity*, введем для его обозначения (в рамках данной главы) термин *рабочая единица*.

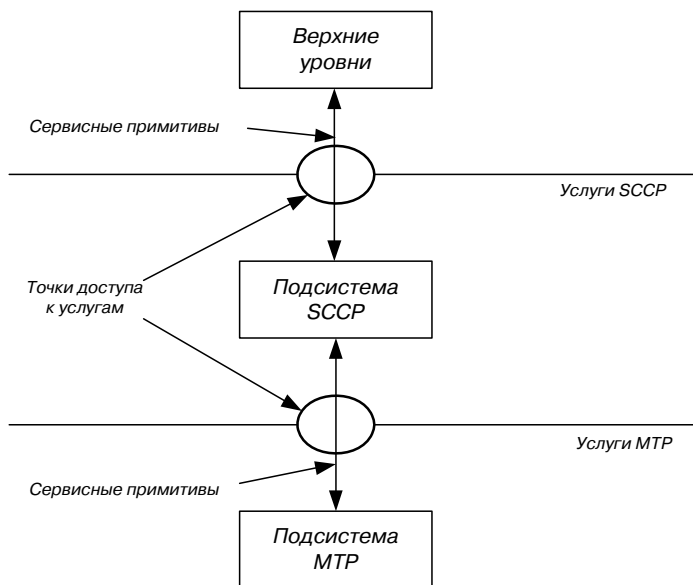


Рис. 10.6 Роль сервисных примитивов

Итак, *рабочей единицей уровня N* (или *рабочей N-единицей*, или, если из контекста ясно, о чем идет речь, то просто *N-единицей*) мы будем называть множество функций, привлекаемых *N-уровнем* к обслуживанию конкретной связи между $(N+1)$ -подсистемами.

Обмен информацией между двумя *SP* через сеть ОКС можно интерпретировать как процесс взаимодействия двух систем, размещенных в разных географических точках. Взаимодействие это связано с тем, что пользователям обеих систем нужно обмениваться данными, необходимыми для выполнения тех или иных задач (в случае ОКС7 – для управления коммутацией и предоставлением абонентам сети связи дополнительных услуг, для информационной поддержки технической эксплуатации средств связи и т.п.). Обе взаимодействующие системы имеют многоуровневую архитектуру, соответствующую модели OSI, причем функции любого одного и того же уровня в той и в другой системе идентичны (или, по меньшей мере, согласованы).

В подобных условиях уместно говорить о том, что на каждой фазе взаимодействия двух систем имеет место взаимодействие подсистем.

тем одного ранга, размещенных в системе А и в системе В. При этом подсистема ранга ($N+1$) в системе, инициирующей данную фазу (например, в системе А), должна завязать диалог с подсистемой того же ранга ($N+1$) в системе, привлекаемой к участию в данной фазе (например, в системе В). ($N+1$)-подсистема в системе В, должна, в свою очередь, поддерживать диалог. Иными словами, необходима информационная связь между одноранговыми подсистемами двух разных систем (peer-to-peer communication).

При организации и в процессе такой связи подсистема ранга ($N+1$), находящаяся в системе А, обращается к услугам подсистемы ранга N в той же системе А. Рабочая ($N+1$)-единица системы А передает к N -единице своей системы запрос, конечная цель которого состоит в том, чтобы вызвать ответную реакцию рабочей ($N+1$)-единицы системы В. На пути к этой цели N -единица системы А обращается к услугам ($N-1$)-единицы своей системы, та, в свою очередь, – к услугам ($N-2$)-единицы и т.д., вплоть до рабочей единицы уровня 1, которая обеспечивает использование физической среды для передачи битов, несущих запрос, от системы А к системе В. Рабочая единица уровня 1 системы В, приняв эти биты, формирует соответствующую индикацию для рабочей единицы уровня 2 своей системы, та сообщает об этом рабочей единице уровня 3 и т.д. «вверх», до тех пор, пока индикация приема запроса не достигнет рабочей ($N+1$)-единицы системы В.

Далее, в общем случае, происходит обратный процесс. Отклик рабочей ($N+1$)-единицы системы В передается к системе А с привлечением услуг N -единицы, затем – ($N-1$)-единицы и т.д. в системе В, а прием уровнем 1 системы А битов, доставивших отклик, интерпретируется рабочими единицами системы А как подтверждение системой В приема отправленного к ней запроса. Это подтверждение проходит в системе А уже понятным читателю путем «вверх», пока не достигнет отправившей запрос рабочей ($N+1$)-единицы.

Сказанное иллюстрирует рис. 10.7, на котором запрос, индикация, отклик и подтверждение фигурируют как имена сервисных примитивов.

Рассмотрим сперва примитивы, описывающие взаимодействие между SCCP и подсистемами вышележащего уровня. Существует два класса таких примитивов – для услуг с созданием сигнального соединения и для услуг без соединения. И в том, и в другом классе имеется несколько групп примитивов, и каждой группе присвоено общее имя. Как уже отмечалось, вместе с MTP подсистема SCCP формирует так называемые сетевые услуги (Network Services), а потому все рассматриваемые примитивы имеют общие имена, в начале которых пишется латинская буква N.

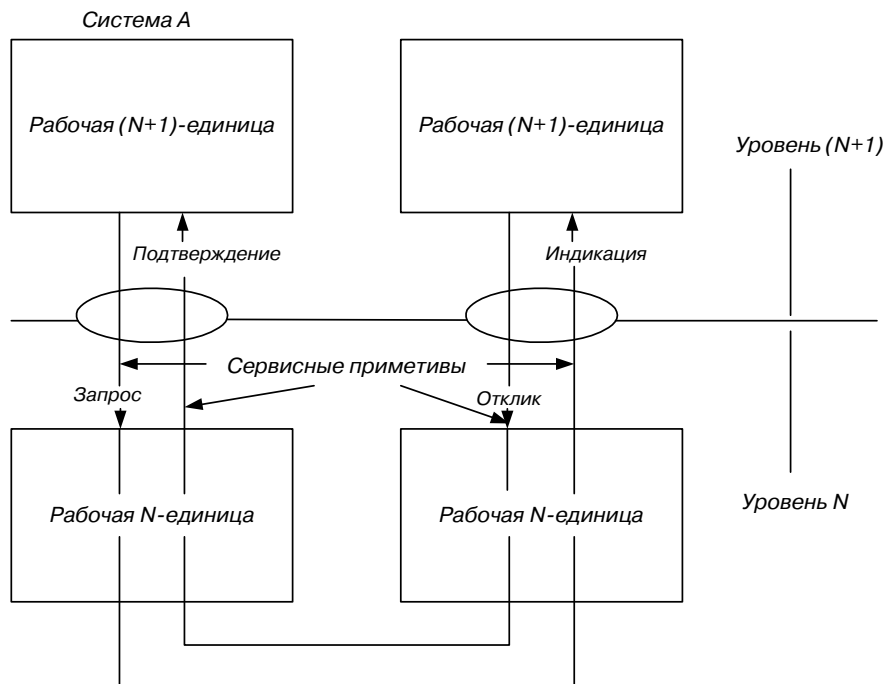


Рис. 10.7 Имена и смысл сервисных примитивов

Каждый примитив в группе имеет, кроме того, свое специфическое имя. В качестве специфических имен выступают уже употребившиеся выше слова *запрос*, *индикация*, *отклик* и *подтверждение* (заметим, что не в каждой группе существуют примитивы со всеми четырьмя именами). И, наконец, каждый примитив содержит определенный набор параметров, несущих связанную со смыслом и назначением этого примитива информацию.

В табл. 10.2 и 10.3 приведены характеристики примитивов обоих классов.

Таблица 10.2 Примитивы для услуг SCCP без создания соединения

Примитивы		Параметры
Общее имя	Специфическое имя	
N-UNITDATA (блок данных)	Request (запрос) Indication (индикация)	Вызываемый, вызывающий адрес Контроль порядка следования Опция возврата сообщения Данные пользователя
N-NOTICE (возврат сообщения)*	Indication (индикация)	Вызываемый, вызывающий адрес Причина возврата Данные пользователя

Примечание: Примитив "N-NOTICE indication" служит для возврата пользователю-отправителю сообщения, которое не удалось доставить по назначению.

Таблица 10.3 Примитивы для услуг SCCP с созданием соединения

Примитивы		Параметры
Общее имя	Специфическое имя	
N-CONNECT (соединение)	Request (запрос) Indication (индикация) Response (отклик) Confirmation (подтверждение)	Вызываемый, вызывающий, ответивший адрес Подтверждение приема Срочная доставка Характеристики качества обслуживания Данные пользователя Идентификатор соединения
N-DATA (данные)	Request (запрос) Indication (индикация)	Запрос подтверждения Данные пользователя Идентификатор соединения
N-EXPEDITED DATA (срочные данные)	Request (запрос) Indication (индикация)	Данные пользователя Идентификатор соединения
N-DATA ACKNOWLEDGE (подтверждение приема)	Request (запрос) Indication (индикация)	Идентификатор соединения
N-DISCONNECT (разъединение)	Request (запрос) Indication (индикация)	Инициатор Причина Данные пользователя Ответивший адрес Идентификатор соединения
N-RESET (перенумеровать) *	Request (запрос) Indication (индикация) Response (отклик) Confirm. (подтверждение)	Инициатор Причина Идентификатор соединения

Примечание: Передача примитива "N-RESET" возможна при обмене данными через сигнальное соединение по протоколу, предусматривающему контроль потока блоков данных. Под его воздействием SCCP начинает заново процесс присвоения блокам данных порядковых номеров.

Перейдем к примитивам, отражающим взаимодействие между SCCP и подсистемой переноса сообщений. В начале общего имени каждого такого примитива пишутся латинские буквы МТР. Характеристики этих примитивов приведены в табл. 10.4.

На этом можно закончить изложение вопросов, относящихся к тем интерфейсам, через которые SCCP оказывает свои услуги подсистемам более высокого уровня и пользуется услугами МТР. Отметим, что при изложении нам пришлось, по необходимости, коснуться и другой, не менее важной группы вопросов взаимодействия SCCP с подсистемами смежных уровней, а именно, собственных функций SCCP. Вот краткий перечень этих функций:

- функции создания и нарушения сигнальных соединений,

- функции, поддерживающие транспортировку данных с созданием сигнальных соединений,
- функции, поддерживающие транспортировку данных без создания таких соединений,
- функции маршрутизации и адресации,
- функции поддержки эксплуатационного управления подсистемой SCCP и сетью ОКС.

Таблица 10.4 Сервисные примитивы MTP

Примитивы		Параметры
Общее имя	Специфическое имя	
MTP-TRANSFER (перенос сообщения)	Request (запрос) Indication (индикация)	OPC DPC SLS SIO Данные пользователя
MTP-PAUSE (перерыв связи)	Indication (индикация)	DPC недоступного SP
MTP-RESUME (возобновление связи)	Indication (индикация)	DPS ставшего доступным SP
MTP-STATUS (статус)	Indication (индикация)	DPC частично недоступного SP Причина недоступности *

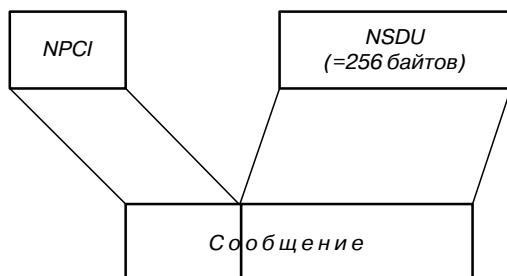
Примечание: На сегодня определены два значения параметра "причина":

- перегрузка в сети ОКС,
- пользователь-адресат недоступен.

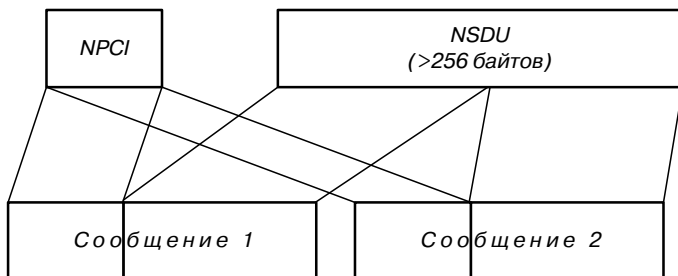
Последняя группа функций будет рассмотрена ниже, а здесь мы уделим внимание некоторым функциям, связанным с транспортировкой данных пользователя в случаях, когда для этой цели создаются сигнальные соединения.

Подсистема, пользующаяся услугами SCCP, представляет свои данные, подлежащие переносу через сеть ОКС, в виде блоков, называемых NSDU (Network Service Data Units – блоки данных, требующие сетевых услуг). Эти блоки переносятся в сообщениях SCCP, состоящих каждое из двух частей – управляющей (NPCI – Network Protocol Control Information) и информационной.

Управляющая часть поддерживает совместную работу двух подсистем одного ранга, размещенных в разных SP, и содержит параметр, относящий сообщение к определенному сигнальному соединению. Информационная часть содержит данные пользователя – либо целый блок NSDU, либо часть такого блока, если размер целого NSDU слишком велик. В последнем случае выполняется функция сегментации NSDU, то есть разделения содержимого этого блока на две или на несколько частей и размещения каждой из них в одном из двух (нескольких) сообщений с одинаковыми NPCI. Сказанное иллюстрирует рис. 10.8.



а) Размещение одного NSDU в одном сообщении SCCP (без сегментации)



б) Размещение одного NSDU в двух сообщениях SCCP (с сегментацией)

Рис. 10.8 Размещение NSDU в сообщениях SCCP

10.3.3 Услуги и возможности эксплуатационного управления

Средства эксплуатационного управления, имеющиеся в подсистеме SCCP, предусматривают ряд процедур, задача которых состоит в том, чтобы обеспечить нормальное функционирование сети ОКС при возникновении в этой сети повреждений или перегрузок. Упомянутые процедуры производят необходимые изменения сигнальных маршрутов или накладывают запрет на использование определенных элементов сети (пучков сигнальных звеньев, пунктов сигнализации) для переноса сообщений к определенному адресату. Кроме того, средства эксплуатационного управления SCCP информируют эксплуатационные подсистемы более высокого уровня (например, ОМАР) о сложившейся ситуации и своих действиях, а также принимают к исполнению команды, получаемые от этих подсистем.

Взаимодействие SCCP с подсистемами более высокого уровня в тех случаях, когда оно связано с функциями эксплуатационного управления, поддерживается отдельным классом примитивов, характеристики которого приведены в табл. 10.5.

Доставка в SCCP эксплуатационно-технической информации от МТП поддерживается примитивами из числа уже рассмотренных нами ранее:

- MTP-PAUSE indication,

- MTP-RESUME indication,
- MTP-STATUS indication.

Таблица 10.5 Эксплуатационные примитивы SCCP

Примитивы		Параметры
Общее имя	Специфическое имя	
N-COORD (координация действий)	Request (запрос) Indication (индикация) Response (отклик) Confirmation (подтвер.)	Подсистема-объект Количество аналогичных подсистем
N-STATE (статус пользователя)	Request (запрос) Indication (индикация)	Подсистема-объект Статус пользователя Количество аналогичных подсистем
N-PCSTATE (статус SP)	Indication (индикация)	Подсистема-объект Статус пункта сигнализации

И, наконец, средства эксплуатационного управления в составе SCCP взаимодействуют с такими же средствами, размещенными в других SP сети ОКС, путем обмена сообщениями SCCP, предназначенными специально для этой цели и проходящими через сеть в режиме без организации сигнальных соединений.

Предусмотренные в SCCP функции эксплуатационно-технического управления ресурсами сети ОКС обеспечивают:

- контроль в своем SP статуса подсистем, пользующихся услугами SCCP, а также изменение в необходимых случаях маршрутных данных в SCCP,
- координированное управление изменением статуса подсистем, в частности, выводом из работы одной из них при наличии в системе нескольких таких же подсистем,
- передачу (в вещательном режиме) информации об изменении статуса подсистемы или пункта сигнализации ко всем SP, для которых такая информация важна и представляет оперативный интерес,
- локальное оповещение (в вещательном режиме) подсистем внутри своего SP,
- активизацию функций тестирования в узлах, которые получили сведения о недоступности подсистемы, выведенной из работы.

10.3.4 Сообщения SCCP

Сообщения SCCP переносятся в поле сигнальной информации SIF значащих сигнальных единиц MSU. В MSU, несущей сообщение SCCP,

формат поля SIF содержит маршрутную этикетку, код типа сообщения и параметры.

Параметры дополняют информацию, содержащуюся в коде типа сообщения. В общем случае параметр состоит из названия, индикатора длины и поля данных. Название кодируется одним байтом и однозначно определяет параметр. Индикатор длины указывает длину параметра, а поле данных содержит информацию (заметим, однако, что не каждый параметр содержит все эти поля).

Существуют параметры трех видов – обязательные с фиксированной длиной, обязательные с переменной длиной и необязательные.

Обязательные параметры с фиксированной длиной содержатся в сообщениях любого типа. Положение и длина каждого из этих параметров однозначно определяются типом сообщения, а поэтому их названия и индикаторы длины в сообщения не включаются.

Обязательные параметры переменной длины также всегда содержатся в сообщениях всех типов. Название каждого такого параметра определяется типом сообщения и в сообщение не включается.

Необязательные параметры могут включаться или не включаться в сообщение того или иного типа. Каждый необязательный параметр содержит название (один байт) и индикатор длины (один байт) перед полем данных, передающим содержание параметра.

Формат сообщения SCCP в общем виде показан на рис. 10.9.

Всего имеется 16 типов сообщений SCCP, из которых 14 связаны с услугами, предусматривающими создание в сети виртуальных (сигнальных) соединений (протоколы классов 2 и 3), а 2 – с услугами, которые не предусматривают создание соединений (протоколы классов 0 и 1). Различие между классами 1 и 0 состоит в том, что класс 1 предусматривает механизм, контролирующий очередность следования сообщений с одним и тем же кодом SLS, а класс 0 такого механизма не реализует.

Приведем теперь перечень всех типов сообщений SCCP, снабдив его краткими пояснениями.

- *Connection Request (CR)* – запрос соединения.
- *Connection Confirm (CC)* – подтверждение приема запроса.

(Эти два сообщения уже рассматривались и пояснений не требуют.)

- *Connection Refused (CREF)* – отказ в организации соединения; такое сообщение передается вызываемой SCCP или SCCP транзитного пункта в ответ на сообщение CR в случае, когда соединение не может быть установлено.
- *Data Form 1 (DT1)* и *Data Form 2 (DT2)* – данные пользователя; такого рода сообщения могут передаваться с любой стороны соз-

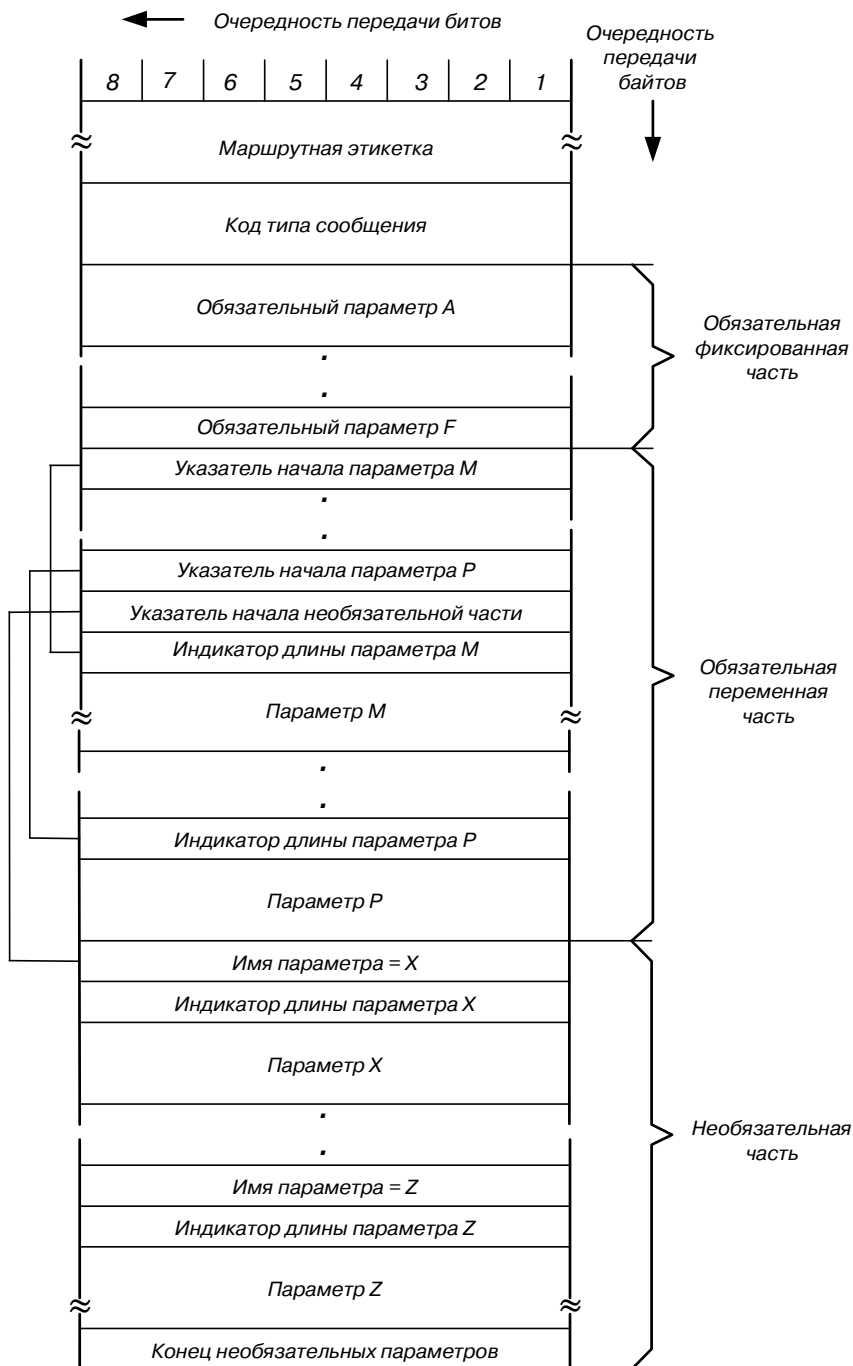


Рис. 10.9 Формат сообщений SCCP

данного сигнального соединения; форма 1 используется в соединениях с протоколом класса 2, а форма 2 – в соединениях с протоколом класса 3.

- *Data Acknowledgement (AK)* – подтверждение получения сообщений DT2; сообщение АК служит для управления размером «окна» с целью управления потоком в сигнальных соединениях с протоколом класса 3.
- *Inactivity Test (IT)* – проверка соединения; это сообщение может быть послано с любого конца сигнального соединения, чтобы проверить, активно ли это соединение на противоположном конце, а также то, согласуются ли между собой данные о соединении на обоих его концах.
- *Protocol Data Unit Error (ERR)* – ошибка в исполнении протокола; это сообщение может быть передано в любом направлении в случае обнаружения любой ошибки в исполнении протокола класса 2 или класса 3 на фазе обмена данными.
- *Released (RLSD)* – запрос разъединения; подсистема SCCP, которая передает это сообщение, информирует встречную подсистему SCCP о необходимости нарушить сигнальное соединение и о том, что в ней самой соответствующие ресурсы подготовлены к разъединению; сообщение передается на фазе обмена данными с использованием протоколов класса 2 и класса 3.
- *Release Complete (RLC)* – подтверждение разъединения; это сообщение передается в ответ на сообщение RLSD и информирует подсистему, его пославшую, о том, что все процедуры, которые нужны для разъединения, завершены; сообщение передается на фазе обмена данными с использованием протоколов класса 2 и класса 3.
- *Reset Request (RSR)* – запрос переустановки; SCCP, которая передает это сообщение, просит встречную подсистему SCCP начать заново присвоение сообщениям порядковых номеров; такое сообщение передается на фазе обмена данными с использованием протокола класса 3.
- *Reset Confirm (RSC)* – подтверждение переустановки; передается в ответ на сообщение RSR и информирует подсистему, его пославшую, о том, что запрос принят и что соответствующая процедура выполнена.
- *Unitdata (UDT)* – блок данных. Это сообщение служит для переноса данных пользователя в режиме без создания сигнального соединения.
- *Unitdata Service (UDTS)* – служебное сообщение; оно информирует подсистему SCCP, передававшую блок данных UDT, что этот блок не может быть доставлен по назначению; сообщение UDTS может передаваться при использовании протоколов класса 0 и класса 1.

Кроме перечисленных, в SCCP предусмотрено пять типов сообщений эксплуатационного управления:

- SSP (Subsystem-Prohibited – запрет доступа к подсистеме),
- SSA (Subsystem-Allowed – разрешение доступа к подсистеме),
- SOR (Subsystem-Out-of-service-Request – запрос разрешения на то, чтобы подсистема, его пославшая, перешла в нерабочее состояние),
- SOG (Subsystem-Out-of-service-Grant – разрешение на переход в нерабочее состояние, передаваемое в ответ на SOR),
- SST (Subsystem-Status-Test – проверка статуса подсистемы, доступ к которой был запрещен).

Каждое из этих сообщений содержит четыре обязательных параметра с фиксированной длиной:

- идентификатор формата (то есть типа сообщения) – 1 байт,
- подсистема, к которой относится сообщение, – 1 байт,
- пункт сигнализации, к которому относится сообщение, – 2 байта,
- индикатор наличия дублирующих подсистем – 1 байт.

Сведения о параметрах, входящих в сообщения SCCP, сведены в табл. 10.6.

Таблица 10.6 Состав параметров в разных сообщениях SCCP

Поле параметра \ Сообщения	C	R	C	R	L	D	D	A	R	R	E	I	U	U
	R	C	E	S	L	T	T	K	S	S	R	T	D	S
Локальная метка пункта-адресата		о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о		
Локальная метка пункта-отправителя	о	о		о	о				о	о		о		
Адрес вызываемой стороны	о	н	н										о	о
Адрес вызывающей стороны	н												о	о
Класс протокола	о	о										о	о	
Сегментирование/объединение						о								
Принятый порядковый номер								о						
Нумерация/контроль/сегментирование/объединение							о							
Размер "окна"	н	н						о				о		
Причина разъединения				о										
Причина возврата														о
Причина переустановки									о					
Причина ошибки											о			
Данные пользователя	н	н	н	н		о	о						о	о
Причина отказа			о											
Конец необязательных параметров	н	н	н	н										

Примечание 1: Символ "о" означает "обязательный параметр", а символ "н" – "необязательный параметр".

Примечание 2: С целью облегчить понимание смысла параметров в табл. 10.6 вместо точного перевода части названий дается несколько расширенное их толкование.

В заключение этого раздела приведем некоторые иллюстративные примеры.

Пример [121] последовательности сообщений для услуг, ориентированных на соединение, показан на рис. 10.10. В этом примере функциям верхнего уровня в системе А требуется связь с соответствующими функциями в системе Б. SCCP-А принимает от функций верхнего уровня запрос соединения с SCCP-Б. SCCP-А анализирует адрес вызываемой стороны (т.е. адрес SCCP-Б). В результате этого анализа должно быть установлено сигнальное соединение с системой Б с использованием средств МТР. Для этого через МТР к SCCP-Б передается сообщение запроса соединения CR. При приеме этого сообщения в системе Б МТР доставляет его к SCCP-Б. Анализируя адрес вызываемой стороны, SCCP-Б определяет, что сообщение CR достигло пункта своего назначения, а также необходимость установления соединения. В сторону SCCP-А передается сообщение подтверждения соединения CC.

После обмена сообщениями CR и CC сигнальное соединение установлено, 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 подтверждается сообщением подтверждения разъединения RLC.

Класс протокола может быть назначен во время установления сигнального соединения. Функции высшего уровня системы выбирают предпочтительный класс протокола и вводят сведения об этом в сообщение CR, передаваемое подсистемой SCCP-А. SCCP-Б может изменить класс протокола (например, назначить вместо класса 3 класс 2) введя соответствующую информацию в сообщение CR. Это может понадобиться, если, например, класс 3 в системе Б недоступен.

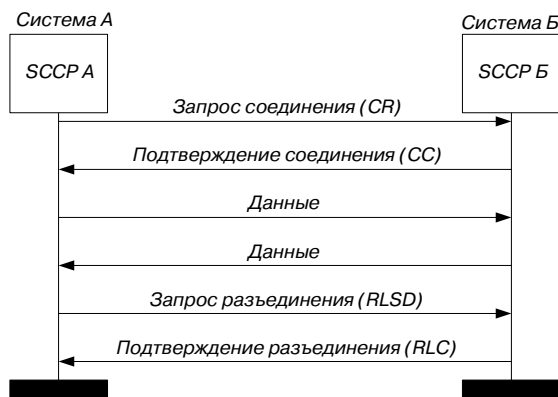


Рис. 10.10 Пример последовательности сообщений: услуга, ориентированная на соединение

Если между системами А и Б нет прямого сигнального звена и для установления соединения нужно привлечь третью систему, как это показано на рис. 10.12, SCCP-А анализирует адрес вызываемой стороны и, определив отсутствие прямого звена с SCCP-Б, передает сообщение CR в промежуточную SCCP-В. Получив сообщение CR, SCCP-В анализирует адрес вызываемой стороны и определяет, что сообщение предназначено для SCCP-Б. Поскольку SCCP-В имеет прямое сигнальное звено с SCCP-Б, она передает сообщение CR к SCCP-Б. В свою очередь, SCCP-Б возвращает сообщение CC к SCCP-А через SCCP-В.

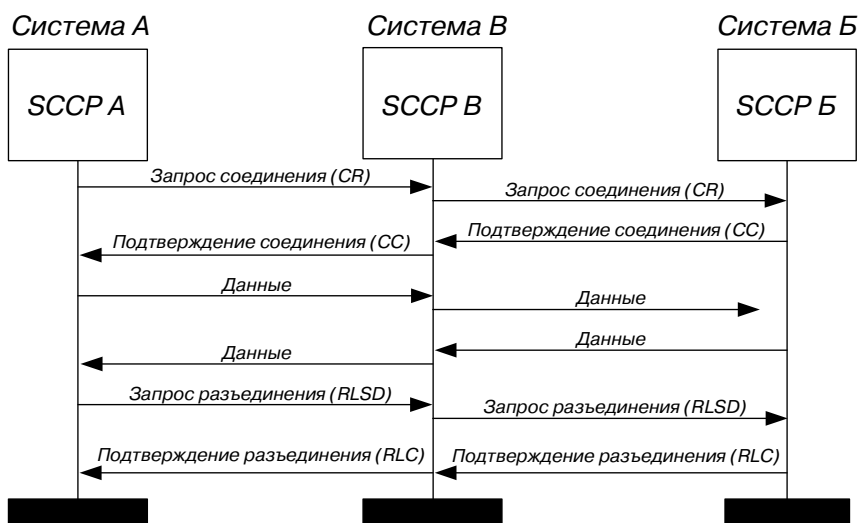


Рис. 10.12 Пример последовательности сообщений: услуга, ориентированная на соединение, с пунктом SCCP-приема

Комбинацию MTP и SCCP можно использовать для предоставления сетевых услуг ОКС протоколам высших уровней, соответствующим 7-уровневой модели OSI, безотносительно к тому, специфицированы ли эти протоколы как часть ОКС7 или нет, позволяя тем самым операторам сети связи оптимизировать технические решения в соответствии с конкретными условиями и обеспечивая большую гибкость в применении различных протоколов. Изучение SCCP читатель может продолжить, обратившись в [133].

10.4 Подсистема ISUP

10.4.1 Общие сведения

Рассмотренные выше подсистемы MTP и SCCP предоставляют своим пользователям услуги транспортировки сигнальной информации через сеть ОКС, то есть сетевые услуги. Однако содержание этой

информации, ее размещение в сигнальных сообщениях, количество типов таких сообщений и логический порядок их следования определяют подсистемы более высокого уровня, то есть подсистемы-пользователи сетевыми услугами. В частности, для управления созданием и нарушением соединений в сетях коммутации каналов специфицировано несколько подсистем-пользователей, в т.ч., телефонная подсистема (TUP) и ISDN-подсистема (ISDN-UP или ISUP).

Подсистема TUP была создана в составе средств европейской версии ОКС7. Практически одновременно начала разрабатываться (а затем – и внедряться) подсистема-пользователь ISUP. Наряду со средствами поддержки основных телефонных услуг, TUP содержит также и средства поддержки ряда дополнительных услуг. Однако, в силу самой природы ISDN, предусматриваемые ею дополнительные услуги являются более мощными и используют более современные решения, чем те, которые использует TUP. ISUP содержит все функции TUP, но эти функции реализуются более гибко. Кроме того, в ISUP реализована одна из важнейших возможностей сигнализации, о которой неоднократно упоминалось выше, – обмен между несмежными SP через сеть ОКС «сквозными» сигнальными сообщениями, то есть сообщениями, которые не анализируются в промежуточных узлах. Благодаря эффективному использованию в структурах сообщений переменных и необязательных полей ISUP является гораздо более гибкой и адаптируемой к изменениям подсистемой, чем TUP. Принципы форматирования сообщений в ISUP подобны принципам, описанным для SCCP в предыдущем параграфе (в этом легко убедиться, сравнив приводимый ниже рис. 10.13 с рис. 10.9). В то же время, SCCP устроена так, что маршрут, по которому проходит сквозное сигнальное сообщение, никак не связан с маршрутом, по которому проходит соединение телефонных каналов, а ISUP опирается на «канальный» подход к идентификации транзакции, то есть для идентификации сообщения, относящегося к определенному телефонному соединению, ISUP использует номер телефонного канала, занятого в этом соединении.

Маршрутная этикетка
Идентификатор канала
Тип сообщения
Обязательная часть фиксированной длины
Обязательная часть переменной длины
Необязательная часть

Рис. 10.13 Структура сообщения ISUP

10.4.2 Сообщения ISUP

Сообщения ISUP переносятся в поле SIF значащих сигнальных единиц MSU, как показано на рис. 10. 14. Каждое сообщение содержит маршрутную этикетку, код-идентификатор канала, и информационное поле, в состав которого входят указатель типа сообщения и информационные элементы – параметры, образующие три части информационного поля: обязательную фиксированной длины, обязательную переменной длины и необязательную.

Код-идентификатор канала (CIC) – это номер того телефонного канала между двумя станциями, к которому относится сообщение. Если используется цифровой тракт 2.048 Мбит/с, то пять младших битов CIC представляют в двоичном коде номер канального интервала. Оставшиеся же биты служат для того, чтобы определить, какому ИКМ-поток принадлежит данный канальный интервал.

Код типа сообщения помещается в поле длиной один байт и обязателен для всех сообщений. Этот код определяет назначение и структуру каждого сообщения ISUP.

Параметры содержатся в любом сообщении. Порядок следования всех обязательных параметров фиксированной длины и длина каждого из них однозначно определяются типом сообщения. Начало каждого параметра переменной длины указывает специальный указатель. Названия всех обязательных параметров (как фиксированной, так и переменной длины) определяются типом сообщения и в сообщении не включаются. В составе любого необязательного параметра (перед его содержимым) присутствуют название этого параметра (один байт) и индикатор его длины (один байт).

Для ISUP специфицировано около 40 типов сообщений и около 80 параметров. Вот некоторые примеры типов сообщений:

- начальное адресное сообщение (IAM),
- запрос информации (INR),
- информация (INF),
- сообщение о приеме всего адреса (ACM),
- сообщение ответа (ANM),
- запрос модификации соединения (CMR),
- подтверждение выполнения модификации соединения (CMC),
- отказ модифицировать соединение (CMRJ),
- запрос разъединения (REL),
- подтверждение разъединения (RLC).

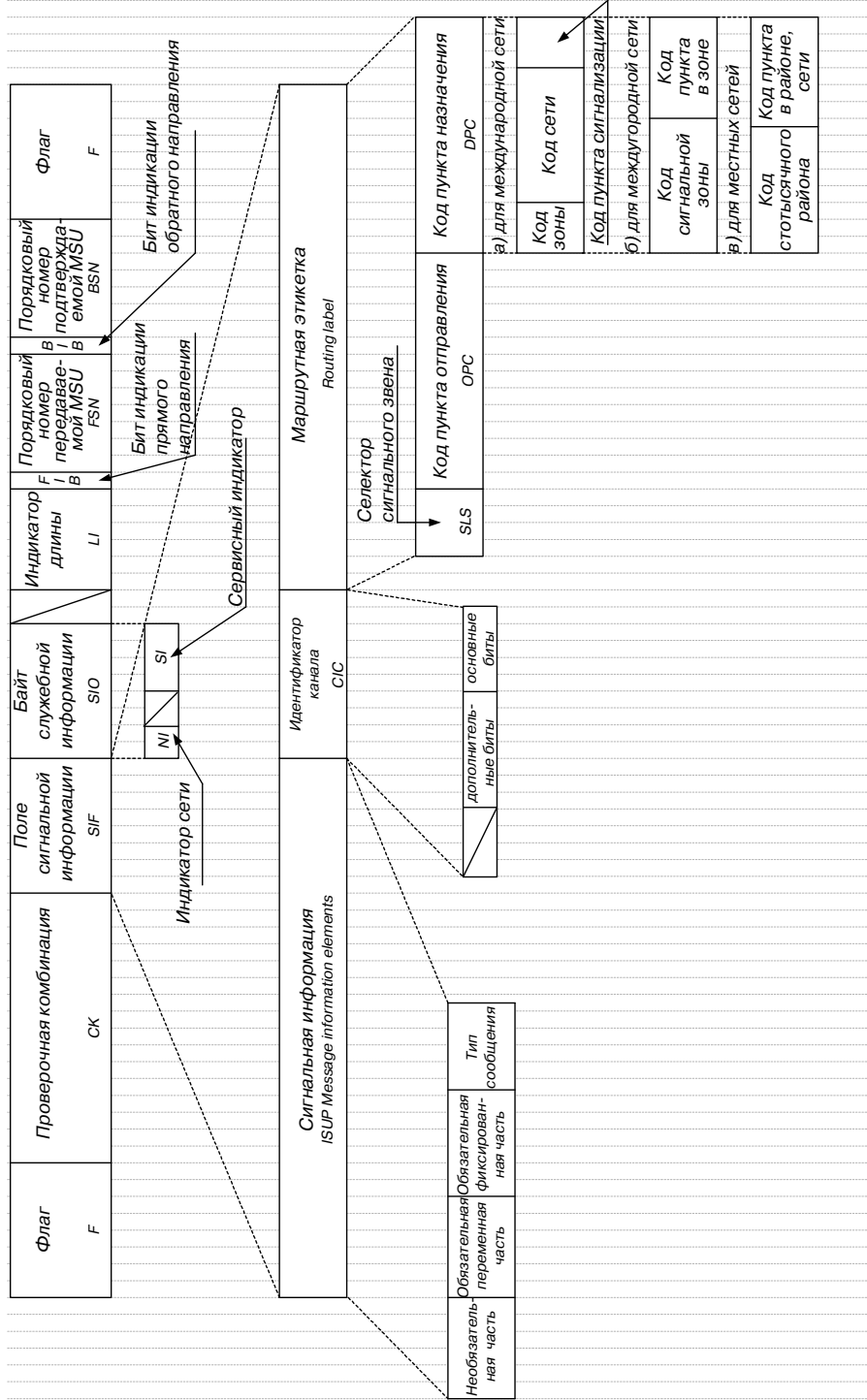


Рис. 10.14 Размещение сообщения ISUP в сигнальной единице MSU

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, 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.

Кроме того, в ISUP предусмотрена группа сообщений, связанных с задачами эксплуатационного управления (но не сетью ОКС, как это было в случае MTP, а элементами сети связи). Примеры таких сообщений:

- блокировка канала связи (BLO),
- подтверждение блокировки канала (BLA),
- блокировка группы каналов (CGB),
- подтверждение блокировки группы каналов (CGBA),
- разблокировка канала связи (UBL),
- подтверждение разблокировки канала (UBA),
- разблокировка группы каналов (CGU),
- подтверждение разблокировки группы каналов (CGUA).

Начальное адресное сообщение IAM является первым сообщением, которое должно передаваться при организации соединения. Оно содержит цифры номера адресата (либо все, либо в количестве, необходимом для маршрутизации). Формат IAM включает в себя следующие параметры.

Обязательный параметр фиксированной длины 1 байт характеризует природу устанавливаемого соединения, например, наличие или отсутствие эхозаградителей, присутствие в соединении спутникового канала и т.п.

Другой обязательный параметр (фиксированная длина – 2 байта) характеризует особенности соединения и специфические требования к нему (например, необходимость сквозной передачи информации и способ такой передачи).

Еще один обязательный параметр (фиксированная длина – 1 байт) указывает категорию вызывающей стороны, то есть несет сведения о том, является вызывающая сторона абонентом или оператором, сведения о языковой группе и т.п.

Последний обязательный параметр фиксированной длины (1 байт) описывает требования к среде передачи (например, запрашивает канал со скоростью передачи информации 64 Кбит/с).

Кроме того, в адресном сообщении IAM имеется один обязательный параметр переменной длины 4-11 байтов, определяющий номер вызываемого абонента, а также необязательные параметры: номер вызывающего абонента (переменная длина 4-12 байтов) и информация «пользователь-пользователь» (переменная длина 3-131 байт), которой абоненты могут обмениваться во время организации соединения.

Сообщение о приеме всего адреса АСМ передается входящей станцией после приема ею цифр в количестве, достаточном для организации связи с вызываемым абонентом. Общий формат сообщения АСМ включает в себя обязательный параметр фиксированной длины 1 байт, определяющий характер устанавливаемого соединения аналогично тому, как это имело место в IAM (наличие или отсутствие эхозаградителя, присутствие в соединении спутникового канала и т.п.).

Другой обязательный параметр фиксированной длины 2 байта также аналогичен параметру в IAM, но характеризует возможности входящей стороны соединения, подтверждая, например, возможность сквозной передачи и принимая затребованный способ такой передачи (или предлагая альтернативный).

Кроме этого, в АСМ могут включаться необязательный параметр со сведениями об особенностях соединения (аналогичный такому же параметру в IAM), и информация «пользователь-пользователь» (длинной 3-131 байт).

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 вызывать проблемы, если в одно сообщение одновременно включено слишком много необязательных полей. Кроме того, гибкое использование необязательных полей требует дополнительной обработки для определения, какая информация присутствует в сообщении, а какая нет.

Тем не менее, даже с учетом вышеупомянутой «ложки дегтя в бочке с медом», которую всегда можно надлежащим образом учесть, не злоупотребляя необязательными параметрами, метод форматирования ISUP является чрезвычайно гибким и обеспечивает реализацию как уже сформулированных, так и перспективных требований.

Рис. 10.15 иллюстрирует процедуры установления и разрушения базового соединения. Приняв от вызывающего абонента запрос соединения, исходящая АТС А анализирует содержащуюся в запросе информацию и формирует начальное адресное сообщение IAM, которое передается к транзитной АТС В. Информация, содержащаяся в IAM (в одном из обязательных параметров фиксированной длины), определяет характеристики средств доставки информации, нужные для требуемого вызывающим абонентом соединения, например, 64 Кбит/с.

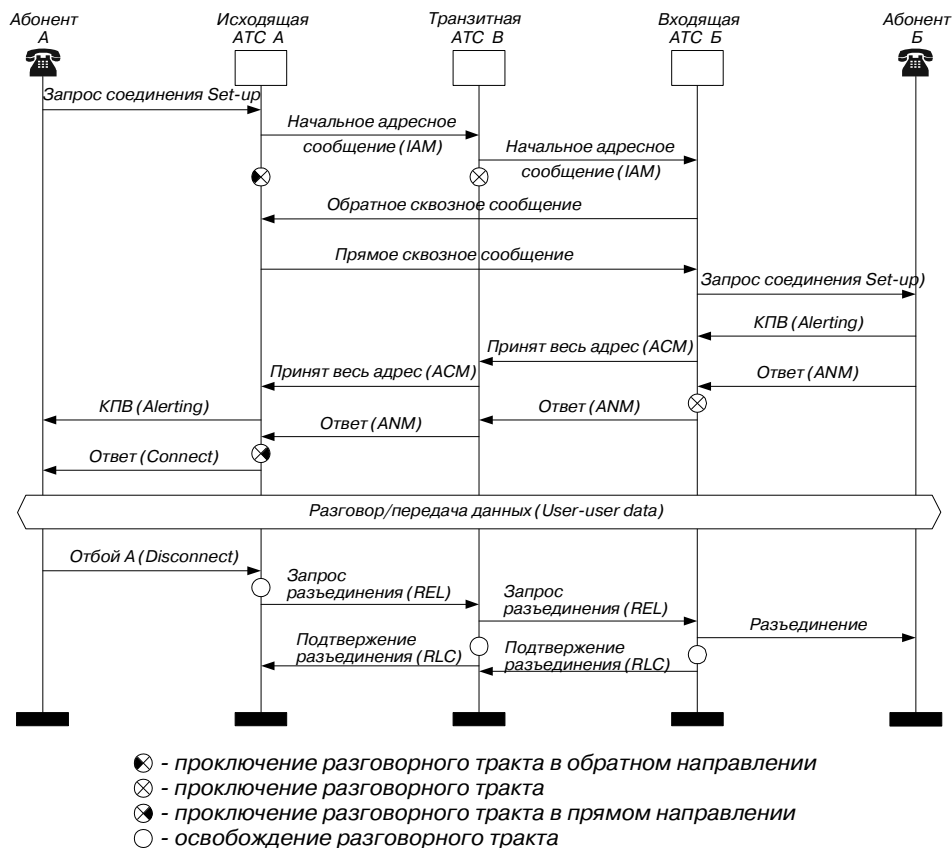


Рис. 10.15 Установление и разрушение базового соединения с участием ISUP

Транзитная АТС В принимает IAM и анализирует содержащуюся в этом сообщении информацию. Анализ цифр номера вызываемого абонента на транзитной АТС В определяет дальнейший маршрут ко входящей АТС Б. Анализ остальной информации, содержащейся в IAM, определяет выбор характеристик средств доставки информации, например, канал 64 Кбит/с. Далее IAM передается к АТС Б.

При приеме сообщения IAM входящей АТС Б производится анализ номера вызываемого абонента и определяется, достаточна ли принятая информация для организации связи с вызываемым абонентом. Если выясняется, что требуется дополнительная информация, к исходящей АТС А передается сквозное сообщение с соответствующим запросом. АТС А предоставляет запрошенную информацию, передавая ответное сквозное сообщение.

После того как входящая АТС Б примет весь адрес, вызываемый абонент уведомляется о входящем вызове, а от АТС Б к транзитной АТС В передается сообщение ACM. Затем транзитная АТС передает сообщение ACM к исходящей АТС. Прием сообщения ACM на любой станции, участвующей в соединении, указывает на успешную подготовку соединения и позволяет удалить из памяти маршрутную информацию, связанную с этим соединением.

Когда вызываемый абонент отвечает на вызов, входящая АТС передает сообщение об ответе (ANM) на транзитную АТС В, которая, в свою очередь, пересылает это сообщение к исходящей АТС А. В результате устанавливается соединение вызывающего абонента с вызываемым абонентом, начинается начисление платы и происходит разговор (или обмен данными).

Разъединение может быть произведено по инициативе любого из участников связи, то есть ISUP реализует систему одностороннего отбоя. На рис. 10.15 показан случай, когда первым дает отбой вызвавший абонент. Исходящая АТС А принимает от него сигнал отбоя и передает сообщение REL (запрос разъединения) на транзитную АТС В, которая транслирует это сообщение ко входящей АТС Б и освобождает свои ресурсы, занятые в соединении, после чего информирует об этом исходящую АТС А сообщением RLC (подтверждение разъединения). Аналогичные действия производятся на входящей АТС Б – прием сообщения REL, освобождение ресурсов, передача сообщения RLC к транзитной АТС. Отметим, что такая процедура разъединения обеспечивает максимально быстрое освобождение всех ресурсов, использовавшихся в разрушаемом соединении.

Рассмотренные здесь очень кратко процедуры организации и разрушения соединения в режиме коммутации каналов приведены нами в качестве иллюстрации того, как происходит обмен сигнальными сообщениями при предоставлении так называемых основных (базовых) услуг. ISUP поддерживает также целый ряд дополнительных услуг, сопровождающих как основные услуги телефонной связи, так и основные услуги обмена данными. Некоторые из дополнительных услуг телефонной связи реализованы в российской АТСЦ-90; их перечень приведен в таблице 10.7.

Предоставление дополнительных услуг ISDN, как приведенных в таблице 10.7, так и многих других, поддерживается совместно и сис-

темой межстанционной сигнализации OKC7 (ISUP), рассматриваемой в этой главе, и системой сигнализации по цифровым абонентским линиям DSS1, которая будет рассмотрена во втором томе [130]. Было бы очень непросто дать содержательное описание дополнительных услуг ISDN и, особенно, процедур, связанных с их предоставлением, не «залезая» достаточно глубоко в систему DSS1, а потому автор счел целесообразным дать такое описание во втором томе, а здесь ограничиться лишь сведениями, содержащимися в таблице 10.7, и материалом, имеющим отношение к ряду дополнительных услуг (в частности, к услуге «сигнализация пользователь-пользователь») и посвященным вопросам сквозной передачи сообщений ISUP.

Таблица 10.7 Некоторые дополнительные услуги ISDN

Q.731	
DDI	- Прямой набор
CLIP	- Предоставление номера вызывающего абонента
CLIR	- Запрет предоставления номера вызывающего абонента
COLP	- Предоставление номера вызываемого абонента
COLR	- Запрет предоставления номера вызываемого абонента
MCID	- Идентификация злонамеренного вызова
SUB	- Субадресация
Q.732	
CFB	- Переадресация при занятости абонента Б
CFNR	- Переадресация при отсутствии ответа абонента Б
CFU	- Безусловная переадресация
CD	- Отклонение вызова
Q.733	
CW	- Извещение об ожидающем входящем вызове
CH	- Прерывание и возобновление того же самого соединения
TP	- Переносимость терминала
Q.734	
CONF	- Конференц-связь
3PTY	- Связь трех участников
Q.735	
CUG	- Замкнутая группа пользователей
MLPP	- Приоритетное обслуживание
Q.737	
UUS	- Сигнализация "пользователь - пользователь"

10.4.3 Средства сквозной передачи сообщений ISUP

При сквозной передаче сигнальных сообщений через сеть OKC от SP-отправителя к несмежному SP-получателю сигнальная информация на промежуточных АТС не анализируется. Определены два

метода сквозной передачи: по сигнальному маршруту «телефонного» соединения (когда ISUP пользуется только услугами MTP) и метод SCCP.

Метод сквозной передачи информации по сигнальному маршруту, который использовался при организации соединения между двумя пользователями телефонной сети, основан на том, что данные об этом маршруте хранятся на всех АТС, через которые он проходит (в виде маршрутной этикетки и идентификатора канала CIC для каждого межстанционного участка), в течение всего времени существования телефонного соединения. Для сквозной передачи информации этим методом служат сообщения специального типа PAM (pass-along message – проходящее сообщение), содержание которых промежуточные АТС не анализируют, а продвижение этих сообщений обеспечивают функции сортировки и маршрутизации MTP.

Метод сквозной передачи информации на базе услуг подсистемы SCCP реализуется в двух вариантах – с привлечением услуг SCCP, не предусматривающих создание виртуального соединения, и с привлечением услуг SCCP, ориентированных на создание в сети ОКС такого соединения.

В первом варианте виртуальное соединение для транспортировки сквозных сообщений все равно создается, но не средствами SCCP, а средствами самой ISUP. Это соединение идентифицируется с помощью меток, привязывающих его к тому телефонному соединению, участники которого запросили услугу сквозной передачи информации. В одно из сообщений ISUP, обслуживающих телефонное соединение (обычно – в сообщение IAM), вводится метка, созданная в SP-отправителе. Эта метка является указанием для SP-адресата создать свою метку и передать ее SP-отправителю (обычно – в сообщении ACM). После обмена метками (процедура сходна с той, которая рассматривалась выше применительно к SCCP) виртуальное соединение установлено в том смысле, что перенос информации через сеть ОКС от ISUP-отправителя к ISUP-получателю производится под управлением SCCP (услуга без соединения, протокол класса 0 или класса 1), а привязку этой информации к определенной паре пользователей сети связи целиком обеспечивает ISUP.

Во втором варианте передачи сквозных сообщений с привлечением услуг SCCP (перенос информации с созданием виртуального соединения, протокол класса 2 или класса 3) используется такая процедура организации соединения. Подсистема ISUP на той АТС, пользователю которой нужна услуга сквозной передачи информации, обращается к подсистеме SCCP за данными, необходимыми для формирования запроса соединения. После получения этих данных в сообщение ISUP вводится соответствующий запрос CR. Если услуга сквозной передачи информации нужна пользователю с момента

создания телефонного соединения, то запрос CR вводится в IAM, а если к моменту, когда понадобилась сквозная передача, телефонное соединение уже существует, то могут использоваться другие сообщения ISUP. Подсистема ISUP входящей АТС, приняв сообщение IAM с запросом CR, пересылает этот запрос в свою подсистему SCCP, которая затем непосредственно отвечает подсистеме SCCP исходящей АТС подтверждающим сообщением CC. Виртуальное соединение готово к переносу сквозных сообщений подсистемы ISUP в информационных полях сообщений UDT подсистемы SCCP. Подведем некоторые итоги данного раздела, посвященного подсистеме ISUP.

ISUP использует гибкую технологию форматирования, причем эта гибкость обеспечивается введением полей переменной длины и необязательных полей. Технология форматирования в ISUP аналогична той, которая используется в SCCP. Поле сигнальной информации ISUP включает в себя маршрутную этикетку, код идентификации канала, тип и параметры сообщения. Тип сообщения однозначно определяет функции сообщения. Параметры могут быть обязательными фиксированной длины, обязательными переменной длины и необязательными.

Процедуры установления базового соединения аналогичны тем, которые применяются в TUP. Кроме того, ISUP позволяет использовать сквозную сигнализацию, для которой, в свою очередь, может использоваться метод транспортировки с привлечением данных маршрутизации, генерируемых для соединения, или метод SCCP. Процедуры разъединения в ISUP используют сообщения запроса разъединения (release) и подтверждения разъединения (release complete). Процедуры разъединения в ISUP являются более быстрыми, чем в TUP, и они могут инициироваться как вызывающим, так и вызываемым абонентами.

ISUP поддерживает дополнительные функциональные возможности ISDN, включая процедуру прерывания соединения с последующим возобновлением, которая позволяет вызывающему и вызываемому абонентам временно прервать соединение, и процедуру модификации соединения во время связи. Также обеспечиваются дополнительные возможности, позволяющие взаимодействовать различным версиям ISUP.

ISUP обеспечивает больший, чем TUP, диапазон дополнительных услуг; средства реализации дополнительных услуг являются более гибкими; обеспечивается возможность сигнализации «пользователь–пользователь», когда абоненты могут обмениваться данными по сигнальному каналу без анализа этих данных сетью. Более глубокому описанию ISUP посвящен отдельный справочник [132] серии «Телекоммуникационные протоколы».

10.5 Средства транзакций и подсистема ТСАР

10.5.1 Общие сведения

Термин *средства транзакций* относится к услугам и протоколам уровня приложений (уровня 7 модели OSI), реализуемым в *прикладной подсистеме средств транзакций (ТСАР)*, а также к услугам и протоколам, выполняющим функции *представления*, функции *поддержки сессий* и *транспортные функции* (то есть функции уровней 6, 5 и 4 модели OSI) и реализуемым, когда это требуется, *подсистемой промежуточных услуг (ISP)*.

Средства транзакций (ТС – Transaction Capabilities) служат для поддержки взаимодействия между прикладными процессами (или между разными элементами одного прикладного процесса), которые размещены в территориально разнесенных пунктах сети связи (узлах, специализированных центрах и т. п.). Любой такой процесс (или элемент процесса) внутри одного объекта сети связи является *пользователем услугами средств ТС*, которые размещены на этом объекте. С другой стороны, сами ТС того или иного объекта сети являются *пользователем сетевыми услугами*, предоставляемыми размещенными на этом объекте подсистемами SSCP и MTP.

Сказанное иллюстрирует рис. 10. 16. Отметим, что взаимодействие подсистемы, предоставляющей свои услуги (подсистемы нижележащего уровня), с подсистемой, пользующейся этими услугами (с подсистемой вышележащего уровня), описывается на рис. 10. 16 языком, уже знакомым читателю, – в терминах *интерфейсов, услуг, точек доступа к услугам и сервисных примитивов*.

Средства транзакций ТС могут использоваться для поддержки обмена информацией между:

- станциями и/или узлами коммутации сети связи,
- станцией (узлом) и специализированным сетевым центром (базой данных, пунктом управления услугами интеллектуальной сети IN, центром технической эксплуатации ЦТЭ и т.п.),
- специализированными сетевыми центрами.

Пользователями ТС могут быть разные приложения, в частности:

- приложения услуг мобильной связи,
- приложения услуг Интеллектуальной сети IN,
- приложения эксплуатационного управления.

Все такого рода приложения можно разделить на две категории:

- требующие обмена данными в реальном времени (без ощутимых задержек); объем данных в этом случае относительно невелик,

- не предъявляющие жестких требований в отношении задержек; при этом объем данных может быть очень большим.

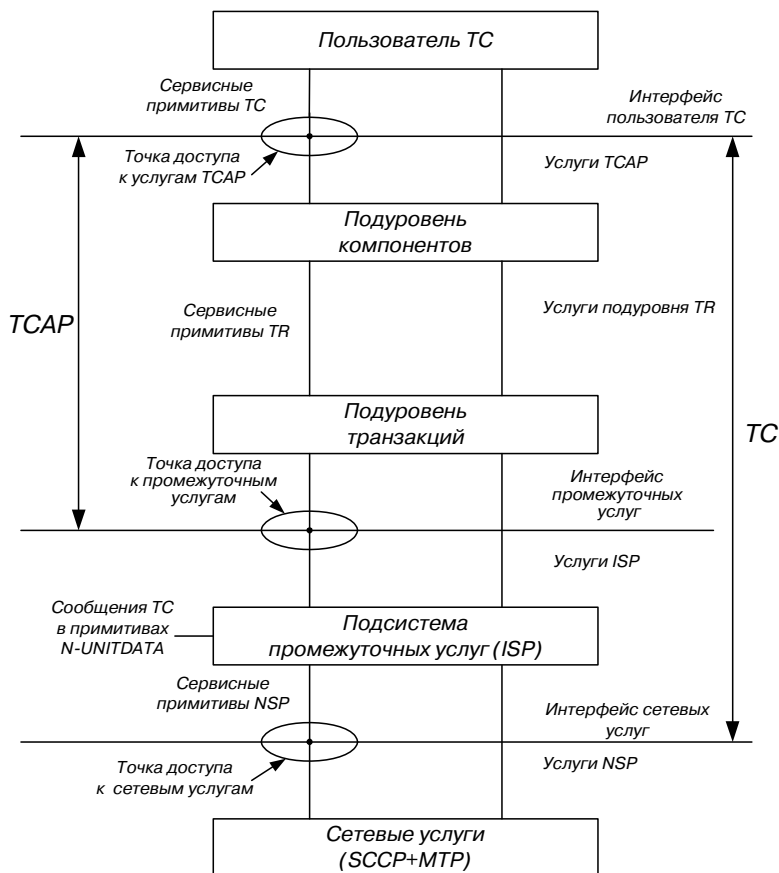


Рис. 10.16 Интерфейсы подуровней ТС и сервисные примитивы

Как видно из рис. 10.16, функции входящей в ТС подсистемы ТСАР образуют два подуровня – *Подуровень Компонентов* и *Подуровень Транзакций*. Чтобы стало ясно, в чем тут дело, нужно определить ряд понятий, связанных с тем, как разделены функции между этими подуровнями и какие услуги каждый из них предоставляет подуровню, расположенному выше.

Взаимодействие между пользователями услугами ТС (для краткости мы будем здесь называть их *ТС-пользователями*) может быть представлено в виде обмена командами и ответами, который составляет диалог ТС-пользователя, находящегося в одном пункте сети ОКС и являющегося инициатором взаимодействия, с ТС-пользователем, находящимся в другом пункте этой сети и являющимся партнером инициатора. Инициатор передает запрос выполнения партнером определенной операции, а отклик партнера на этот запрос содержит

сведения о результате выполнения (невыполнения) операции. По отношению ко всем этим действиям принято говорить, что они связаны с обращением к одной и той же операции.

Запрос (как и отклик) представляет собой блок, называемый компонентом. Компонент, связанный с обращением к определенной операции, снабжается идентификатором (*ID обращения*), благодаря чему одновременно могут быть активными несколько обращений, причем обращения эти могут относиться как к одной и той же, так и к нескольким разным операциям.

Множество функций, связанных с обработкой компонентов, образует верхний подуровень подсистемы ТСАР – Подуровень Компонентов. Через границу между этим подуровнем и ТС-пользователем компоненты проходят по одному. ТС-пользователь (инициатор) может передать к Подуровню Компонентов последовательно несколько компонентов до того, как они будут переданы (в одном сообщении) второму ТС-пользователю (партнеру). Несколько компонентов, принятых в одном сообщении, всегда передаются пользователю-адресату по одному и в той последовательности, в какой они были переданы пользователем-отправителем.

Последовательность компонентов, которыми обмениваются между собой два ТС-пользователя при выполнении одного приложения, образует диалог. Компоненты содержат параметр, идентифицирующий диалог (так называемый *ID диалога*); у всех компонентов одного диалога этот параметр имеет одно и то же значение.

Диалоги могут быть неструктурированными и структурированными. Для неструктурированного диалога характерно, что ТС-пользователь передает компоненты, на которые не ожидается откликов; в этом случае связь между двумя ТС-пользователями в явном виде не определена, она существует лишь неявно. Компоненты передаются в односторонних сообщениях, и сам факт передачи одностороннего сообщения говорит о неструктурированном диалоге. Пользователь может иметь дело сразу с несколькими операциями; максимальное число операций зависит от количества доступных в данное время уникальных значений идентификатора *ID обращения*.

Если при приеме одностороннего сообщения обнаружена ошибка протокола, для уведомления отправителя об этом факте также используется одностороннее сообщение.

При структурированном диалоге связь между двумя ТС-пользователями определяется в явном виде. ТС-пользователь указывает начало, продолжение и окончание этой связи. Два ТС-пользователя могут вести одновременно несколько структурированных диалогов, идентифицируя каждый из них с помощью уникального *ID диалога*. Поскольку для каждого *ID диалога* существует свое пространство имен *ID обращений*, одно и то же значение *ID обращения* может появляться в разных диалогах.

Структурированный диалог предполагается двусторонним – на фазе его продолжения возможен дуплексный обмен компонентами.

Подуровень Компонентов предусматривает организацию соответствия между запросами и откликами. Связанное с запросом операции значение ID обращения вводится в отклик на этот запрос. Возможны четыре класса операций:

- класс 1 – предусматривается отклик и при удаче, и при неудаче,
- класс 2 – предусматривается отклик только в случае неудачи,
- класс 3 – предусматривается отклик только в случае удаи,
- класс 4 – отклик не нужен ни в том, ни в другом случае.

Кроме того, Подуровень Компонентов предусматривает ряд действий, связанных с возникновением ненормальных ситуаций, таких как прием компонента, форма которого отличается от нормальной, или компонента, нарушающего правила следования запросов и откликов, отсутствие отклика на запрос в течение времени, превышающего заданный порог (для операций класса 1, 2 и 3), и т.п.

Смысл и содержание каждого компонента определяется его типом. Существуют компоненты следующих пяти типов.

- **INVOKE** – обращение к операции. Этот компонент запрашивает выполнение встречной стороной определенной операции. Он может быть связан с другой операцией, к которой обращалась встречная сторона.
- **RETURN RESULT (NOT LAST)** – часть данных с информацией о результате выполнения операции. Имеется в виду, что все данные с информацией о результате не могут быть целиком размещены в одном компоненте, так что ТС-пользователю пришлось разделить их на несколько сегментов. Данный компонент содержит один из этих сегментов, за которым последуют другие.
- **RETURN RESULT (LAST)** – последняя (или единственная) часть данных с информацией о результате выполнения операции. Этот компонент свидетельствует о том, что операция успешно завершена.
- **RETURN ERROR** – успешно завершить операцию не удалось. Этот компонент содержит информацию о причине того, что операция не была завершена.
- **REJECT** – отказ в приеме к обработке компонента, поступившего от встречной стороны. Отказ содержит информацию о вызвавшей его причине – либо отсутствие ресурсов, нужных для выполнения операции, либо наличие в поступившем компоненте той или иной ошибки (компонент неизвестного типа, компонент с нестандартной структурой или со структурой, не соответствующей объявленному типу компонента, компонент с недопустимым или с используемым для другой операции идентификатором обращения, ком-

понент с неизвестным кодом операции, компонент, содержащий параметр несоответствующего типа, и т. п.)

Рассмотрим теперь функции и услуги нижнего подуровня подсистемы ТСАР – *Подуровня Транзакций (TR)*. Ясно, что расположенный выше Подуровень Компонентов является пользователем подуровня TR (или, для краткости, TR-пользователем); другие TR-пользователи в настоящее время не определены, однако подуровень TR устроен так, что они, в принципе, могут существовать.

Подуровень TR содержит средства, поддерживающие обмен компонентами между TR-пользователями и обеспечивающие использование услуг нижележащих уровней (подсистем SCCP и MTP) для двустороннего переноса через сеть ОКС сообщений между рабочими TR-единицами двух взаимодействующих подсистем ТСАР, размещенных в разных пунктах этой сети.

Поддержка неструктурированного диалога между TR-пользователями заключается в том, что подуровень TR обеспечивает передачу TR-сообщения, содержащего один или несколько компонентов (связанных с операциями класса 4), от «своего» TR-пользователя, являющегося отправителем, к TR-пользователю, являющемуся адресатом. Если для поддержки такого диалога требуется передать несколько TR-сообщений, логическая связь между ними (то есть их принадлежность одной и той же транзакции) в явном виде не определяется.

Поддержка подуровнем TR структурированного диалога базируется на том, что каждый TR-пользователь идентифицирует транзакцию уникальным *ID транзакции*, который присутствует во всех TR-сообщениях, относящихся к этой транзакции. Для каждой транзакции TR-пользователь указывает ее *начало, продолжение и окончание*; на фазе *продолжения* между TR-пользователями возможен дуплексный обмен сообщениями «внутри» этой транзакции.

В заключение параграфа необходимо отметить, что в настоящее время специфицированы средства транзакций, использующие только такие услуги SCCP, которые не предусматривают создание в сети ОКС виртуальных (сигнальных) соединений. Использование сетевых услуг, ориентированных на создание сигнальных соединений, изучается ITU-T.

10.5.2 Примитивы ТС и TR

Как уже говорилось выше, *примитивом* (согласно рекомендации X.210 ITU-T) называют абстрактное представление элемента взаимодействия (внутри одной системы) между группой функций, предоставляющей свои услуги, и группой функций, пользующейся этими услугами. Напомним, что любой примитив имеет *общее имя*, которое отражает содержание элемента взаимодействия и начинается латинскими буквами, обозначающими имя услуг, и *специфическое*

имя, которое обозначает тип элемента взаимодействия (запрос, индикация и др.). Кроме того, примитив содержит (обязательные и необязательные) параметры, которые несут информацию, связанную со смыслом и назначением примитива.

На границе между ТС-пользователем и Подуровнем Компонентов используются ТС-примитивы двух родов:

- связанные с содержанием компонентов (компонентные примитивы),
- связанные с сопровождением диалога (диалоговые примитивы).

Сведения о компонентных примитивах приведены в таблице 10.8, а о диалоговых примитивах – в таблице 10.9.

Таблица 10.8 Компонентные примитивы

Общее имя	Тип	Параметры
TC-INVOKE (обращение к операции)	Запрос Индикация	ID диалога Класс ID обращения ID связанного обращения Операция Параметры Последний компонент Выдержка времени
TC-RESULT-L (результат успешной операции - последняя или единственная часть)	Запрос Индикация	ID диалога ID обращения Параметры Последний компонент
TC-RESULT-NL (результат успешной операции - не последняя часть)	Запрос Индикация	Те же
TC-U-ERROR (отклик на обращение к операции, указывающий на неуспех)	Запрос Индикация	ID диалога ID обращения Ошибка Параметры Последний компонент
TC-L-CANCEL (уведомление "своего" пользователя об отмене операции по истечении выдержки времени)	Индикация	ID диалога ID обращения
TC-U-CANCEL (отмена операции по решению "своего" пользователя)	Запрос	ID диалога ID обращения
TC-L-REJECT (отказ "своему" пользователю из-за приема неверного компонента)	Индикация	ID диалога ID обращения Код причины Последний компонент
TC-R-REJECT (отказ пользователю со стороны подсистемы партнера)	Индикация	Те же
TC-U-REJECT (отказ от компонента со стороны пользователя)	Запрос Индикация	Те же

Таблица 10.9 Диалоговые примитивы

Общее имя	Тип	Параметры
ТС-UNI (запрос/индикация неструктурированного диалога)	Запрос Индикация	Качество обслуживания Адрес получателя Адрес отправителя ID диалога Наличие компонентов
ТС-BEGIN (начало диалога)	Запрос Индикация	Те же
ТС-CONTINUE (продолжение диалога)	Запрос Индикация	ID диалога Наличие компонентов
ТС-END (окончание диалога)	Запрос Индикация	ID диалога Наличие компонентов Версия окончания
ТС-U-ABORT (внезапное прекращение диалога пользователем)	Запрос Индикация	ID диалога Информация пользователя
ТС-P-ABORT (уведомление пользователя о прекращении диалога подуровнем TR)	Индикация	ID диалога Причина

Обе таблицы не содержат исчерпывающих сведений о содержании каждого из приведенных в них примитивов. В частности, в таблицах нет сведений о том, какие параметры обязательны, а какие – необязательны. Нет также указаний на некоторые различия в составе параметров примитивов типа «запрос» и типа «индикация». Все это продиктовано стремлением сделать изложение более кратким и ясным, не перегружать его подробностями, ненужными для принципиального понимания вопроса. В то же время, достаточно дотошный читатель без особого труда сможет сам восполнить отмеченные здесь пробелы.

На границе, разделяющей Подуровень Компонентов и TR-подуровень, используются TR-примитивы. Названия и содержание всех TR-примитивов идентичны названиям и содержанию диалоговых ТС-примитивов, поскольку в том (единственном определенном на сегодня) случае, когда пользователем TR-подуровня является Подуровень Компонентов, между двумя названными группами примитивов имеется соответствие «один к одному». Сказанное иллюстрирует таблица 10.10.

По поводу содержания этой таблицы уместно то же замечание, которое было только что сделано в отношении таблиц 10.8 и 10.9.

Информация, содержащаяся в примитивах подуровня транзакций, оформляется этим подуровнем в виде сообщений, подлежащих передаче к подуровню транзакций системы-партнера (которая размещена на встречной станции сети). Имеются сообщения пяти типов:

- *UNIDIRECTIONAL* (однонаправленное) – передает содержание примитивов *TR-UNI*,
- *BEGIN* (начало) – передает содержание примитивов *TR-BEGIN*,
- *CONTINUE* (продолжение) – передает содержание примитивов *TR-CONTINUE*,
- *END* (окончание) – передает содержание примитивов *TR-END*,
- *ABORT* (непредвиденное прекращение) – передает содержание примитивов *TR-P-ABORT* и *TR-U-ABORT*.

Таблица 10.10 Примитивы подуровня транзакций

Общее имя	Тип	Параметры
TR-UNI (запрос/индикация неструктурированного диалога)	Запрос Индикация	Качество обслуживания Адрес получателя Адрес отправителя ID диалога Наличие компонентов
TR-BEGIN (начало диалога)	Запрос Индикация	Те же
TR-CONTINUE (продолжение диалога)	Запрос Индикация	ID диалога Наличие компонентов
TR-END (окончание диалога)	Запрос Индикация	ID диалога Наличие компонентов Версия окончания
TR-U-ABORT (внезапное прекращение диалога пользователем)	Запрос Индикация	ID диалога Информация пользователя
TR-P-ABORT (уведомление пользователя о прекращении диалога подуровнем TR)	Индикация	ID диалога Причина

Для переноса названных сообщений через сеть ОКС подуровень *TR* обращается к услугам подсистемы *SCCP*. Взаимодействие *TR* с подсистемой *SCCP* поддерживают *N*-примитивы, рассмотренные выше, причем сообщения, подлежащие переносу, проходят через границу между *SCCP* и *TR* в составе примитивов *N-UNITDATA* (запрос, индикация).

10.5.3 Сообщения *TCAP*

Любое сообщение *TCAP* состоит из некоторого количества информационных элементов, размещенных в нем по определенным правилам. В информационном элементе имеется три поля, содержащих каждое целое число байтов и расположенных в строго определенной последовательности, как это показано на рис. 10.17. Поле ярлык содержит данные, позволяющие отличить один тип элемента от других и должным образом интерпретировать информацию, находящуюся

ся в поле *содержимое*. Поле *длина* специфицирует количество байтов в *содержимом*.

Если в поле *содержимое* присутствует единственное значение, элемент является *простым*, если же элемент имеет в этом поле другие элементы, он является *составным*. Принцип формирования составного элемента иллюстрирует рис. 10.18.

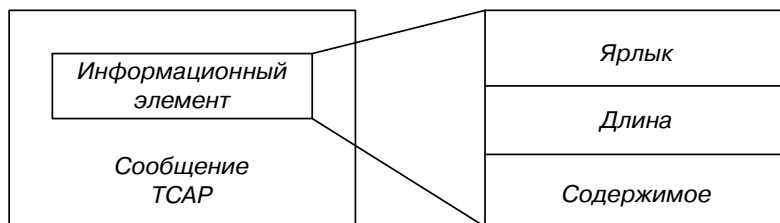


Рис. 10.17 Структура сообщения TCAP и информационного элемента

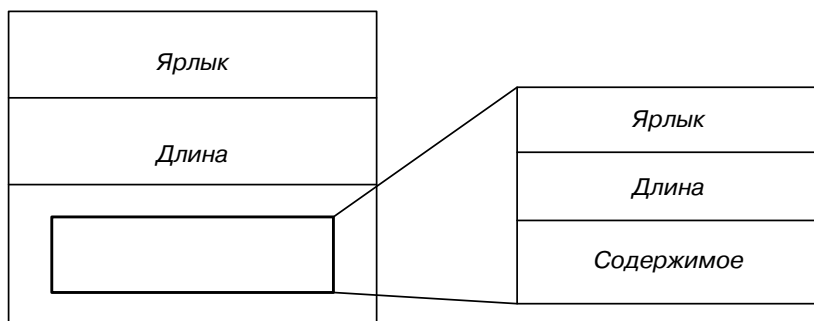


Рис. 10.18 Принцип формирования составного информационного элемента

Сообщение TCAP строится по такому же принципу. Оно состоит из двух частей – *транзакционной* и *компонентной*. Первая из этих частей содержит информационные элементы, используемые TR-подуровнем, вторая – информационные элементы, используемые Подуровнем Компонентов. Существенно то, что компонентная часть сообщения TCAP является одним из информационных элементов транзакционной части и содержит в себе информационные элементы Подуровня Компонентов. При этом каждый компонент оформлен как составной информационный элемент. Организованная таким образом структура сообщения TCAP показана на рис. 10.19.

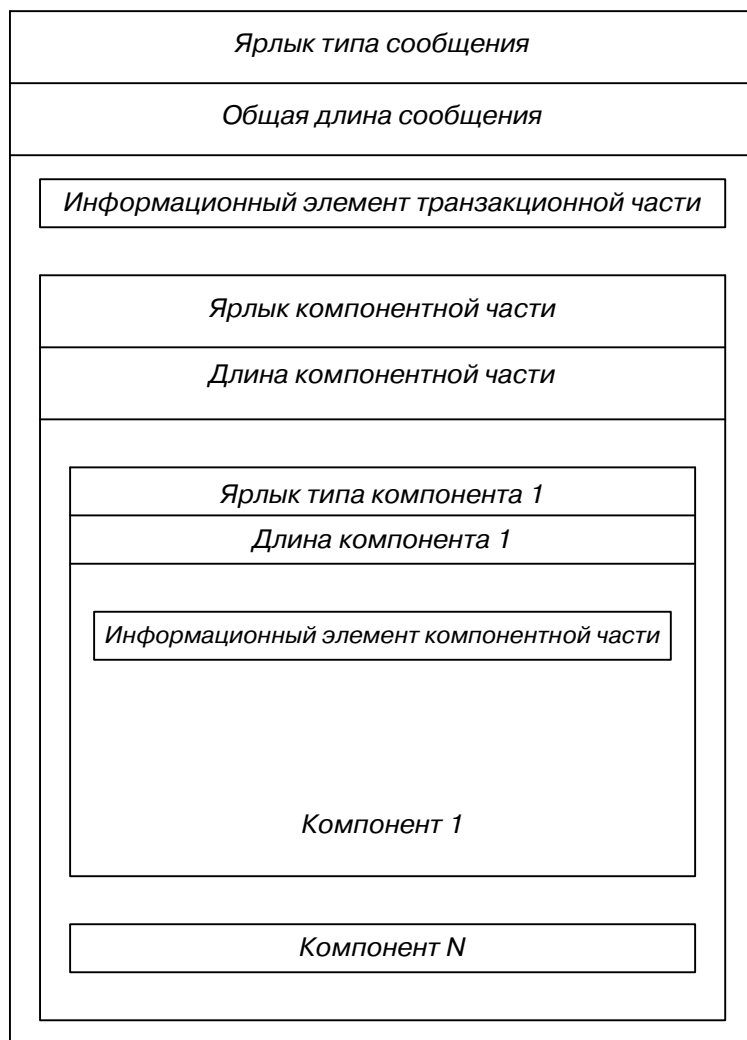


Рис. 10.19 Детальная структура сообщения TCAP

10.6 Подсистема интеллектуальной сети INAP

Революционная концепция конструирования телекоммуникационных услуг, созданная в 1984 г. в Bell Laboratory и получившая наименование Интеллектуальной сети (IN), также строится на базе системы общеканальной сигнализации OKC7.

Сетевые функции IN могут находиться в различных физических элементах: функции коммутации услуг SSF (Service Switching Function) сосредоточены в узле коммутации услуг SSP (Service Switching

Point); функции управления услугами SCF (Service Control Function) – в узле управления услугами SCP (Service Control Point); функции данных для услуг SDF (Service Data Function) – в узле данных для услуг 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 системы OKC7 – протоколу INAP.

Спецификации 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. 10.20 пример взаимодействия двух географически разделенных функциональных блоков IN.

Узел может взаимодействовать либо с одним, либо с несколькими другими узлами. В первом случае координацию использования прикладных элементов ASE выполняет функция одиночной ассоциации SACF, которую (вместе с относящимися к ней ASE) представляет объект одиночной логической связи SAO. Во втором случае координацию работы нескольких SAO выполняет функция управления множеством ассоциаций MACF.

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, в частности, такое, когда один функциональный элемент размещается в одном узле.

При использовании INAP в качестве интерфейса между географически разделенными функциональным блоком управления услугами SCF и функциональным блоком базы данных для услуг SDF протокол INAP использует прикладную подсистему средств транзакций TCAP, которая, в свою очередь, использует услуги подсистемы управления сигнальными соединениями SCCP, не ориентированные на соединение, и услуги подсистемы переноса сообщений MTP, как это показано на рис. 10.20.

Читателю, которого не удовлетворил этот более чем скромный обзор протокола INAP, можно порекомендовать монографию [132], в которой эта подсистема Интеллектуальной сети рассмотрена достаточно подробно в контексте общей концепции и архитектуры Интеллектуальных сетей связи.

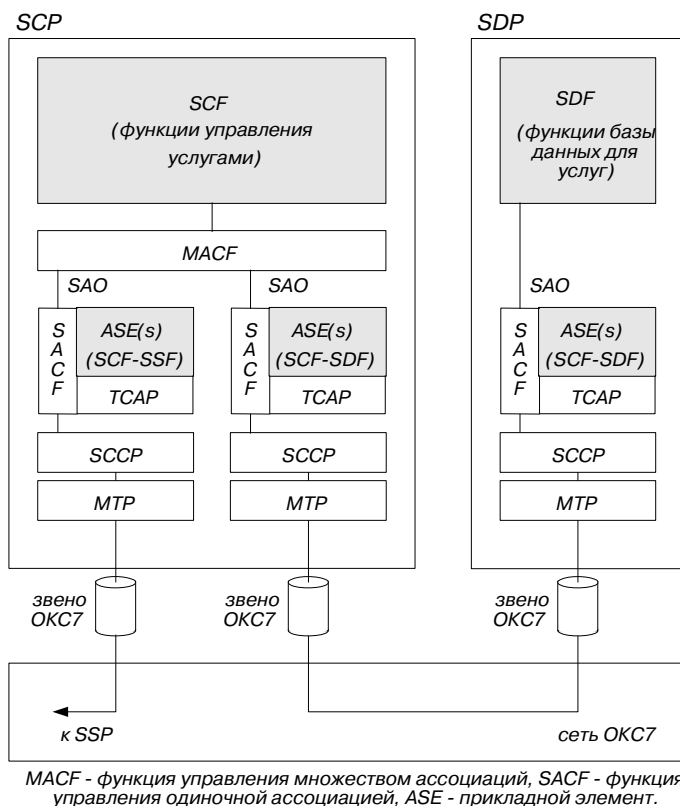


Рис. 10.20 Поддержка взаимодействия географически распределенных функций SCF и SDF

10.7 Подсистемы мобильной связи MAP и BSSAP стандарта GSM

В параграфе 10.5 отмечалось использование прикладной подсистемы средств 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 операторской компании, обслуживающей этих абонентов.

Для организации такой услуги помимо необходимости существования в 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 сведения о текущем местоположении абонентов сотовых сетей.

Одним из протоколов поддержки роуминга 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. Важно подчеркнуть, что протокол MAP не только обеспечивает передачу информации между сотовыми системами, но и организует дистанционную активизацию тех или иных операций, то есть активизирует услуги в сотовой сети, которой принадлежит абонент А, с помощью сообщений, поступающих из другой сотовой сети, а также сообщает в обратном направлении результат активизации тех или иных услуг.

К основным процедурам MAP относятся: регистрация местоположения абонента для сохранения возможности исходящих и 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 (см. ниже); передача информации об оплате и др.

Важной функцией MAP и TCAP является процедура хэнд-овер (*hand-over*), обеспечивающая переключение связи на более высококачественный радиоканал, управляемый как тем же, так и другим MSC (коммутационным центром мобильной связи), как это показано на рис. 10.21.

Сценарии и SDL-диаграммы процедур MAP читатель сможет найти в документе I-ETS 300 044 Европейского института по стандартизации в электросвязи ETSI, неоднократно упоминавшегося 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 зарегистрирован в собственной базе данных, называемой HLR (*home location register*), которая сохраняет информацию о том, где находится тот или иной мобильный абонент. Эта запись обновляется каждые несколько минут.

Сигнализация ОКС7 используется для такого обновления, то есть для транспортировки сообщения, передаваемого в базу данных HLR из базы данных VLR (*visitor location register*) коммутационного узла, в зоне обслуживания которого временно находится мобильный абонент. Когда к абоненту поступает входящий вызов, регистр HLR определяет, каким образом можно соединиться с этим абонентом в зависимости от его текущего местоположения. По мере перемещения абонента из одной зоны в другую содержимое регистра HLR постоянно обновляется с помощью сообщений ОКС7. Такой механизм позволяет мобильному абоненту абсолютно свободно передвигаться в пределах всей сети без риска потерять входящие вызовы, как это показано на рис. 10.22.

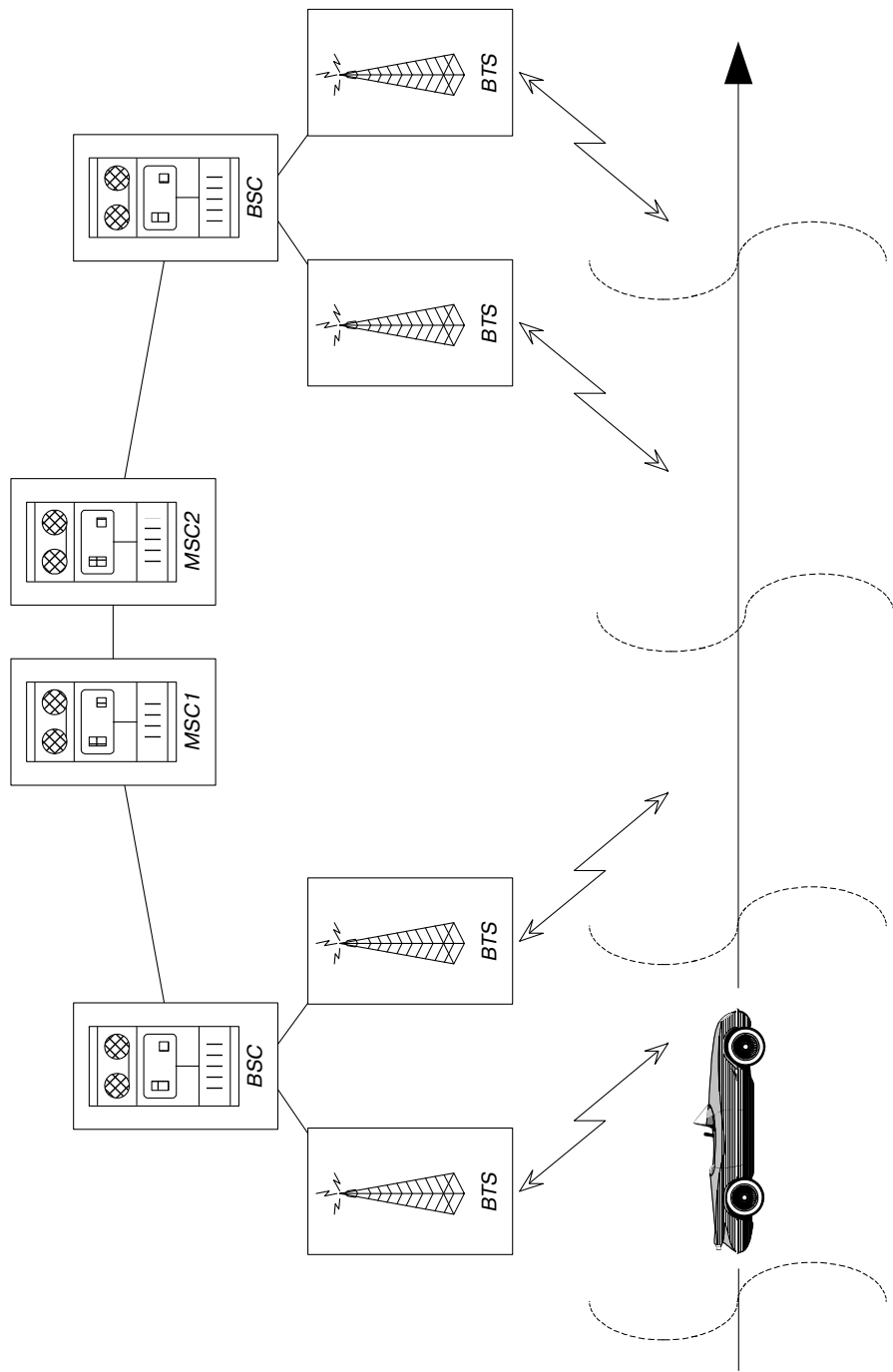


Рис. 10.21 Процедура хенд-овер между BTS и между MSC

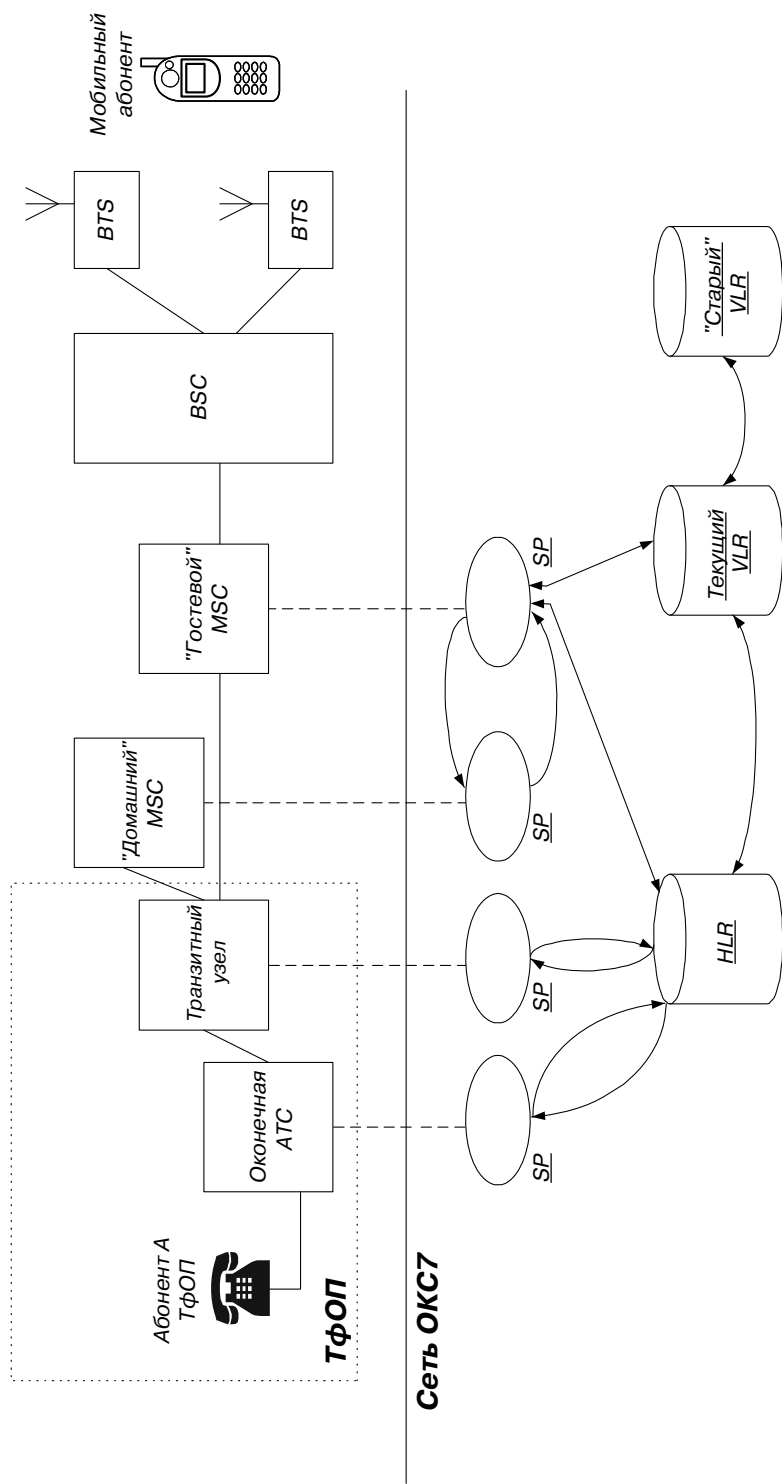


Рис. 10.22 Функционирование сети сигнализации ОКС7 для поддержки услуг мобильной связи

Помимо TCAP и MTP протокол MAP также использует подсистему управления сигнальными соединениями SCCP, причем только не ориентированные на соединение классы услуг этой подсистемы (классы 0 и 1).

Другой протокол BSSAP представляет собой прикладной протокол взаимосвязи станций центров коммутации MSC с контроллерами базовых станций BSC. На рис. 10.23 представлена структура BSSAP, состоящая из трех частей: прикладной подсистемы управления системой базовых станций BSSMAP (Base Station System Management Application Part), прикладной подсистемы прямой транспортировки DTAP (Direct Transfer Application Part) и подсистемы разделения сообщений. BSSAP пользуется услугами MTP и SCCP обеих категорий: ориентированными и не ориентированными на соединение.

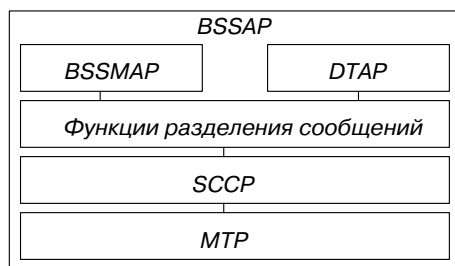


Рис. 10.23 Структура прикладного протокола BSSAP

10.8 Подсистемы мобильной связи MUP и HUP стандарта NMT

Подсистема MUP OKC7 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 сквозную сигнализацию между коммутационными узлами МТХ для обновления данных о местоположении подвижного абонента, для регистрации и отмены дополнительных услуг, для передачи маршрутной информации и др. Сигнальные сообщения MUP передаются с помощью сигнальных единиц MSU, как это показано на рис. 10.24. Читателю рекомендуется сопоставить этот рисунок с рис. 10.2 и рис. 10.14 данной главы.

Номер транзакции всегда назначается иницилирующим транзакцию МТХ и состоит из идентификатора МТХ (12 битов), четырех резервных битов и уникального идентификатора транзакции (16 битов).

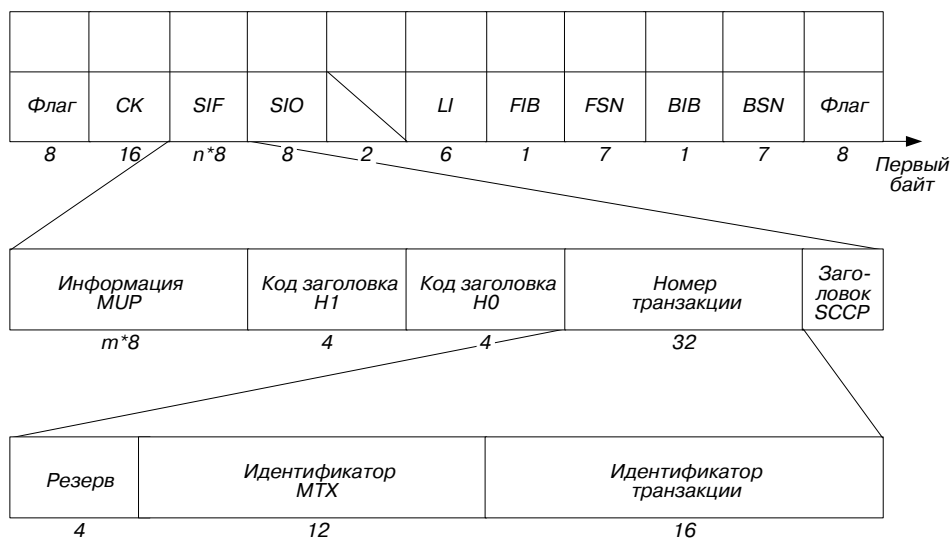


Рис. 10.24 Формат сигнального сообщения

Код заголовка Н0 идентифицирует группу сообщений, а код заголовка Н1 определяет сообщение в группе. Используются следующие коды заголовка Н0:

0001 – сообщения прямого направления, относящиеся к местоположению (LDF – location data forward messages);

0010 – сообщения прямого направления, относящиеся к категории/дополнительным услугам (CSF – category/supplementary services forward messages);

0011 – сообщения обратного направления, относящиеся к местоположению (LDB – location data backward messages);

0100 – сообщения обратного направления, относящиеся к категории/дополнительным услугам (CSB – category/supplementary services backward messages);

0101 – резерв;

0100 – сообщения эксплуатационного управления и администрирования (MAM – management and administration messages);

0110 – сигнальные сообщения роуминга (RSM – roaming signalling messages).

В группу LDF входят: сообщение обновления данных о местоположении (LUM – location updating message) и сообщение отмены данных о местоположении (LCM – location cancellation message).

В группу CSF входят: сообщение обновления категории/дополнительных услуг CSU (category/supplementary services updating message)

и сообщения регистрации/отмены дополнительных услуг PSR (*previous supplementary services registration/cancellation message*) и SRM (*supplementary services registration/cancellation message*).

В группу LDB входят: сообщение подтверждения обновления данных о местоположении (LUA – *location updating accepted message*); сообщение отказа в обновлении данных о местоположении (LUR – *location updating rejected message*) и сообщение подтверждения отмены данных о местоположении (LCA – *location cancellation accepted message*).

В группу CSB входят: сообщение о приеме обновленных категорий/ дополнительных услугах (CSA – *category/supplementary services accepted message*) и сообщения подтверждения регистрации/отмены дополнительных услуг PSA (*previous supplementary services registration/cancellation acknowledgement message*) и SRA (*supplementary services registration/cancellation acknowledgement message*).

Заметим, что сообщения PSR и PSA связаны с информацией о тех дополнительных услугах, которыми абонент мог пользоваться в «своей» зоне, а сообщения SRM и SRA – с информацией о дополнительных услугах, которые будут ему доступны в той зоне, куда он переместился.

В MUP предусмотрены два сообщения эксплуатационного управления: 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 HUP ОК7 предназначена для сигнализации при переключении соединения (хенд-овер) от одной обслуживающей вызов телефонной станции подвижной связи (MTX) стандарта NMT-450 к другой. Сигнализация HUP осуществляется только между MTX, непосредственно соединенными прямыми телефонными каналами для передачи речи.

Функции HUP охватывают случаи сквозной сигнализации между MTX для следующих основных ситуаций: межузловое обновление данных (сигнализация, не связанная с телефонным соединением) и межузловой хенд-овер (сигнализация, связанная с конкретным соединением).

Сигнальные сообщения HUP передаются через сеть в значащих сигнальных единицах. Для сообщений о проведении хенд-овер в поле служебной информации (SIF) этих сигнальных единиц используется стандартная этикетка, которая имеет длину 40 битов и размещена в начале поля служебной информации. Структура этикетки показана на рис. 10.25.

Для сообщений о проведении измерений этикетка также имеет длину 40 битов и размещена в начале поля служебной информации.

Структура этикетки аналогична рис. 10.25 и также содержит код DPC пункта назначения сигнального сообщения (14 битов) и код OPC пункта источника сигнального сообщения (14 битов). Вместо CIC в этикетке HUP размещается код логического канала LOC, который однозначно указывает логический канал, предназначенный для проведения одного из многих диалогов HUP, и также имеет длину 12 битов.

CIC	OPC	DPC
Телефонный канал, используемый для установления соединения (12 битов)	Код пункта источника сигнального сообщения (14 битов)	Код пункта назначения сигнального сообщения (14 битов)

Рис. 10.25 Структура этикетки HUP

Код LOC определяет логический канал, относящийся к диалогу с определенным порядковым номером и выделяемый прямому сигнальному сообщению исходящим MTX. Для обратного сигнала, относящегося к этому же диалогу, используется тот же код LOC. Четыре наименее значащих бита в LOC используются для идентификации одной из нескольких сигнальных линий, связывающих исходящий пункт и пункт назначения.

10.9 Подсистема эксплуатационного управления ОМАР

Как уже отмечалось ранее в данной главе, пользователем ТСАР является подсистема ОМАР. Эта подсистема дает эксплуатационному персоналу возможность контролировать оборудование, связанное с сетью сигнализации ОКС7, и управлять им. 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 транспортировки информации, не относящейся к каналу, между пунктом управления и узлом (узлами), задействованным для обеспечения функций эксплуатационного управления.

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 полно специфицированных функций следует отнести управление данными маршрутизации. Каждый пункт сигнализации в сети хранит данные маршрутизации, используемые для переноса 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 добавления, изменения и удаления данных маршрутизации, хранящихся в удаленных пунктах сигнализации. Определены также процедуры 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 переноса сообщений. Эти данные могут быть сложными, особенно если используется несколько транзитных пунктов сигнализации. Цель MRVT заключается в том, чтобы обеспечить согласованность данных по всей сети. Так, тестом проверяется, чтобы сообщения никогда не проходили по петле, чтобы при возможности передачи 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 по сети. MRVT может инициироваться всякий раз, когда вводятся новые данные MTP (или изменяются существующие данные), периодически или по запросу эксплуатационного персонала.

Процедура включает в себя передачу пунктом сигнализации сообщения MRVT (проверочное тестирование маршрутизации MTP) по всем возможным направлениям согласно указателю пункта назначения. Сообщение направляется через сеть, и в нем фиксируется перечень используемых транзитных пунктов сигнализации. Когда сообщение поступает в пункт назначения, передается сообщение подтверждения достоверности маршрутизации MRVA (MTP Routing Verification Acknowledgement), содержащее результат проверки. При необходимости с помощью сообщения MRVR (MTP Routing Verification Result) весь список узлов с детальными результатами проверки возвращается инициатору процедуры для сверки данных с хранимыми записями. На рис. 10.26 представлен пример сценария успешной проверки. Процедура работает посредством генерирования кода идентификации 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, соединенные трактами передачи. Каждая станция хранит данные об определенных временных каналах, используемых для обслуживания вызова. Процедура CVT позволяет персоналу проверить, что обе

станции хранят корректные данные, которые позволяют обслужить вызов. Процедура может быть использована в тех случаях, когда неисправность не позволяет использовать определенные каналы.

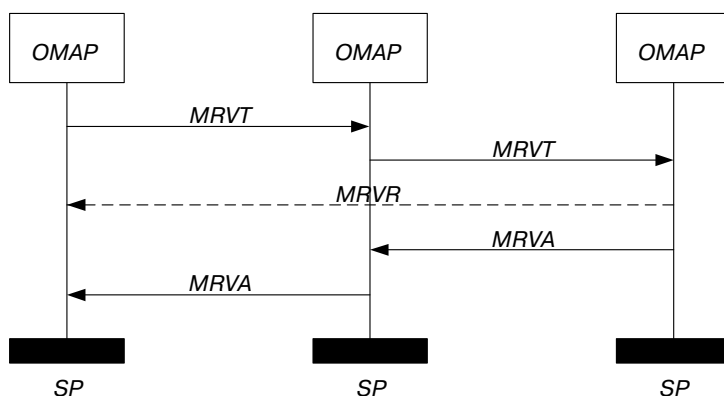


Рис. 10.26 Пример тестирования маршрутизации MTP подсистемой OMAP

Для эффективного управления сетью сигнализации необходимо измерять эксплуатационные характеристики и характеристики готовности соответствующего оборудования. В OMAP определены процедуры для инициирования и завершения проводимых измерений. Измерения могут производиться периодически на регулярной основе (например, для общего управления сетью) или по запросу (например, во время исследования эффективности сети или работы в условиях неисправностей). Средства выдачи данных об измерениях обеспечивают возможность сбора данных из разных частей сети сигнализации.

Аспекты технического обслуживания, тестирования и управления сетью сигнализации настолько сложны и разнообразны, что существующие рекомендации ITU-T еще не могут считаться завершенными.

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]. Такая «удача» вполне объяснима, поскольку использованные в этих главах методы оперируют больше логическими символами, чем числами, что вообще характерно для теории телекоммуникационных протоколов.

Однако для проектирования программно-управляемых блоков сигнализации в цифровых узлах коммутации, для разработки эффективных алгоритмов сканирования соединительных линий и т.п. по-

добные методы отнюдь не являются достаточными. Точно так же недостаточно для решения таких задач и одной только интуиции инженеров, проектирующих средства 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 значений таймеров, 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 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 нагрузку типа А на 35%.

Таблица 11.1 Временные ограничения
согласно рекомендации Q.543

Параметр	Нагрузка типа А		Нагрузка типа В А +35%	
	средняя	95%	средняя	95%
Задержка сигнала "Ответ станции" (dial tone sending delay), мс	400	600	800	1000
Задержка занятия соединительной линии (incoming response delay), мс	300	400	400	600
Задержка установления соединения (call setup delay)-исходящий вызов, мс	300	400	500	800
Задержка установления соединения (call setup delay)-транзитный вызов, мс	250	300	400	600
Задержка проключения разговорного тракта (through connection delay) - исходящий и транзитный вызовы, мс	250	300	300	400
Задержка проключения разговорного тракта (through connection delay) - местный и входящий вызовы, включая посылку вызова, мс	650	900	1000	1600

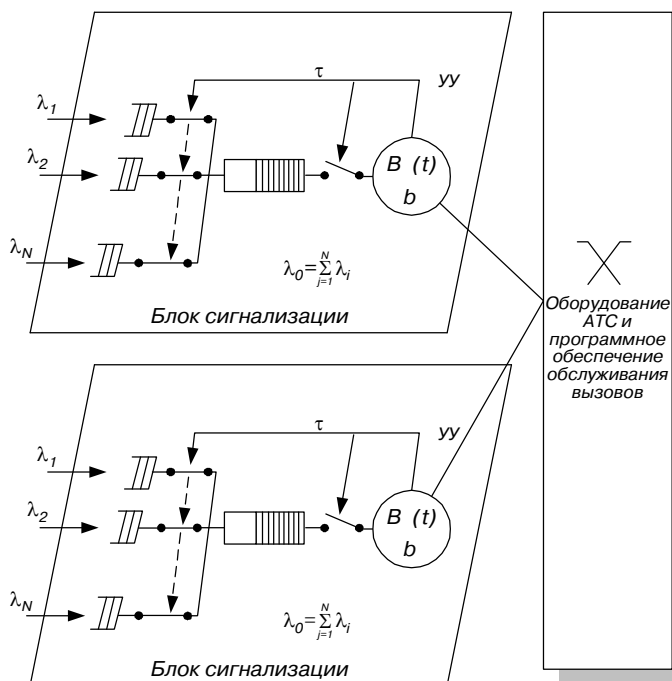


Рис. 11.1 Модель обработки протоколов

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 τ) сканирование входных очередей сигналов, поступающих с интенсивностями λ_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, где t_0 – время опроса одной очереди и случайное время T_2 обслуживания сигналов, которые поступили за предыдущий период, зависящее от интенсивностей λ_i и величины τ .

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 име-

ют 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 τ обуславливаются необходимостью достоверного распознавания сигналов для конкретных оборудования узла и системы сигнализации. Например, обычно $\tau=20$ мс при приеме сигналов длительностью 45 ± 5 мс, передаваемых многочастотным кодом «2 из 6» (глава 6); $\tau=10$ мс при сканировании импульсов набора номера и т.д.

Далее в этом параграфе представлены аналитические решения следующих трех задач определения и оптимизации характеристик обработки протокола сигнализации:

- 1) выбор оптимальной величины периода сканирования τ ;
- 2) расчет функции распределения $\Pi(t)$ длительности обработки сигналов, поступивших в течение предыдущего периода τ ;
- 3) оценка оптимального числа N соединительных линий блока сигнализации с заданным качеством обслуживания ξ .

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

$$P_k = \binom{N}{N-k} e^{-N\lambda\tau} (e^{\lambda\tau} - 1)^k. \quad (11.2)$$

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:

$$\Pi(t) = e^{-N\lambda\tau} \left\{ 1 + \sum_{k=1}^N \binom{N}{N-k} (e^{\lambda\tau} - 1)^k \left[1 - e^{-\mu t} \sum_{j=0}^{k-1} \frac{(\mu t)^j}{j!} \right] \right\}. \quad (11.3)$$

Используя два комбинаторных соотношения:

$$\sum_{k=1}^N \binom{N}{N-k} p^k k = Np(1+p)^{N-1} \text{ и } \sum_{k=1}^N \binom{N}{N-k} p^k k^2 = Np(1+Np)(1+p)^{N-2},$$

можно определить математическое ожидание длительности обработки сигналов

$$E[t] = N \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\mu} \quad (11.4)$$

и дисперсию этой случайной величины

$$D[t] = N \frac{1 - e^{-2\lambda\tau}}{\mu^2}. \quad (11.5)$$

На рис. 11.2. представлены графики функций распределения $\Pi(t)$, рассчитанные по формуле (11.3), при постоянной суммарной нагрузке $УУ N\lambda = 2$ сигн./мс, $\tau = 10$ мс, $\mu = 5$ сигн./мс и разных 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 ξ задаются обычно в пределах $10^{-6} < \xi < 10^{-2}$. Следует заметить, однако, что величина t_c – наибольшая возможная доля интервала τ , предоставляемая для обработки сигналов, – зависит, в свою очередь, от числа N подключаемых к данному блоку соединительных линий.

Рассмотрим более детально операции УУ блока сигнализации, выполняемые в каждом временном интервале τ . 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 $T_0 = Nt_0$, где, как правило, $t_0 = (0,05-0,02) 1/\mu$.

Следующая операция, которую выполняет УУ, – это вывод сигналов. Инициаторами этой операции являются как рассматриваемый блок сигнализации, так и другие модули и блоки узла коммутации. Средняя длительность данной операции

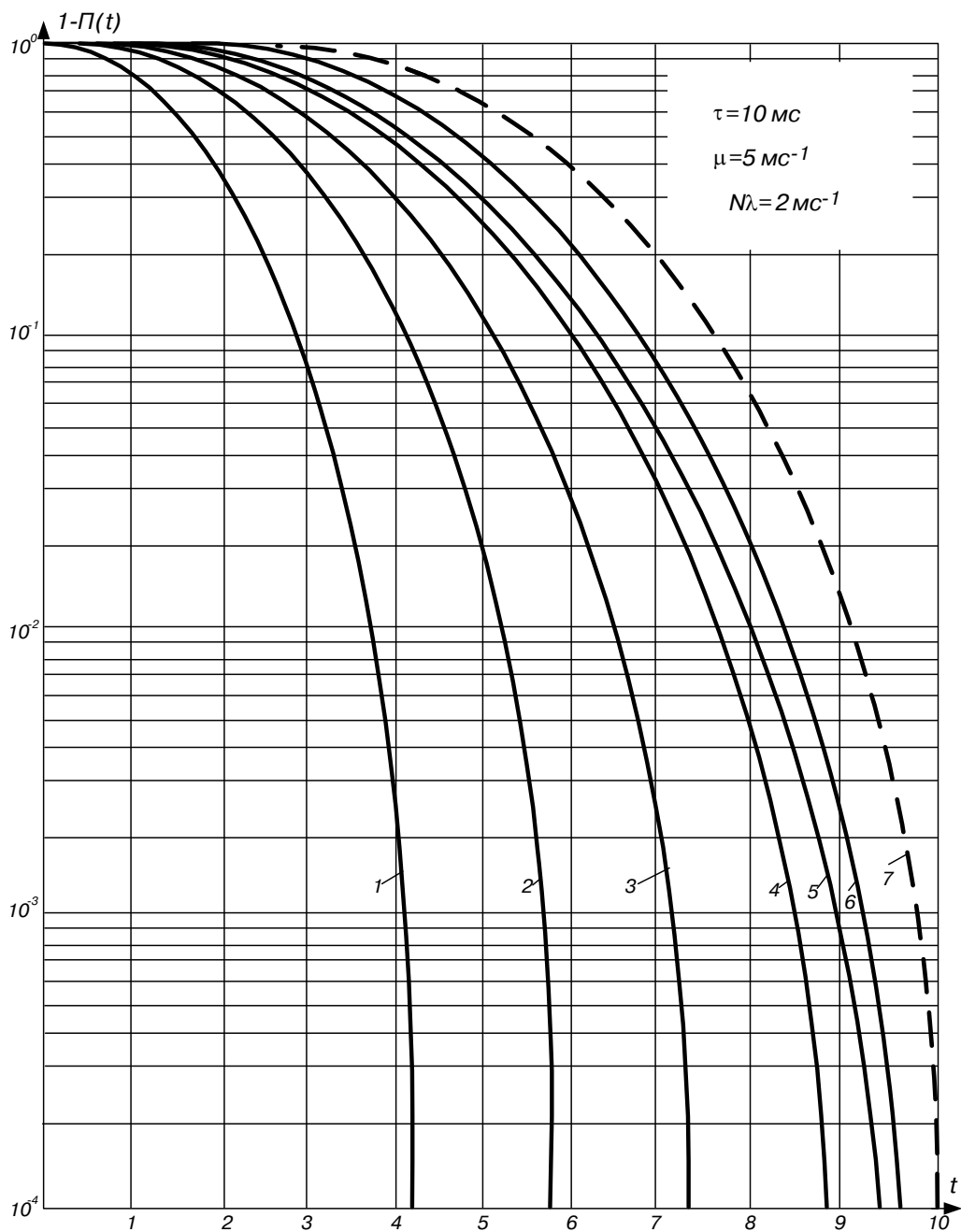


Рис. 11.2 Графики функции распределения длительности сканирования сигналов при разных значениях емкости N блока сигнализации

$$t_B = \frac{\alpha_B N \lambda \tau}{\mu_B}, \quad (11.6)$$

где α_B – коэффициент, учитывающий соотношение между входящим в УУ и исходящим трафиком и принимающий для комплектов соединительных линий значения порядка 1. Интенсивность μ_B обслуживания сигналов вывода обычно в 5–25 раз превышает величину μ .

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 τ , предоставляемая операциям контроля, – слабо зависит от величины N .

Тогда наибольшая возможная доля интервала t , предоставляемая для обработки сигнала

$$t_c \cong \tau - N \left[t_0 + \frac{\alpha_B \lambda}{\mu_B} + \frac{\alpha_M \lambda}{\mu_M} \right] - t_K - t_{M1}. \quad (11.7)$$

С учетом приведенных формул алгоритм определения допустимого значения N 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 пессимистическую оценку допустимой емкости N в классе эрланговских распределений, аде-

кватность предложенной модели подтверждается рядом экспериментальных данных.

На количественные характеристики процессов обработки сигнализации и на величину N , в частности, существенное влияние оказывает длительность периода сканирования τ , которая может варьироваться в значительных пределах.

Будем считать оптимальной такую длительность периода τ , при которой достигается минимум суммарных временных затрат на процедуру опроса соединительных линий в единицу времени, усредненных на бесконечном 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 τ , тем меньше затраты на опрос в единицу времени:

$$S_1 = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{S_1(t)}{t} = \lim_{t \rightarrow \infty} T_0 \frac{\left\lfloor n + \frac{\Delta t}{t} \right\rfloor}{n\tau + \Delta t} = \frac{T_0}{\tau}, \quad (11.8)$$

где скобки $\lfloor \cdot \rfloor$ означают целую часть числа: $n=1, 2, \dots; 0 \leq \Delta t \leq \tau$.

Затраты на задержки в определении сигналов увеличиваются с ростом периода t и пропорциональны (с некоторым коэффициентом χ) 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 χ 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 τ , 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, утверждающая, что среднее время от момента поступления произвольного сигнала до начала следующего периода опроса рав-

но $\tau/2$ и не зависит от вида потока сигналов. Джэнс [117] привела элементарное доказательство того факта, что отличное от $\tau/2$ среднее время возможно только при детерминированном поступлении 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 t , 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:

$$\tau_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 1,2}} = 100 \text{ мс}.$$

Таким образом, решение оптимизационной задачи определения числа соединительных линий N и величины периода сканирования τ предлагается осуществлять с помощью двух независимых процедур:

- I. Отыскание при закреплённом значении τ (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 τ . Величина N 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 τ или N . В первом случае «работает» процедура I, во втором – процедура II.

В общем случае необходима одновременная оптимизация и по N , и по τ . 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 выполнение 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 значение $\tau_{\text{опт}}(N)$ 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 свя-

зи с этим чрезвычайно важно наличие эффективных программно-аппаратных средств тестирования протокольных реализаций систем сигнализации.

Протокол-тестеры международных систем сигнализации, рассмотренных в главе 9, разрабатываются и производятся целым рядом зарубежных компаний. Информацию об этих протокол-тестерах можно 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 рассмотренных в книге протоколов сигнализации Единой сети электросвязи (ЕСЭ) Российской Федерации и сетей связи других входивших ранее в СССР стран. Но прежде – одно соображение общего характера. По мнению автора, существуют две главные задачи 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 задач посвящены практически все предыдущие главы книги.

В данном параграфе рассматривается вторая задача: тестирование конкретных программно-аппаратных реализаций протоколов сигнализации. Тестирование протоколов сигнализации включает в себя тестирование соответствия, диагностическое тестирование и оценку производительности [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 (рис. 11.4.) для каждой конкретной описанной в книге системы сигнализации является уникальной инженерной задачей, но, тем не менее, имеются общие черты. Поэтому представленная на рис. 11.5 функциональная схема исторически первой опции трехпроводных аналоговых соединительных линий платформы протокол-тестера SNT-4268 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.

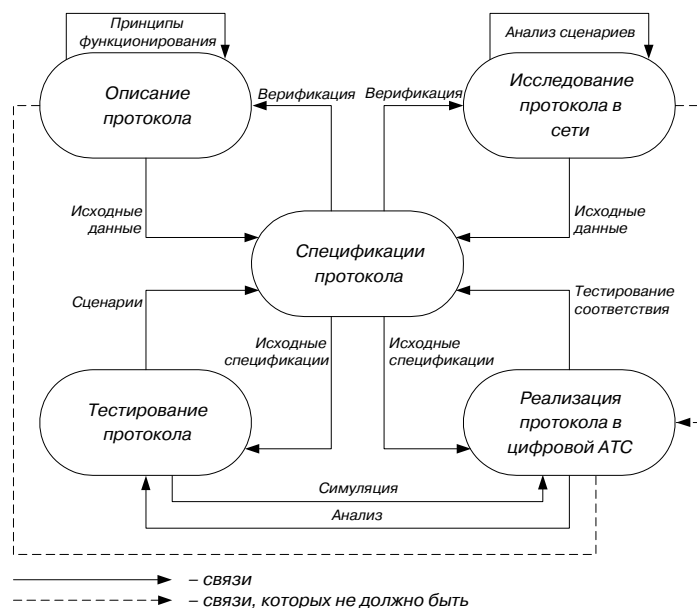


Рис. 11.3 Концептуальная модель спецификации и тестирования протоколов сигнализации

Каждый этап представлен соответствующим программным или программно-аппаратным модулем. Протокол-тестеры реализуют все необходимые логические функции анализа 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.

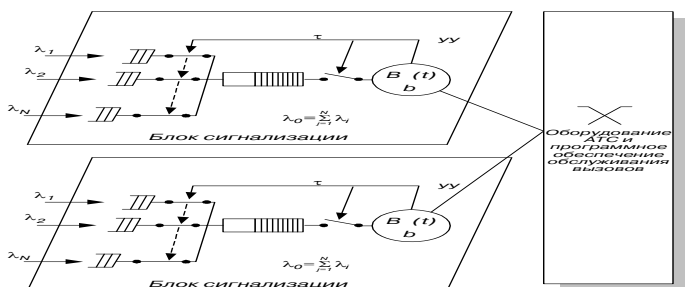


Рис. 11.4 Протокол-тестеры SNT-7531 и SNTlite

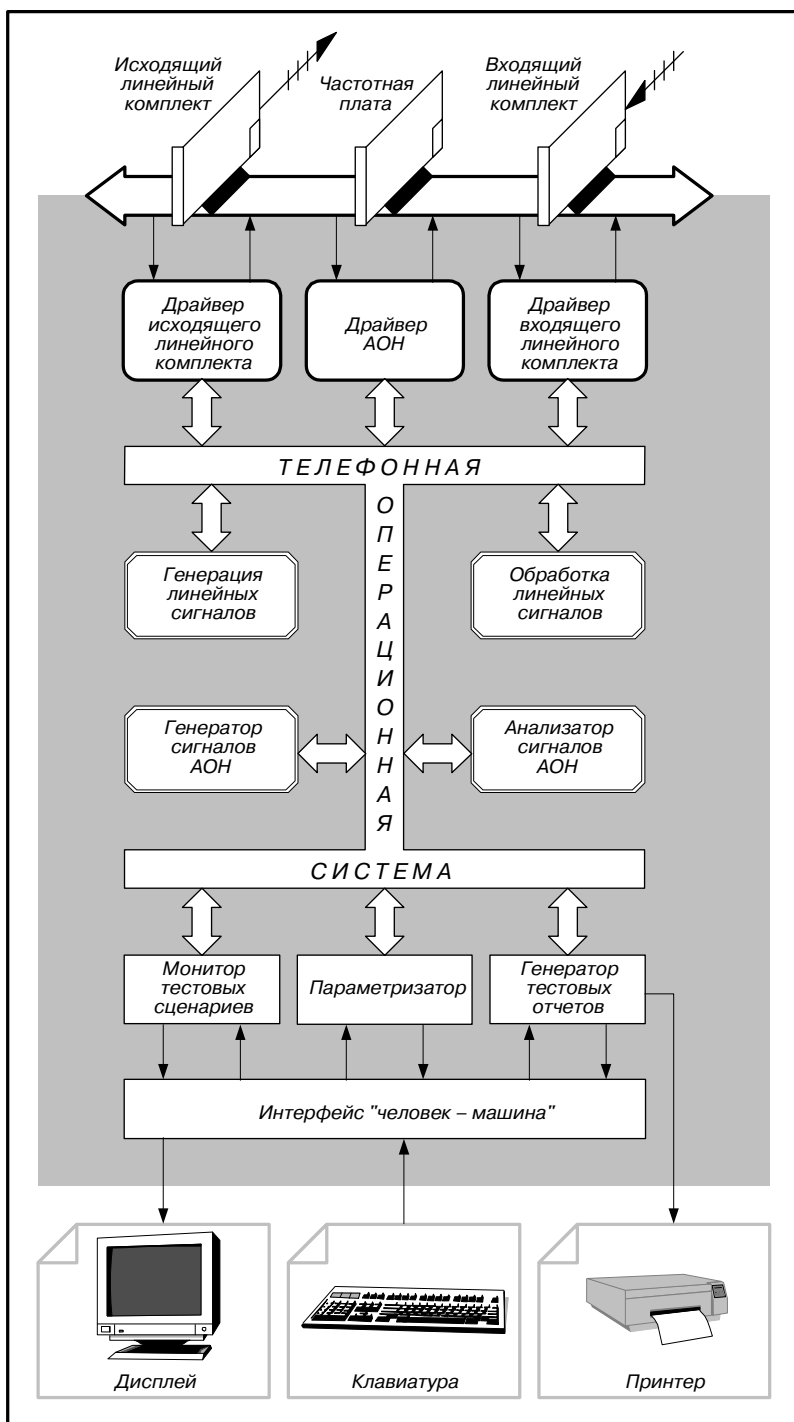


Рис. 11.5 Функциональная структурная схема протокол-тестера трехпроводных соединительных линий (опция SNT-4268)

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 в протокол-тестер, благодаря чему оператор может наблюдать за последовательностью шагов того или иного протокола сигнализации. Таким образом, функции обучения позволяют оператору освоить тот или иной протокол сигнализации, наблюдая за тем, как тестер в автоматическом режиме выполняет всю последовательность действий, необходимых для управления соединениями.

Пример настройки длительностей импульсов, пауз и междифровых интервалов при декадном способе передачи адресной информации приведен на рис. 11.6, а пример настройки параметров АОН – на рис. 11.7.

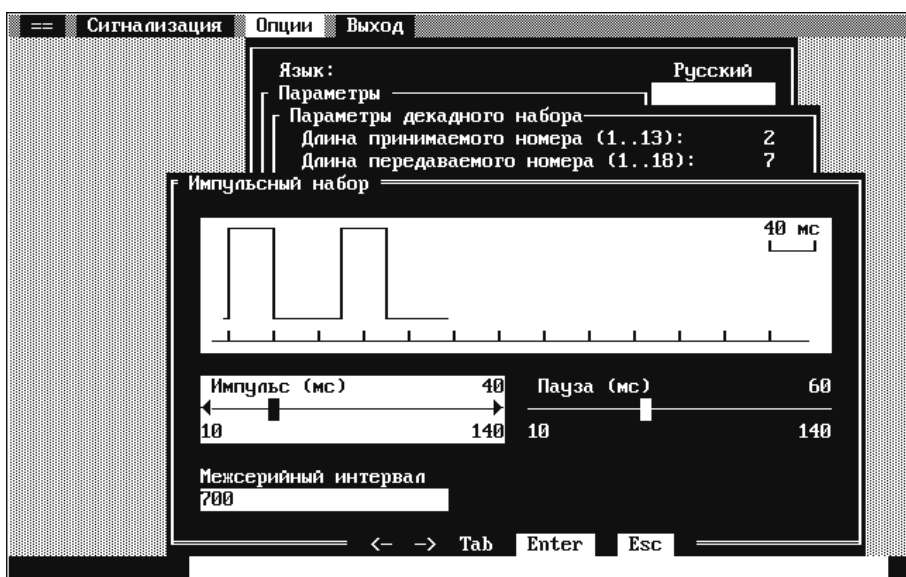


Рис. 11.6 Настройка длительностей импульсов, пауз и междифровых интервалов при декадном способе передачи адресной информации

Перечень протокол-тестеров систем сигнализации приведен в таблице 11.2. Следует обратить внимание на правый столбец этой таблицы, в котором указаны номера соответствующих параграфов данной книги.

Аппаратная часть протокол-тестера представляет собой процессорную систему, базирующуюся на портативном PC и содержащую следующие функциональные подсистемы: управляющую подсистему, 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.

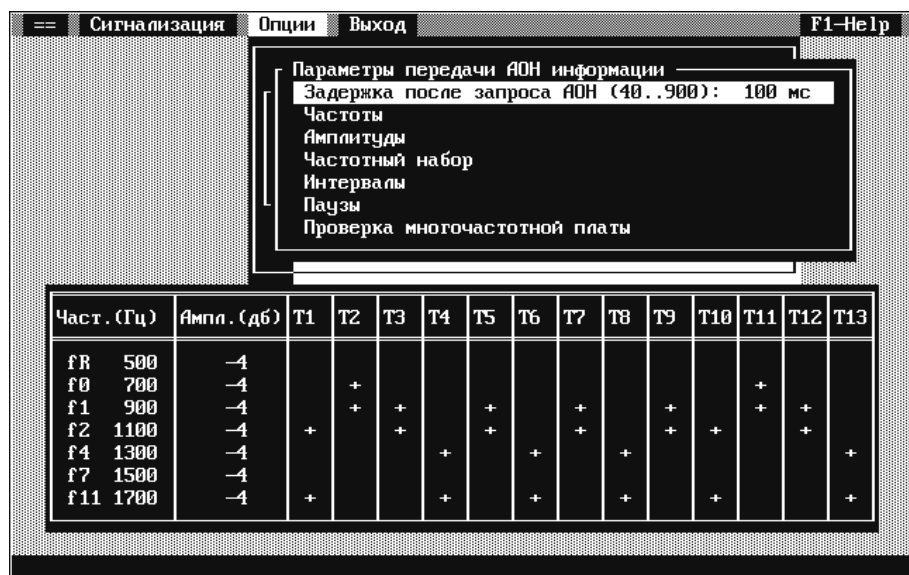


Рис. 11.7 Настройка параметров АОН

Управляющая подсистема выполняет все основные логические функции симуляции и анализа 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 состояния 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 тестирования протокола. Пример такого тестирования приведен на рис. 11.8.

К новым функциональным возможностям SNT-4268, появившимся уже после выхода 2-го издания этого тома книги, относятся следующие режимы мониторинга и анализа работы систем сигнализации по цифровым межстанционным линиям.

Мониторинг сигнализации, относящейся ко всем 30 разговорным каналам. Этот режим предусматривает:

- сбор статистических данных, относящихся к заданным каналам;

- сортировку и фильтрацию вызовов по задаваемым критериям – по номеру вызываемого абонента, по направлению (входящее, исходящее), по номеру вызывающего абонента (для вызовов, которые сопровождались выполнением процедуры АОН), по номеру канала, по результату вызова (отбой абонента, вызываемый абонент занят или не отвечает);
- подробные распечатки данных о прохождении вызовов, содержащие время поступления сигнала, битовые комбинации в 16-м канальном интервале и передававшиеся по разговорным каналам частоты, распознанные линейные и регистровые сигналы.

Линейная сигнализация по трехпроводной СЛ						ТМА-4		АТС																																																		
Входящее соединение						ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ																																																				
Нормальный режим						← ЗАНЯТИЕ →																																																				
Тест:						→																																																				
Отбой А (система с двусторонним отбоем)						ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ																																																				
←						← НАБОР НОМЕРА →																																																				
Состояние проводов						← 2963786 →																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">А</th> <th colspan="2">В</th> <th colspan="2">С</th> <th rowspan="2">Сигнал</th> <th rowspan="2">Время</th> </tr> <tr> <th>прд</th> <th>прм</th> <th>прд</th> <th>прм</th> <th>прд</th> <th>прм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/x</td> <td>←</td> <td>←</td> <td>→</td> <td></td> <td></td> <td>13:28:18.697</td> </tr> <tr> <td>→</td> <td>←</td> <td>←</td> <td>→</td> <td>П</td> <td></td> <td>13:28:18.700</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>→</td> <td>x</td> <td>←</td> <td>1</td> <td>→</td> <td>13:28:18.741</td> </tr> <tr> <td>→</td> <td>←</td> <td>1/x</td> <td>→</td> <td></td> <td></td> <td>13:28:18.744</td> </tr> <tr> <td>-R</td> <td>→</td> <td>1</td> <td>1/x</td> <td>1</td> <td>→</td> <td>13:28:18.791</td> </tr> </tbody> </table>						А		В		С		Сигнал	Время	прд	прм	прд	прм	прд	прм	1/x	←	←	→			13:28:18.697	→	←	←	→	П		13:28:18.700	x	→	x	←	1	→	13:28:18.741	→	←	1/x	→			13:28:18.744	-R	→	1	1/x	1	→	13:28:18.791	← РАЗГОВОР →			
А		В		С		Сигнал	Время																																																			
прд	прм	прд	прм	прд	прм																																																					
1/x	←	←	→			13:28:18.697																																																				
→	←	←	→	П		13:28:18.700																																																				
x	→	x	←	1	→	13:28:18.741																																																				
→	←	1/x	→			13:28:18.744																																																				
-R	→	1	1/x	1	→	13:28:18.791																																																				
Конеч набор номера						← = = = = = →																																																				
Сообщения						← ОТБОЙ АБОНЕНТА А →																																																				
ожидание сигнала						← ОТБОЙ АБОНЕНТА В →																																																				
ОТВЕТ АБОНЕНТА В						← РАЗЪЕДИНЕНИЕ →																																																				
А: - В: 1/x С: →						← КОНТРОЛЬ ИСХ. СОСТ. →																																																				
						←																																																				
						Выход из теста Esc																																																				

Рис. 11.8 Пример тестирования по одному из возможных сценариев

Подробный мониторинг 30-ти разговорных каналов с записью осциллограмм передаваемых по ним частотных сигналов. Этот режим обеспечивает возможность:

- измерения уровня, частот и длительности сигналов;
- просмотра осциллограмм и спектра сигналов.

Подробный мониторинг одного канала с неизвестным типом сигнализации, предусматривающий:

- мониторинг передаваемой в 16-м канальном интервале сигнальной информации, относящейся к одному разговорному каналу;
- полный спектральный анализ сигналов в этом разговорном канале;

- возможность просмотра осциллограмм и спектра частотных сигналов.

Помимо мониторинга сигнализации UST-4268 поддерживает мониторинг тракта ИКМ, обеспечивающий:

- контроль наличия/отсутствия сигнала (SIG);
- анализ цикловой и сверхцикловой структуры (FAS, MFAS, CRC4);
- подсчет ошибок (линейного кода, FAS, CRC4);
- обнаружение сигнала AIS;
- обнаружение нарушения цикловой и сверхцикловой синхронизации на дальнем конце;
- возможность прослушивания выбранного разговорного канала.

Остановимся несколько подробнее и на тестировании рассмотренных в предыдущей главе протоколов семейства OKC7. Большой набор опций приборов платформы SNT (SNT-7531, SNTlite и SNTsmart) для тестирования MTP, ISUP, SCCP, TCAP, INAP, MAP, BSS-MAP и др. приведен в табл. 11.2. В режиме эмулятора MTP/симулятора ISUP прибор SNT 7531 имеет возможность имитации работы станции по заранее заданным тестовым сценариям. Комплект стандартных тестовых сценариев выполнен в соответствии с рекомендацией ITU-T Q.784. Пользователю предоставляется возможность редактирования определенных полей параметров сообщений. В этом режиме также доступны подключение телефонной трубки и прослушивание двух любых разговорных трактов, а также просмотр и печать отчета о прохождении тестовых сценариев. В интерфейсе пользователя предусматривается отображение обмена сообщениями по выбранному сценарию. Кроме сообщений на дисплее появляются комментарии, поясняющие цель данного теста (ссылки на пункты рекомендации Q.764) и перечень проверок, которые необходимо сделать пользователю во время выполнения сценария.

Целесообразность применения протокол-тестеров в каждом конкретном случае определяется реальной проектной прагматикой. Но, по крайней мере, две области применения обеспечивают высокую эффективность использования протокол-тестеров: отладка программно-аппаратных средств реализации протоколов сигнализации во вновь разрабатываемых или адаптируемых коммутационных узлах и разрешение конфликтных ситуаций при установке новых цифровых систем коммутации в окружении существующих аналоговых и цифровых АТС предыдущих поколений.

Таблица 11.2 Типы протокол-тестеров

SNT-4268. Универсальный протокол-тестер межстанционной сигнализации существующих аналого-цифровых телефонных сетей, включая сигнализацию по 2ВСК, многочастотную сигнализацию методами «импульсный челнок», «импульсный пакет», «безынтервальный пакет», 1ВСК, «норка», индуктивный код, сигнализацию по трехпроводным соединительным линиям, одночастотную сигнализацию 2600 Гц и др.	
SNT-4268 базовый блок	Переносимый ПК (рис. 11.4). Симулятор, анализатор и монитор в реальном времени. Программное и аппаратное обеспечение подключения к ИКМ-тракту (Е1). Комплект документации. Кабели. Эталонное программное обеспечение на внешнем носителе.
Опция А	Автоматическое определение номера (АОН). Прием и передача. Симулятор, анализатор и монитор.
Опция В	Линейная сигнализация по 2ВСК для односторонних цифровых соединительных линий Е1 с раздельными пучками для местной и для междугородной связи (таблицы 7.19, 7.18 РД по ОГСТФС). Симулятор, анализатор и монитор.
Опция F	Линейная одночастотная сигнализация на частоте 2600 Гц по цифровым соединительным линиям Е1 (таблицы 7.8, 7.10 РД по ОГСТФС). Симулятор, анализатор и монитор.
Опция I	Линейная сигнализация по 1 ВСК двухсторонних универсальных цифровых соединительных линий Е1 индуктивным кодом. Симулятор, анализатор и монитор.
Опция N	Линейная сигнализация по 1 ВСК односторонних цифровых соединительных линий Е1 с раздельными пучками для местной и для междугородной связи кодом «Норка» (таблицы 7.11, 7.12 РД по ОГСТФС). Симулятор, анализатор и монитор.
Опция P1	Многочастотная сигнализация кодом «2 из 6» методом «импульсный пакет 1» для АМТС-2 и АМТС-3. Симулятор, анализатор и монитор.
Опция P2	Многочастотная сигнализация кодом «2 из 6» методом «импульсный пакет 2» для электронных и квазиэлектронных АМТС. Симулятор, анализатор и монитор.
Опция R2 DTMF	Сигнализация R2 с передачей номера кодом DTMF (МСЭ-Т, серия Q). Симулятор, анализатор и монитор.
Опция R2 MFC	Сигнализация R2 с передачей номера многочастотным кодом (МСЭ-Т, серия Q.400). Симулятор, анализатор и монитор
Опция S	Многочастотная сигнализация кодом «2 из 6» методом «импульсный челнок». Симулятор, анализатор и монитор.
Опция T	Линейная сигнализация по 2ВСК двухсторонних универсальных цифровых соединительных линий Е1 (таблицы 7.20 РД по ОГСТФС). Симулятор, анализатор и монитор.
Модель SNT-4268/1 (TWA-4)	Программное и аппаратное обеспечение тестирования межстанционной сигнализации по трехпроводным физическим соединительным линиям. Линейная сигнализация по СЛ, СЛМ, ЗСЛ. Симулятор, анализатор.
Опция А	Автоматическое определение номера (АОН). Прием и передача.
Опция P1	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный пакет 1" для АМТС-2 и АМТС-3.
Опция P2	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный пакет 2" для электронных и квазиэлектронных АМТС.
Опция S	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный челнок"
Модель SNT-4268/2 (FWA-8)	Программное и аппаратное обеспечение тестирования. Сигнализация по 1 или 2 выделенным сигнальным каналам (ВСК) через 4/6-проводный физический интерфейс типа Е&М. Сельская линейная сигнализация по аналоговым СЛ, СЛМ, ЗСЛ. Симулятор, анализатор.
Опция А	Автоматическое определение номера (АОН). Прием и передача..
Опция I	Линейная сигнализация по 1 ВСК двухсторонних универсальных соединительных линий индуктивным кодом.
Опция N	Линейная сигнализация по 1 ВСК односторонних соединительных линий с раздельными пучками для местной и для междугородной связи кодом «Норка» (таблицы 7.11, 7.12 РД по ОГСТФС).
Опция P1	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный пакет 1" для АМТС-2 и АМТС-3.
Опция P2	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный пакет 2" для электронных и квазиэлектронных АМТС.
Опция S	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный челнок"
Опция T	Линейная сигнализация по 2ВСК двухсторонних универсальных соединительных линий (таблицы 7.20 РД по ОГСТФС)..
Модель SNT-4268/3 (VFA-1)	Программное и аппаратное обеспечение тестирования. Одночастотная межстанционная сигнализация на частоте 2600 Гц по аналоговым соединительным линиям, СЛМ, ЗСЛ. Симулятор, анализатор.
Опция А	Автоматическое определение номера (АОН). Прием и передача..
Опция P1	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный пакет 1" для АМТС-2 и АМТС-3.
Опция P2	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный пакет 2" для электронных и квазиэлектронных АМТС.
Опция S	Многочастотная сигнализация в коде "2 из 6" методом "импульсный челнок"

Продолжение таблицы 11.2

SNT-7531, SNTlite, SNTsmart ПРОТОКОЛЫ-ТЕСТЕРЫ OKC7, V5, H.323, DSS1	
Базовый блок	Интерфейсный адаптер на 2 тракта E1 (G.703) - Возможность подключения до 2-х двунаправленных трактов E1 (4 Rx / 4 Tx) в режиме мониторинга / 4-х в режиме симуляции (в зависимости от типа пакета опций) - Поддержка мониторинга до 32-х двунаправленных звеньев (в зависимости от количества лицензий) - Расстояние от точки подключения к кроссу до базового блока - до 20 м Кабель для мониторинга (длина 2 м, разъем типа "крокодил") Комплект документации Программное обеспечение на внешнем носителе - Поддержка OKC7, GSM/GPRS, IMT-MC450, DSS1, V5, H.323, SIP, INAP, 2BCK - Лицензия на мониторинг 4-х двунаправленных звеньев OKC7 - Программное обеспечение поддержки мониторинга, симуляции, генерации нагрузок, прослушивания разговорных каналов - Программное обеспечение поддержки декодирования, трассировки вызова, фильтрации и статистики - Графический интерфейс пользователя на русском и английском языках - Интерактивная система обучения протоколам сигнализации на русском и английском языках
АППАРАТНЫЕ ОПЦИИ	
Опция HW-x-2	Дополнительный интерфейсный адаптер на 2 ИКМ-тракта - Подключение к двум трактам E1 (4 Rx / 4 Tx) - Поддержка мониторинга до 32-х звеньев - Лицензия на мониторинг 4-х двунаправленных звеньев OKC7 - Кабель для мониторинга (длина 2 м, разъем типа "крокодил") Примечание. До 7-ми дополнительных плат на базовый блок
Опция HW-BRI	Интерфейсная плата BRI (MC9-T L430 S/T 2B+D) Кабель для подключения к тракту BRI универсальный (RJ45)
Опция HW-Micro	Программное обеспечение беспроводного удаленного мониторинга, адаптированное для просмотра на PDA в режимах on-line и off-line, включая - миникомпьютер PocketPC - адаптер Wi-Fi, встроенный в базовый блок
Опция HW-STM1opt	Интерфейсный адаптер для подключения к SDH/STM1 (155 Мбит/с) Мониторинг до 10-ти двунаправленных трактов E1 (32 звена OKC-7) внутри STM1
ПРОГРАММНЫЕ ОПЦИИ	
РЕЖИМ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА	
ПОДСИСТЕМЫ OKC-7	
Опция MTP-R-M	MTP (Российские спецификации, 1994). Мониторинг
Опция MTP-R-2000-M	MTP (Российские спецификации, 2001). Мониторинг
Опция MTP-B-M	MTP (ITU-MTP (ITU-T: Q.700-Q.709, Blue Book, 1988). Мониторинг
Опция MTP-W-M	MTP (ITU-T: Q.700-Q.709, White Book, 1993). Мониторинг
Опция MTP2-HSSL-W-M	MTP2 HSSL (ITU-T: Q.703, Annex A, White Book, 1996). Мониторинг
Опция ISUP-R'1994-M	ISUP (Российские спецификации, 1994). Мониторинг
Опция ISUP-R'2000-M	ISUP (Российские спецификации, 2001). Мониторинг
Опция ISUP-B-M	ISUP (ITU-T: Q.761-Q.764, Blue Book, 1988). Мониторинг
Опция ISUP'92-W-M	ISUP (ITU-T: Q.761-Q.764, White Book, 1993). Мониторинг
Опция ISUP'96-W-M	ISUP (ITU-T: Q.761-Q.764, White Book, 1997). Мониторинг
Опция ISUP-WI-M	Международный ISUP (ITU-T: Q.767, White Book, 1991). Мониторинг
Опция ISUP-E-M	ISUP MoU (ETSI: ETS 300 121, 1991). Мониторинг
Опция SCCP-R-M	SCCP (Российские спецификации, 1994). Мониторинг
Опция SCCP-R'2000-M	SCCP (Российские спецификации, 2001). Мониторинг
Опция SCCP-B-M	SCCP (ITU-T: Q.711-Q.716, Blue Book, 1988). Мониторинг
Опция SCCP-W-M	SCCP (ITU-T: Q.711-Q.716, White Book, 1996). Мониторинг
Опция SCCP-A-M	SCCP (ANSI T1.112). Мониторинг
Опция TCAP-R-M	TCAP (Российские спецификации, 1994). Мониторинг
Опция TCAP-R'2000-M	TCAP (Российские спецификации, 2001). Мониторинг
Опция TCAP-B-M	TCAP (ITU-T: Q.771-Q.774, Blue Book, 1988). Мониторинг
Опция TCAP-W-M	TCAP (ITU-T: Q.771-Q.774, White Book, 1997). Мониторинг
Опция TCAP-A-M	TCAP (ANSI T1.114-1996). Мониторинг
OKC-7 по IP	
Опция C7oIP	SIGTRAN (IP, TCP, SCTP, M2UA, M3UA). Мониторинг
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СЕТЬ	
Опция INAP-R-M	INAP (Российские спецификации, 1994). Мониторинг
Опция INAP-E-M	INAP (ETSI: CS-1 Core INAP, ETS 300 374-1, 1994). Мониторинг
Опция INAP-W-M	INAP (ITU-T: Q.1218, 1995). Мониторинг
СОТОВЫЕ СЕТИ СТАНДАРТА GSM (2+)	
Опция MAP-E-M	MAP (GSM 09.02 Release 1996). Мониторинг
Опция Abis-E-M	Abis: GSM 08.56 (Layer 2), 08.58 (Layer 3), 04.08 (L3 INFO). Мониторинг

Продолжение таблицы 11.2

Опция BSSMAP-E-M	BSSMAP (GSM 08.08). Мониторинг
Опция DTAP-E-M	DTAP (GSM 04.08). Мониторинг
Опция SS-E-M	SS (GSM 04.80). Мониторинг
Опция SMS-E-M	SMS (GSM 04.11). Мониторинг
Опция CAMEL-E-M	Прикладная подсистема CAMEL (GSM 09.78, Rel. 1997). Мониторинг
GPRS - ПАКЕТНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В СЕТЯХ СТАНДАРТА GSM	
Опция MAPgprs-E-M	MAP (GSM 09.02 Release 1997). Мониторинг
Опция Gb-E-M	Интерфейс Gb: протоколы NS/FR (GSM 08.16), LLC (GSM 04.64), SNDCP (GSM 04.65), BSSGP (GSM 08.18), GMM/SM (GSM 04.08). Мониторинг
Опция Gi-E-M	Интерфейс Gi: протоколы IP (RFC 791), TCP (RFC 793), UDP (RFC 768), GTP (GSM 09.60). Мониторинг
СОТОВЫЕ СЕТИ СТАНДАРТА NMT-450i (NMT Doc 900-2)	
Опция MUP	Протокол MUP (NMT Doc 900-2). Мониторинг
Опция HUP	Протокол HUP (NMT Doc 900-2). Мониторинг
СОТОВЫЕ СЕТИ СТАНДАРТА IMT-MC-450 (CDMA)	
Опция IMT-MC-450-M	MAP ANSI-41-D (3GPP2 N.S0015, 2000). Мониторинг CNAP/CNAR 3GPP2 N.S0012-0, 2000 (IS-764) DCCH 3GPP2 N.S0007-0 (IS-730) 3GPP2 N.S0008-0 (IS-737) 3GPP2 N.S0009-0 (IS-751) 3GPP2 N.S0011-0 (IS-725-A)
СОТОВЫЕ СЕТИ СТАНДАРТА AMPS/DAMPS (EIA/TIA INTERIM STANDARD)	
Опция IS-41-A/B/C/D	Протокол IS-41-A/B/C/D. Мониторинг
ЦИФРОВАЯ АБОНЕНТСКАЯ СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ DSS1	
Опция DSS1-E-PR-M	EURO-ISDN (ETSI: ETS 300 011, ETS 300 125, ETS 300 102) PRI. Базовый вызов и дополнительные услуги. Мониторинг
Опция DSS1-I-PR-M	DSS1/PRI (ITU-T: I.431, Q.921, Q.931). Базовый вызов и дополнительные услуги. Мониторинг
Опция DSS1-E-BR-M	EURO-ISDN (ETSI: ETS 300 012, ETS 300 125, ETS 300 102) BRI. Базовый вызов и дополнительные услуги. Мониторинг
Опция DSS1-I-BR-M	DSS1/BRI (ITU-T: I.430, Q.921, Q.931). Мониторинг. Базовый вызов и дополнительные услуги
ВЫДЕЛЕННЫЕ И ЧАСТНЫЕ СЕТИ	
Опция QSIG-E-M	QSIG (ETSI: ETS 300 172, 1995). Мониторинг
ИНТЕРФЕЙС СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА V5	
Опция 2CAS-R1.5-M	2BCK -Сигнализация R1.5: декадный код, многочастотный код "2 из 6" челнок, пакет, АОН. Мониторинг
Опция 2CAS-R2-M	2BCK -Сигнализация R2: MFC, DTMF. Мониторинг
СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО 2BCK	
Опция 2CAS-R1.5-M	2BCK -Сигнализация R1.5: декадный код, многочастотный код "2 из 6" челнок, пакет, АОН. Мониторинг
Опция 2CAS-R2-M	2BCK -Сигнализация R2: MFC, DTMF. Мониторинг
ПРОТОКОЛЫ СЕТИ IP-ТЕЛЕФОНИИ И МУЛЬТИМЕДИЯ LAN	
Опция ETH-M	Ethernet. Мониторинг
Опция TCP-M	TCP (RFC 793). Мониторинг
Опция IP-M	IP (RFC 791). Мониторинг
Опция UDP-M	UDP (RFC 768). Мониторинг
Опция H.323-M	H.225.0 (Q.931+RAS). Мониторинг H.245. Мониторинг
РЕЖИМ СИМУЛЯЦИИ	
СИМУЛЯТОР ISUP	
Опция ISUP-x-S	Эмулятор звена сигнализации MTP2 (ITU-T: Q.702, Q.703) Симулятор ISUP (ITU-T: Q.764) Комплект тестовых сценариев (ITU-T: Q.784.1) Конструктор сообщений (ITU-T: Q.763, российские спецификации)
СИМУЛЯТОР DSS1/PRI	
Опция DSS1-PR-S	Эмулятор LAPD (ETSI: ETS 300 011, ETS 300 125) Симулятор уровня 3 DSS1/PRI USR (ETSI: ETS 300 102) Симулятор уровня 3 DSS1/PRI NET (ETSI: ETS 300 102) Комплект тестовых сценариев (ETSI: 300 156) Конструктор сообщений
СИМУЛЯТОР DSS1/BRI	
Опция DSS1-BR-S	Эмулятор LAPD (ETSI: ETS 300 012, ETS 300 125) Симулятор уровня 3 DSS1/BRI USR (ETSI: ETS 300 102) Симулятор уровня 3 DSS1/BRI NET (ETSI: ETS 300 102) Комплект тестовых сценариев. Конструктор сообщений

Окончание таблицы 11.2

СИМУЛЯТОР V5.1	
Опция V5.1-AN/LE-S	Эмулятор LAPV5. V5.1. Симулятор уровня 3 (PSTN, CC). Сторона сети доступа. Сторона АТС. Редактор тестовых сценариев. Конструктор сообщений
СИМУЛЯТОР V5.2	
Опция V5.2-AN/LE-S	Эмулятор LAPV5. V5.2. Симулятор уровня 3 (PSTN, CC, BCC). Сторона сети доступа. Сторона АТС. Редактор тестовых сценариев. Конструктор сообщений
ПАКЕТ ОПЦИЙ СИМУЛЯТОРА SCP	
Опция SCP-x-S	Эмулятор MTP (ITU-T: Q.702, Q.703). Эмулятор SCCP (ITU-T: Q.711 -Q.714). Эмулятор TCAP (ITU-T: Q.771 -Q.774). Симулятор INAP-R, сторона SCP. Редактор тестовых сценариев. Конструктор операций INAP
ПАКЕТ ОПЦИЙ СИМУЛЯТОРА SSP	
Опция SSP-x-S	Эмулятор MTP (ITU-T: Q.702, Q.703). Эмулятор SCCP (ITU-T: Q.711 -Q.714). Эмулятор TCAP (ITU-T: Q.771 -Q.774). Симулятор INAP-R, сторона SSP. Редактор тестовых сценариев. Конструктор операций INAP
ГЕНЕРАТОР ВЫЗОВОВ ISUP	
Опция ISUP-x-TG	ISUP (MCЭ-T Q.761-Q.764). Генератор вызовов
ГЕНЕРАТОР ВЫЗОВОВ DSS1/PRI	
Опция DSS1-x-PR-TG	DSS1/PRI. Генератор вызовов
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЦИФРОВОЙ ПЕРЕДАЧИ (ИКМ)	
Опция PCM-BERT	Анализ ИКМ (ITU-T: G.821, G.826, M.2100)
Опция PCM-VOICE	Прослушивание разговорных каналов ИКМ (a-law, m-law, ITU-T: G.721, G.726)
Опция PCM-VT-I	Имитация речевой нагрузки ИКМ
Опция PESQ	Анализ качества передачи речи PESQ (ITU-T P862)
СБОР ЗАПИСЕЙ О ВЫЗОВАХ (CDR)	
Опция ISUPcdr	Сбор записей о вызовах ISUP
Опция VoIPcdr	Сбор записей о вызовах VoIP
ТОР-4. ПРОТОКОЛ-ТЕСТЕР X.25 ДЛЯ ФУНКЦИЙ СОРМ	
ТОР-4 Базовый блок	Переносимый ПК (рис. 11.4). Программное и аппаратное обеспечение тестирования передачи данных СОРМ по протоколу X.25 в цифровом тракте E1. Выбор режимов работы. Кабели. Плата тракта ИКМ. Комплект документации
ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС	
Опция CDR	Графический интерфейс пользователя, интерактивная система информации о технических аспектах взаимодействия с СОРМ, контекстная помощь и обучение на русском языке
Опция CDE	Графический интерфейс пользователя, интерактивная система информации о технических аспектах взаимодействия с СОРМ, контекстная помощь и обучение на английском языке
СОРМ ДЛЯ СТАНЦИЙ ТФОП	
Опция SPH	Симулятор пульта управления. Программное обеспечение имитации ПУ СОРМ для абонентов стационарных сетей. Полный набор команд. Расшифровка команд и сообщений. Программное обеспечение подключения к тракту ИКМ. Прослушивание речевых каналов. Проклочение каналов передачи данных через тракт ИКМ
Опция SPX	Программное обеспечение для тестирования каналов передачи данных с подробным мониторингом пакетов второго и третьего уровней протокола X.25
Опция SPP	Программная поддержка HDLC и модемного соединения по протоколу V.24 со скоростью до 14.400 Кбит/с
Опция SGL	Программное обеспечение для генерации и выполнения сценариев. Сценарная постановка абонентов на контроль. Редактирование сценария
СОРМ ДЛЯ УЗЛОВ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ	
Опция SMH	Программное обеспечение имитации ПУ СОРМ для абонентов мобильных сетей. Полный набор команд. Расшифровка команд и сообщений. Программное обеспечение подключения к тракту ИКМ. Прослушивание речевых каналов. Проклочение каналов передачи данных через тракт ИКМ
Опция SMX	Программное обеспечение для тестирования каналов передачи данных с подробным мониторингом пакетов второго и третьего уровней протокола X.25
Опция SMP	Программная поддержка HDLC и модемного соединения по протоколу V.24 со скоростью до 14.400 Кбит/с
Опция SML	Программное обеспечение для генерации и выполнения сценариев. Сценарная постановка абонентов на контроль. Редактирование сценария

11.3 Конвертеры протоколов сигнализации

Традиционный и наиболее приемлемый для операторов сети электросвязи подход к решению проблемы взаимодействия разных систем 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.

Альтернативный подход заключается в использовании конвертеров сигнализации. Представляя собой автономные сетевые модули, эти конвертеры могут избавить тот или иной проект установки коммутационного оборудования от вышеперечисленных недостатков. Первым примером такого применения явился конвертер сигнализации по трехпроводным соединительным линиям в абонентскую сигнализацию по двухпроводным аналоговым линиям с частотным набором номера – конвертер 3/2.

Этот конвертер может использоваться для подключения к районной АТС по трехпроводным соединительным линиям телефонной станции малой емкости, имеющей для связи с ТфОП только двухпроводные абонентские интерфейсы. Конвертер обеспечивает прямой входящий набор к абонентам малой АТС со стороны ГТС. 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 в сторону малой АТС сигналами DTMF.

Другим примером является *цифровой конвертер R2 DTMF/R1.5 MFS*, предназначенный для преобразования межстанционной сигнализации R2 по рекомендациям ITU-T 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. 11.9 представлены варианты использования этого конвертера в Единой сети электросвязи 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 по разговорному каналу частотным кодом DTMF; прием и обработку передаваемых по разговорному каналу регистровых сигналов многочастотной сиг-

нализации 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 2BCK (глава 3); передачу регистровых сигналов многочастотным кодом DTMF; передачу по разговорному каналу регистровых сигналов многочастотной сигнализации кодом «2 из 6» методом «импульсный челнок» (глава 6); прием запроса и выдачу информации АОН (глава 8).

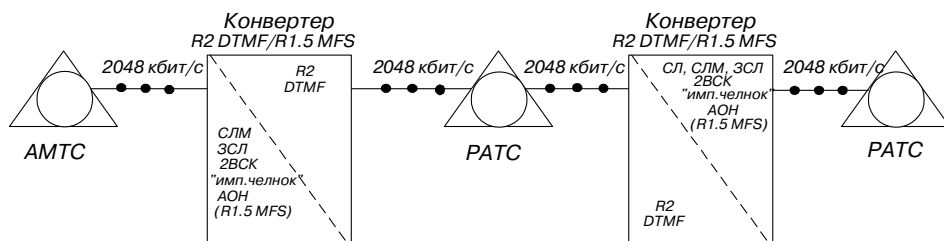


Рис. 11.9 Варианты использования конвертера R2 DTMF/R1.5 MFS

Такой подход, наряду с очевидными преимуществами, имеет определенные недостатки: относительно дорогой и длительный период адаптации цифровой АТС, снижение гибкости сетевых функций технического обслуживания, начисления платы и т.п. К тому же, кратковременная потребность в поддержке устаревающей системы сигнализации каждой цифровой АТС может не успеть компенсировать затраты на разработку.

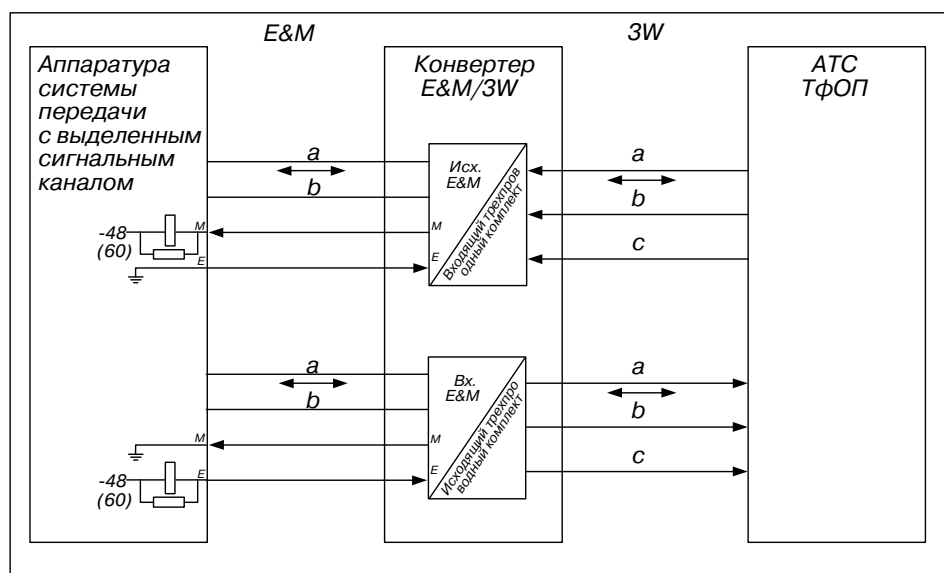
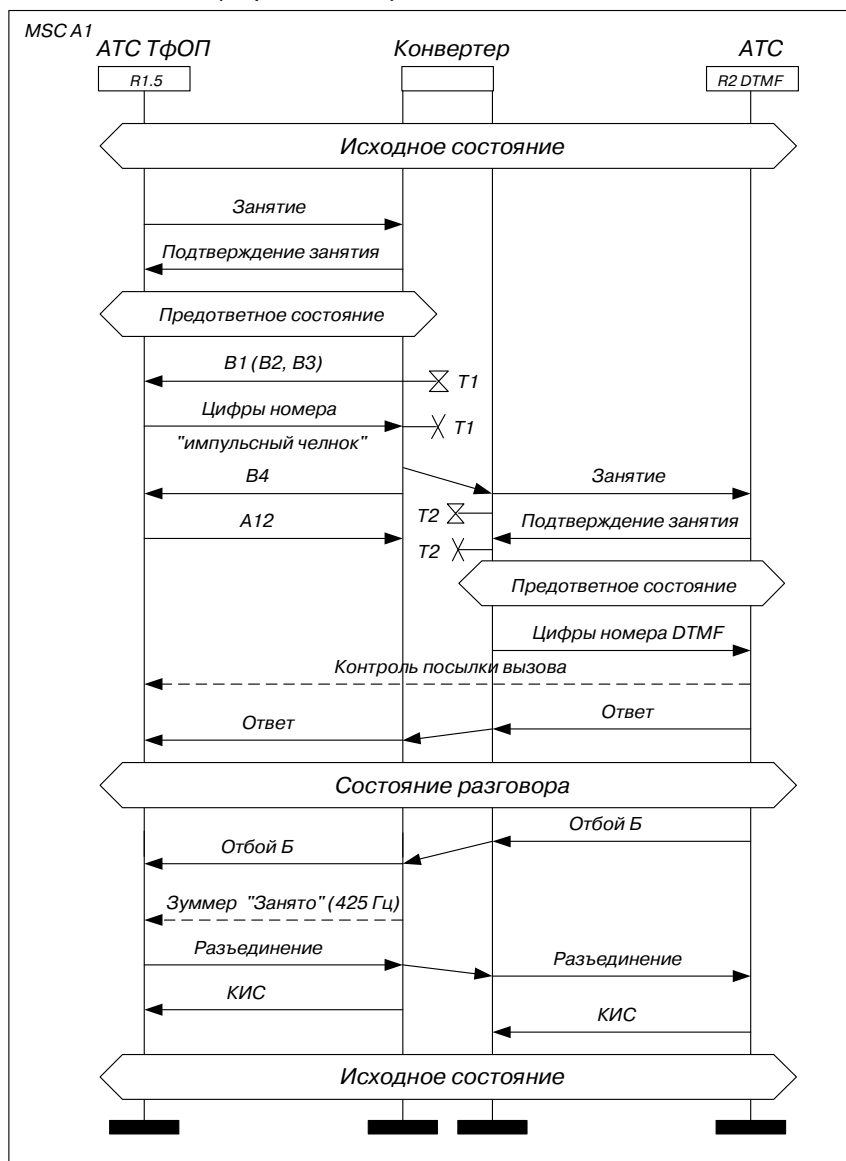


Рис. 11.11 Схема включения конвертера E&M/3WA

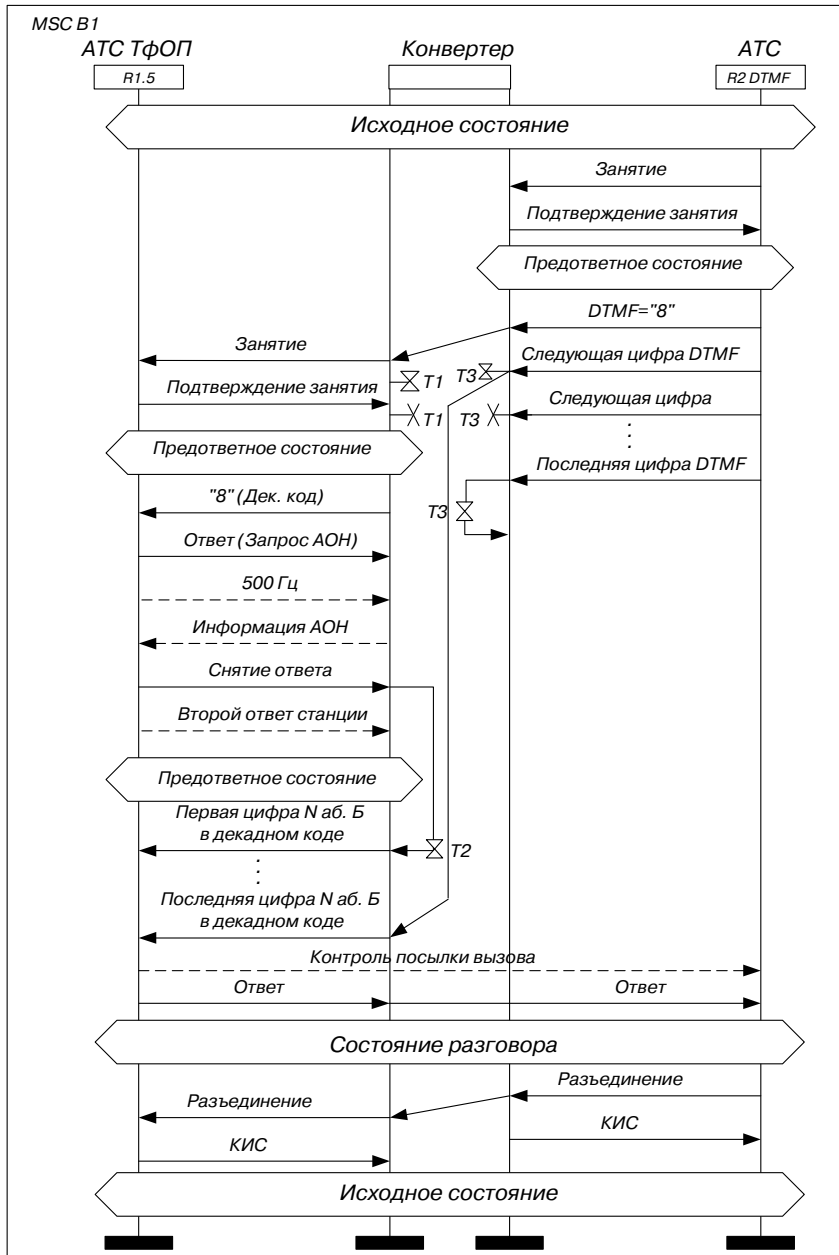
Логика преобразования протоколов сигнализации с помощью конвертера R2 DTMF/R1.5 MFS представлена примерами на рис. 11.10 а и 11.10 б (стр. 431-432).



T1 – время ожидания частотного сигнала прямого направления = 250-300 мс (устанавливается каждый раз после передачи сигнала обратного направления)

T2 – время ожидания сигнала подтверждения занятия = 1с. Если сигнал подтверждения занятия не распознан, то передается сигнал "Разъединение", а в сторону ATC ТФОП - "Б занят"

Рис. 11.10 Сценарий преобразования 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. 11.10 Сценарий преобразования протоколов R2 и "R1.5"
б) Исходящее местное соединение. Прием информации АОН

Еще одной моделью конвертера является конвертер *E&M/3WA*, предназначенный для преобразования интерфейса *E&M* с управлением сигнальным каналом, например, по протоколу *R1* согласно рекомендациям *ITU-T Q.310÷Q.332* (глава 9), в протокол сигнализации по трехпроводным аналоговым соединительным линиям (глава 4). Схема включения этого конвертера приведена на рис. 11.11.

Интенсивное внедрение в Единой сети электросвязи России протоколов общеканальной сигнализации обусловило появление платформы конвертеров сигнализации следующего поколения *xSM*. Наиболее активно применяемыми моделями этого семейства являются конвертер *CSM* протокола *ISUP* системы сигнализации по общему каналу №7 (глава 10) в систему сигнализации по 2 выделенным сигнальным каналам (глава 3) и конвертер *ISM*, осуществляющий преобразование двух протоколов общеканальной сигнализации: системы сигнализации №7 (глава 10) и абонентской сигнализации *DSS-1* [130]. Конвертер *XSM* преобразует протокол *DSS-1* в протокол *X.25*, используемый, в частности, для взаимодействия с пультом *COPM* [130] и для систем технического обслуживания. Функциональные возможности рассмотренных в этом параграфе конвертеров представлены в таблице 11.3. Для удобства читателей в эту же таблицу включены ссылки на главы томов 1 и 2 данной книги, соответствующие обрабатываемым конвертором протоколам сигнализации.

Таблица 11.3 Конвертеры протоколов сигнализации

Тип КПС	Вход		Выход		Описание
КПС R2xR1.5	E1 с сигнализацией 2ВСК и АОН	Т.1 Гл.3	E1 с R2 и DTMF или MFC	Т.1 Гл.9	Один тракт E1
КПС 15x30	Цифровой поток 1.024Мбит/с	Т.1 Гл.7	Цифровой поток 2.048Мбит/с	Т.1 Гл.4	Один тракт
КПС 3x2	Трехпроводная СЛ	Т.1 Гл.4	Абонентская линия с DTMF	Т.2 Гл.1	На 8 линий
КПС 3xE&M	Трехпроводная СЛ	Т.1 Гл.4	Четырехпроводная СЛ типа E&M с R1	Т.1 Гл.9	На 8 линий
КПС 3xI	Трехпроводная СЛ	Т.1 Гл.4	E&M с индуктивным кодом	Т.1 Гл.7	На 8 линий
ISM	Первичный доступ, протокол DSS1	Т.2 Гл.3,4	Система ОКС7, МТР, ISUP-R	Т.1 Гл.10	По два тракта E1
USM	Система ОКС7, МТР, ISUP-R	Т.1 Гл.10	E1 с сигнализацией 2ВСК и АОН	Т.1 Гл.4	По два тракта E1
CSM	E1 с сигнализацией 2ВСК и АОН	Т.1 Гл.4	Первичный доступ, протокол DSS1	Т.2 Гл.3,4	По два тракта E1
RSM	Первичный доступ, протокол DSS1	Т.2 Гл.3,4	Однобитовая сигнализация "норка"	Т.1 Гл.7	По два тракта E1
XSM	Первичный доступ, протокол DSS1 или другие "внутрифирменные" протоколы	Т.2 Гл.3,4	Протокол X.25	Т.2 Гл.9	Один тракт E1
VSM	Первичный доступ, протокол DSS1	Т.1 Гл.10	Протокол V5	Т.2 Гл.6-8	По два тракта E1

11.4 Информационные базы данных

В заключительной части этой главы, посвященной инструментальным средствам для систем сигнализации (анализ, тестирование, преобразование), следует также отметить необходимость иметь информацию о применении тех или иных протоколов сигнализации в Единой сети электросвязи России. В этой связи важны оперативные и подробные сведения 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 служит представленная в таблице 11.4 семейство информационных баз данных СОТСБИ, содержащих информацию о сертификатах соответствия Министерства информатизации и связи Российской Федерации на оборудование связи, включая краткое техническое описание данного оборудования в универсальной базе С300 и целый ряд дополнительной информации в тематических базах Инфобанка СОТСБИ 310, 311, 318, 320, 330 и 340. Название СОТСБИ расшифровывается как «Сертифицированное Оборудование Телефонных Сетей – Банк Информации».

Таблица 11.4 Семейство баз данных Инфобанка СОТСБИ

Серия С баз данных текстов сертификатов, технических описаний и материалов, документации, сравнительных таблиц, аналитических прогнозов по типам телекоммуникационного оборудования	
С300	СОТСБИ. Интернет версия. Справочно-информационная база данных по всему сертифицированному оборудованию связи всех типов. Полные тексты сертификатов. Сведения о фирмах и испытательных центрах. On-line обновление
С310	Городские АТС и подстанции. Опорные, опорно-транзитные, транзитные станции городских телефонных сетей. Полные тексты сертификатов. Технические описания, сертификационные материалы, технические условия. Нормативно-техническая документация Министерства информационных технологий и связи России в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний
С311	Сельские АТС. Центральные, узловые и оконечные АТС. УСП сельских телефонных сетей, сертификационные материалы, технические условия. Нормативно-техническая документация Министерства информационных технологий и связи России в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний
С314	Оборудование абонентского доступа. Концентраторы, абонентские мультиплексоры телефонных сетей. Оборудование сети абонентского доступа с интерфейсом V5. Оптический абонентский доступ. Полные тексты сертификатов. Краткие технические характеристики, сертификационные материалы, технические условия. Нормативно-техническая документация Министерства информационных технологий и связи России в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний

Окончание таблицы 11.4

Серия С баз данных текстов сертификатов, технических описаний и материалов, документации, сравнительных таблиц, аналитических прогнозов по типам телекоммуникационного оборудования	
С318	Автоматизированные системы расчета за услуги связи (АСР). Биллинговые системы, система расчета по предоплаченным карточкам. Краткие технические характеристики наиболее распространенного оборудования. Нормативно-техническая документация Министерства информационных технологий и связи России в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний
С320	Учрежденческие АТС. УПАТС, УПАТС с функциями ЦСИО, DECT, IP. Полные тексты сертификатов. Технические описания, сертификационные материалы, технические условия. Нормативно-техническая документация Министерства информационных технологий и связи России в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний. Принципы включения в сеть общего пользования
С325	Мини АТС. УАТС, УАТС с функциями ЦСИО, IP. Полные тексты сертификатов. Технические описания, сертификационные материалы, технические условия. Нормативно-техническая документация Министерства информационных технологий и связи России в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний
С340	Абонентское оборудование. Телефонные аппараты, телефонные приставки, модемы, факсы, радиостанции. Полные тексты сертификатов. Краткие технические характеристики наиболее распространенного оборудования. Нормативно-техническая документация Министерства информационных технологий и связи России в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний
С350	Call-центры. Ступени распределения вызовов (СПВ). Многофункциональные центры обслуживания вызовов (МЦОВ). Оборудование справочно-информационных служб ГТС и узлов спецслужб (УСС). Перспективные Web-контакт-центры. Полные тексты сертификатов. Технические описания, характеристики, сертификационные материалы, технические условия. Нормативно-техническая документация Министерства информационных технологий и связи России в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний
С360	Тестирующее оборудование. Протокол-тестеры. Контрольно-измерительная аппаратура. Полные тексты сертификатов. Технические описания, характеристики, примеры технических условий наиболее распространенного оборудования. Нормативно-техническая документация в составе Руководящих документов, ОСТов, ГОСТов, типовых программ и методик испытаний. Таблицы приборов, испытаний

Для коммутационных узлов и станций, информация о которых содержится в этих базах СОТСБИ, данные о поддерживаемых ими протоколах сигнализации являются наиболее объективной оценкой технического уровня адаптации коммутационного оборудования к условиям работы в сети связи страны. Для тех же, кто продолжает разрабатывать рассматриваемые в книге протоколы сигнализации, могут оказаться полезными и дополняющие СОТСБИ базы данных серий К (консультации) и серии Э (энциклопедии), приведенные в таблицах 11.5. и 11.6, соответственно.

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 взаимных претензий и драматизма проблем стыковки новых систем коммутации с действующей сетью.

Таблица 11.5 Семейство баз данных К

Серия К баз данных консалтинговых документов: технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы телекоммуникационных протоколов	
К100	ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИЙ. 1BCK (Норка), 1BCK (индуктивный код), 2BCK, R2, E-DSS1, OKC7 (USUP 1994), OKC7 (USUP 2001), H.323, SIP, UNI 3.x, 4.x, PNNI, B-ISUP, B-ICI. Общие принципы построения взаимодействия систем сигнализации. Технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы. Нормативные документы Министерства информационных технологий и связи России. Международные рекомендации
К110	ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ВЕДОМСТВЕННЫХ СЕТЯХ. Сигнализация по трехпроводным аналоговым соединительным линиям при исходящем местном вызове (СЛ, ЗСЛ), входящем местном вызове и при входящем междугородном вызове. Сигнализация по четырехпроводным соединительным линиям на частотах 2600 Гц, 2100 Гц или 1600 Гц. Двухчастотная сигнализация 600/750 Гц. Двухчастотная сигнализация 1200/1600 Гц. Сигнализация по двухпроводным двунаправленным абонентским линиям между АТС и УАТС. Технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы
К120	ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ НА СЕЛЬСКИХ СЕТЯХ. Сигнализация по 1 BCK (Норка) при исходящем местном вызове (СЛ, ЗСЛ), входящем местном вызове и при входящем междугородном вызове в цифровых системах передачи ИКМ-15, ИКМ-30 или оборудование передачи с частотным разделением каналов. Сигнализация по 1 BCK (индуктивный код) по двусторонним или односторонним универсальным СЛ в цифровых и аналоговых системах. Сигнализация по 2 BCK двусторонних универсальных СЛ (по выделенному сигнальному каналу на частоте 3825 Гц (F1) и по сигнальному каналу в разговорном спектре на частоте 2600 Гц (F2)). Технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы. Сценарии взаимодействия систем сигнализации 1BCK (Норка) и OKC7 (ISUP-R); 1BCK (индуктивный код) и OKC7 (ISUP-R); 2BCK универсальный и OKC7 (ISUP-R); 1BCK (Норка) и E-DSS1; 1BCK (индуктивный код) и E-DSS1
К130	ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ГОРОДСКИХ СЕТЯХ. Сигнализация по 2BCK при исходящем местном вызове (СЛ, ЗСЛ), входящем местном вызове и при входящем междугородном вызове в цифровых и аналоговых системах. Сигнализация по трехпроводным аналоговым соединительным линиям при исходящем местном вызове (СЛ, ЗСЛ), входящем местном вызове и при входящем междугородном вызове. Технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы. Сценарии взаимодействия систем сигнализации 2BCK и OKC7 (ISUP-R); 2BCK и E-DSS1

Окончание таблицы 11.5

Серия К баз данных консалтинговых документов: технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы телекоммуникационных протоколов	
K140	ЛИНЕЙНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ВНУТРИЗОНОВЫХ СЕТЯХ. Одночастотная система сигнализации 2600 Гц в спектре разговорного канала по исходящим соединительным линиям (ЗСЛ). Одночастотная система сигнализации 2600 Гц в спектре разговорного канала по входящим соединительным линиям (СЛМ). Двухчастотная система сигнализации 1200/1600 Гц для междугородней телефонной сети. Одночастотная сигнализация на частоте 1600 Гц или 2100 Гц для автоматической и полуавтоматической внутризонавой связи. Технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы. Сценарии взаимодействия цифровой АТС с узлом спецслужб и АМТС при трансляции второго информационного сигнала
K150	РЕГИСТРОВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ НА ВЕДОМСТВЕННЫХ, МЕСТНЫХ И ВНУТРИЗОНОВЫХ СЕТЯХ. Многочастотная регистровая сигнализация «импульсный челнок» кодом «2 из 6», многочастотная регистровая сигнализация «импульсный пакет» кодом «2 из 6» для СЛ с электромеханическими станциями, многочастотная регистровая сигнализация «импульсный пакет» кодом «2 из 6» для с программным управлением. Прием запроса АОН и передача категории и номера вызывающего абонента многочастотным способом «безынтервальный пакет»; передача запроса АОН и прием категории и номера вызывающего абонента; процедура отслеживания и идентификации злонамеренных вызовов. Технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы

Таблица 11.6 Семейство баз данных Э

Серия Э баз данных энциклопедий новых телекоммуникационных технологий: консалтинговых документов, рефератов ITU-T, ETSI, ATM-F, IETF, технических спецификаций и рекомендаций, соответствующих подборок материалов и публикаций	
3510	ЕСЭ. Краткие определения основных терминов, используемых на ЕСЭ РФ. Принципы построения, варианты включения телекоммуникационного оборудования. Протоколы, интерфейсы. РД ОГСТФС. Рефераты по рекомендациям ITU-T и ETSI. Технические описания и спецификации, сценарии
3520	IP-ТЕЛЕФОНИЯ. Краткие определения основных терминов, используемых при разработке, стандартизации и сертификации оборудования IP-телефонии. Спецификации H.323. Протоколы SIP. Эволюция MEGACO. Частные решения. Качество обслуживания QoS. Рефераты по RFC и рекомендациям ITU-T. Нормативные документы. Технические описания и спецификации, сценарии. Принципы включения в сеть общего пользования. Решения задач взаимодействия с ТФОП с помощью программных коммутаторов
3530	АТМ. Краткие определения основных терминов, используемых при разработке, стандартизации и сертификации оборудования АТМ. Спецификации АТМ форума. Протоколы, интерфейсы. Частные решения. Рефераты по RFC и рекомендациям ITU-T. Нормативные документы Министерства информационных технологий и связи России. Технические описания и спецификации, сценарии. Принципы включения в сеть общего пользования. Решения задач взаимодействия с ТФОП с помощью программных коммутаторов

Окончание таблицы 11.6

Серия Э баз данных энциклопедий новых телекоммуникационных технологий: консалтинговых документов, рефератов ITU-T, ETSI, ATM-F, IETF, технических спецификаций и рекомендаций, соответствующих подборок материалов и публикаций	
Э540	ОБЩЕКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ-7. Описание системы ОКС7. Технические описания и спецификации, сценарии и SDL-диаграммы. Сценарии взаимодействия систем: ОКС-7 и 1ВСК «норка+декадный код», ОКС7 и 1ВСК «норка+импульсный челнок», ОКС-7 (ISUP) и 2ВСК «импульсный челнок», ОКС7 (ISUP) + 1ВСК «индуктивный код», ОКС7 (ISUP) и 2ВСК «декадный код», E-DSS1 и ОКС7 (ISUP)
Э550	ЦИФРОВАЯ АБОНЕНТСКАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ DSS-1. Описание протокола DSS-1. Краткие определения основных терминов и услуг, используемых при разработке, стандартизации и сертификации оборудования, поддерживающего систему сигнализации DSS-1. Термины ISDN. Спецификации DSS-1. Сценарии взаимодействия DSS-1 с 1ВСК, 2ВСК, ОКС7. Рекомендации Международного Союза Электросвязи (ITU-T). Стандарты Европейского института стандартизации телекоммуникаций (ETSI). Нормативные документы
Э560	ПРОТОКОЛ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПАТС QSIG. Описание протокола QSIG. Краткие определения основных терминов и услуг, используемых при разработке, стандартизации и сертификации оборудования, поддерживающего систему сигнализации QSIG. Термины ISDN. Спецификации QSIG. Сценарии взаимодействия DSS-1 с 1ВСК, 2ВСК, ОКС7. Рекомендации Международного Союза Электросвязи. Стандарты Европейского института стандартизации телекоммуникаций (ETSI). Стандарты Европейской ассоциации производителей компьютеров (ЕСМА). Нормативные документы
Э570	ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. Краткие определения основных терминов, используемых при защите информации. Система обеспечения защиты информации на БСС РФ. Защита от несанкционированного доступа. Криптография. Государственные отраслевые стандарты (ГОСТ). Законы Российской Федерации, Федеральные законы. Нормативные документы
Э580	ОТКРЫТЫЙ ИНТЕРФЕЙС V5. Описание интерфейса V5. Краткие определения основных терминов, используемых при разработке, стандартизации и сертификации оборудования, поддерживающего интерфейс V5. Термины ISDN. Рекомендации Международного Союза Электросвязи (ITU-T). Стандарты Европейского института стандартизации телекоммуникаций (ETSI). Нормативные документы
Э590	СОРМ. Описание протокола X.25. Краткие определения основных терминов и услуг, используемых при разработке и сертификации оборудования реализующего функции СОРМ. Команды СОРМ. Нормативные документы

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., Копп М.Ф., Лившиц Б.С., Подвидз М.М. Городские координатные автоматические телефонные станции и подстанции. М.: Связь, 1971.
2. Аваков Р.А., Лившиц Б.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., Брунина 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., Шнепс 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., Прыткова 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. Гантер Р. Методы управления проектированием программного обеспечения. М.: Мир, 1981.
27. Голубев А.Н., Иванов Ю.П., Левин Л.С. Аппаратура ИКМ-30А. Под ред. Иванова Ю.П. и Левина Л.С. М.: Радио и связь, 1983.
28. Голубев А.Н., Лутов 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. Гурин А.С., Дроздов Л.В., Могилевский М.М. Телефония. Воениздат, 1963.
38. Гюнтер И., Сиверс 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., Романцов В.М. Автоматическая междугородная телефонная связь. М.: Радио и связь, 1984.
48. Захаров Г.П., 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., Фалуниин 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. Копп М.Ф. Автоматические телефонные станции декадно-шаговой системы завода «Красная заря» (ГАТС-47). Одесса, 1949.
59. Копп 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 Б.С., Григорьев Г.Л. Основы телефонии и телефонные станции сельской и междугородной связи. М.: Связь, 1966.
65. Лившиц Б.С., Мельников К.П., Фролова А.А. Расчет числа приборов АТС К-100/2000. М.: Связь, 1968.
66. Лившиц Б.С., Новиков Г.А., Фарафонов Л.С. Сельские автоматические телефонные станции. М.: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1958.
67. Лившиц Б.С., Фидлин Я.В., Харкевич А.Д. Теория телефонных и телеграфных сообщений. Массовое обслуживание. Потoki. Теория очередей. Информационные сети. Моделирование. Коммутация. М.: Связь, 1971.
68. Лившиц Б.С., Ханин Г.Б., Семенов И.И. Сельские АТС. М.: Связь, 1975.
69. Лийк Р.Б., Ройтенберг 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., Елекоева 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 ARM-20. ЛЭИС, 1976.
83. Прагер Э., Трика Я. Электронные телефонные станции. Перев. с чешск. 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. Самуйлов К.Е. Система сигнализации №7 - ключевой элемент современных цифровых сетей связи. Сети, 1996. — №11.
89. Соколов Н.А. Телекоммуникационные сети. Монография в 4-х главах. — М: Альварес Пабблишинг, 2004.
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. Фарафонов Л.С., Волкова К.И., Кобленц 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 B.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.
106. 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*. In-

- formation 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. Holzmann. *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 Q.761. Geneva, 1993.
 116. ITU-T: Specification and Description Language. Recommendation Z.100. 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 Garry 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 Jersaj, 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.
130. Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Перле Р.Д. *Интеллектуальные сети. Радио и связь*, 2000.
131. Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Перле Р.Д. *Стек протоколов ОКС7. Подсистема МТР. Справочник*. – М.: Радио и связь, 2003.
132. Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Перле Р.Д. *Стек протоколов ОКС7. Подсистема ISUP. Справочник*. – М.: Радио и связь, 2003.
133. Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Перле Р.Д. *Стек протоколов ОКС7. Подсистема SCCP. Справочник*. – М.: Радио и связь, 2003.
134. Гольштейн Б.С. *Системы коммутации. Учебник для вузов*. СПб: БХВ-2004.
135. Гольштейн Б.С. *Протоколы сети доступа. Том 2*. СПб: БХВ-2005.



Б.С. Гольдштейн – автор более 220 печатных работ в области инфокоммуникаций. Его перу принадлежат, в частности, книги «Протоколы сетей доступа», «*Evolution of Telecommunication Protocols*», «Системы коммутации» и др. Будучи заведующим кафедрой телефонии СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича и заместителем директора ЛОНИИС по научной работе, руководит разработками систем и средств перспективных телекоммуникационных технологий. В 1982 г. защитил кандидатскую диссертацию «Исследование и разработка телефонной операционной системы электронного узла коммутации», а в 1994 г. – докторскую диссертацию «Численные методы анализа и проектирования программного обеспечения систем коммутации», академик МАС и МАИ, «Мастер связи», лауреат премии

Birmingham Torch Award, член IEEE.

Гольдштейн Борис Соломонович
СИГНАЛИЗАЦИЯ В СЕТЯХ СВЯЗИ
Том 1
4-е издание

ИБ № 3004 ЛР № 065953 от 15.08.98

Подписано в печать 08.07.2005

Формат 70×100¹/₈.

Бумага офсетная.

Гарнитура прагматика. Печать офсетная.

Объем 28 печ. л.

Тираж 6000 (I - 3000) экз. Зак №

Издательство «БХВ — Санкт-Петербург»

190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., д. 29

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП «Типография «Наука»
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

Б.С. Гольдштейн

Сигнализация в сетях связи

Смена поколений узлов коммутации самым непосредственным образом связана с эволюцией систем сигнализации в сетях связи. Тем не менее инерционность этой эволюции объективно следует из необходимости поддержки нового телекоммуникационного протокола как минимум обеими сторонами межстанционной связи, что, в свою очередь, заставляет поддерживать и менее современные и, подчас, экзотические системы сигнализации. Такие системы пока еще живут и работают, обеспечивая обслуживание телефонных вызовов в России, в СНГ, да и во многих других странах. Судя по всему, именно этот факт, вместе с очевидной необходимостью обеспечить взаимодействие старых систем сигнализации с новыми, вызвал интерес читателей к трем первым изданиям книги. Теперь издательство предлагает их вниманию четвертое, переработанное и дополненное издание.



Книга почтой
196240, Санкт-Петербург, а/я 277
Факс: (812) 389 29 72
E-mail: nio1@niits.ru
www.niits.ru

ISBN 5-8206-0116-5



9 785820 601163