

Б.С. Гольдштейн

СН

СИГНАЛИЗАЦИЯ В СЕТЯХ

СВЯЗИ

Б. С. Гольдштейн

СИГНАЛИЗАЦИЯ В СЕТЯХ СВЯЗИ

Том 1

4-е издание

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2014

УДК 621.395.34

Г63

ББК 32.881

Гольдштейн Б. С.

Г63 Сигнализация в сетях связи. Том 1. — 4-е издание — СПб.:
БХВ-Петербург, 2014. — 448 с.: ил.
ISBN 978-5-9775-3390-4

4-е издание монографии «Сигнализация в сетях связи», вышедшей в 1997, 1998 и 2001 г.г. посвящено протоколам сигнализации Взаимоуязвленной 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 ориентированны 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

ISBN 978-5-9775-3390-4

© Гольдштейн Борис Соломонович, 2005, 2014

Издательство «БХВ-Петербург», 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29

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 внутрizonовой 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 общеканальной 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 SССР	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 SССР	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 международные системы сигнализации, включая упомянутые выше R1 и R2, представляются также отнюдь не бесполезными для читателя. Интерес к этим протоколам обусловлен не только и не столько тем, что они иногда встречаются в российских сетях, а преемственностью технических идей, сходством путей эволюции протоколов сигнализации и очевидной эффективностью их международной унификации.

Наиболее объемистая глава 10 относится уже к другому поколению протоколов – к общекабельной 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 пронизательными 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 объёму 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, застало автора 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 рассматриваемого в томе 1 стека протоколов ОКС7;

- «*IP-телефония*» (2001 и 2003 г.), 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, rреpaid-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 упомянутым 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 OKC7, 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 OKC7 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 передал 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.

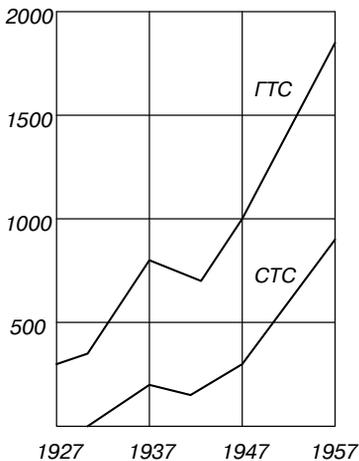


Рис. 1.1 Рост номерной емкости местных телефонных сетей

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 монтированная 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.

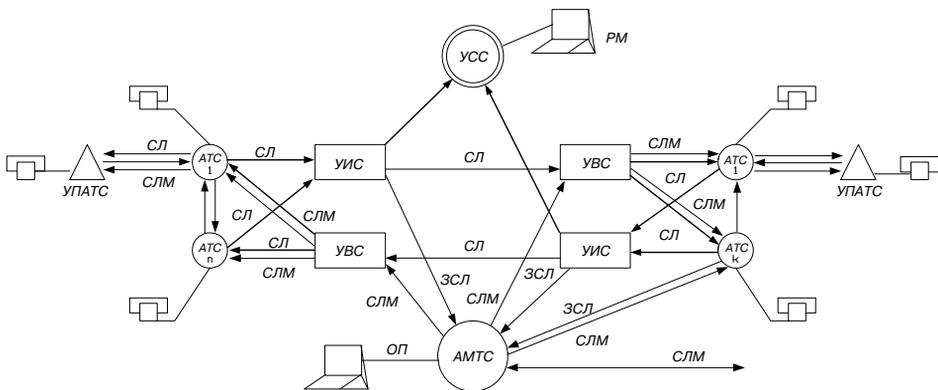


Рис. 1.2 Типовая структура ГТС большой емкости

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 сигнализацию.

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 индивидуально 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 потребуется.

Системы сигнализации первых двух классов разработаны для применения в сетях со старыми технологиями, в которых коммутационные узлы и станции являются, в основном, аналоговыми и используют принцип замонтированной программы. Не только российские телефонные сети, но и большинство национальных сетей электросвязи во всем мире до сих пор 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.

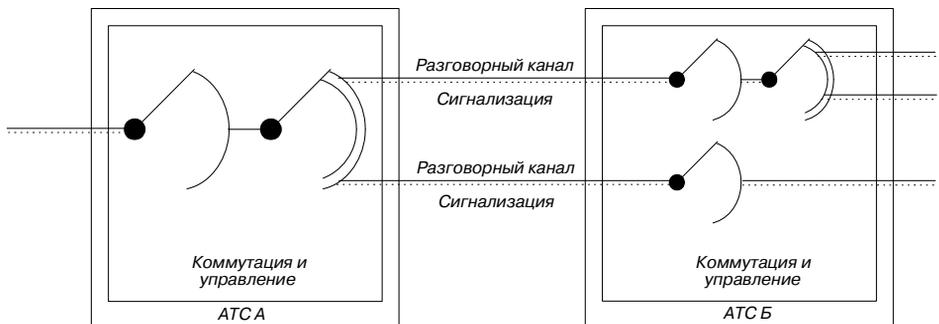


Рис. 1.3 Упрощенное представление способов сигнализации непосредственно по телефонному каналу

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

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

При шлейфном способе, в отличие от батарейного, сигналы передаются 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.

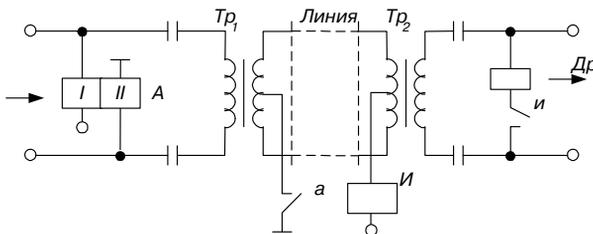


Рис. 1.4 Передача сигналов гальваническим способом

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.

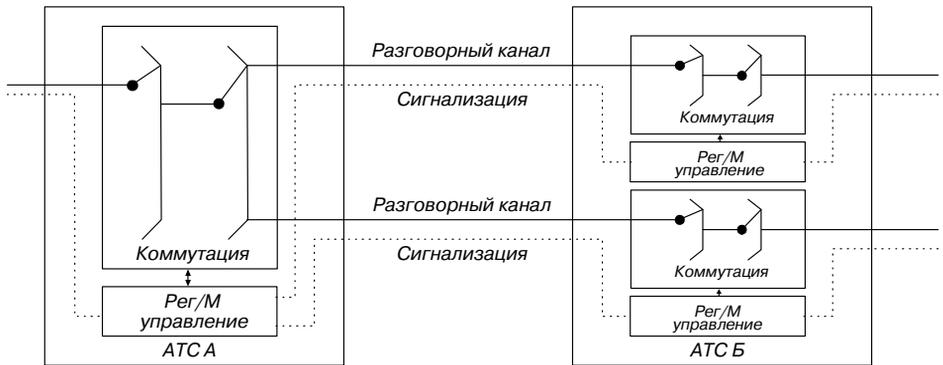


Рис. 1.5 Упрощенное представление сигнализации по выделенному сигнальному каналу (ВСК) с раздельными блоками коммутации и управления

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).

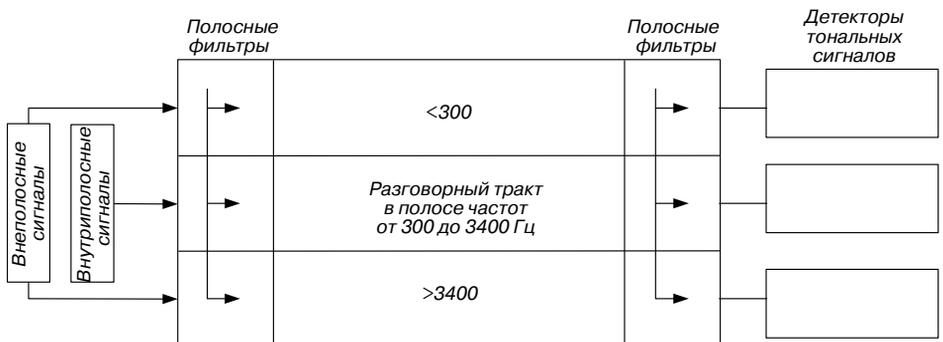


Рис. 1.6 Внутриполосная и внеполосная сигнализация токами тональных частот

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 содержимое 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-

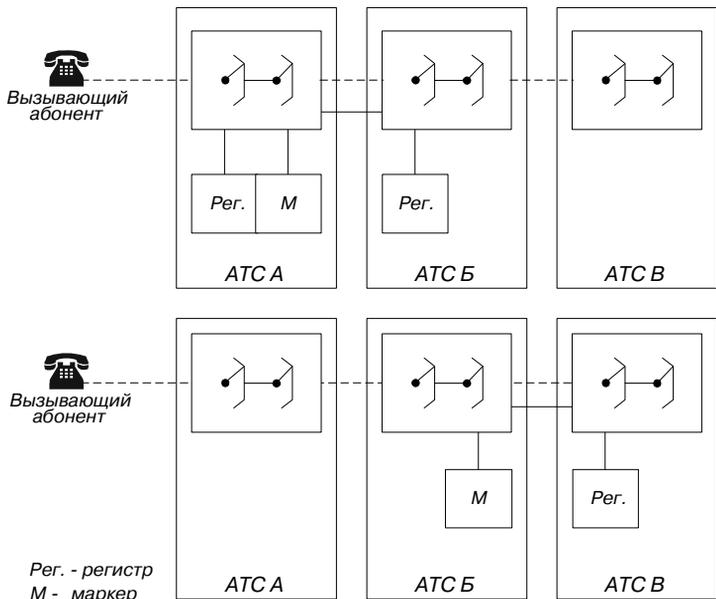


Рис. 1.7 Эстафетная сигнализация от станции А к станции Б и от станции Б к станции В

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) задействуется на все время установления соединения, а маркер станции вызывающего абонента (M) посылает на следующую станцию только информацию, необходимую для маршрутизации вызова. За-

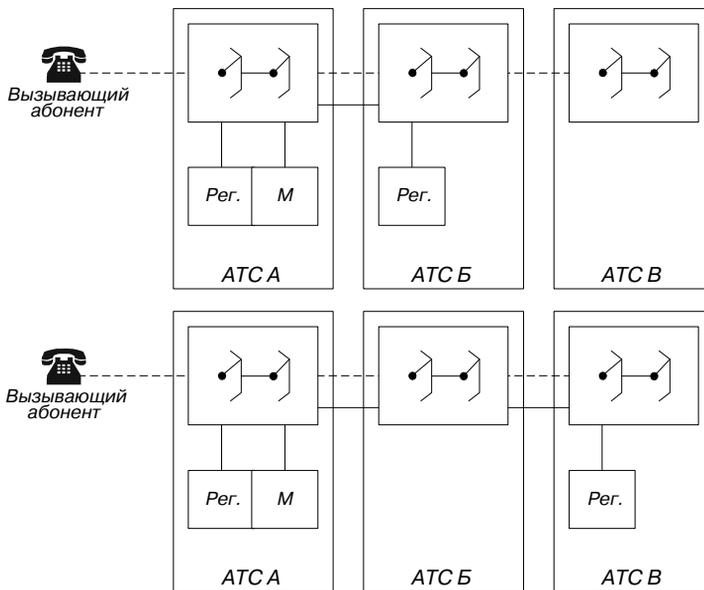


Рис. 1.8 Сквозная сигнализация от станции А к станции Б и от станции А к станции В

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.

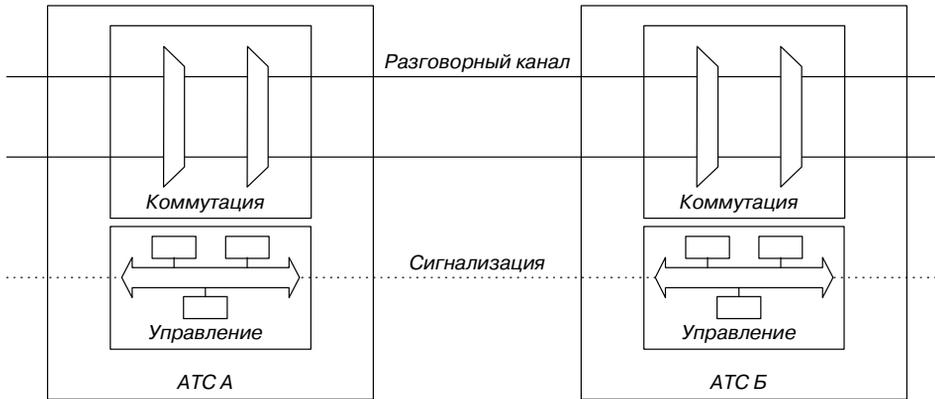


Рис. 1.9 Упрощенное представление общеканальной сигнализации

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-

моу связанной 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 Взаимовязанную 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-

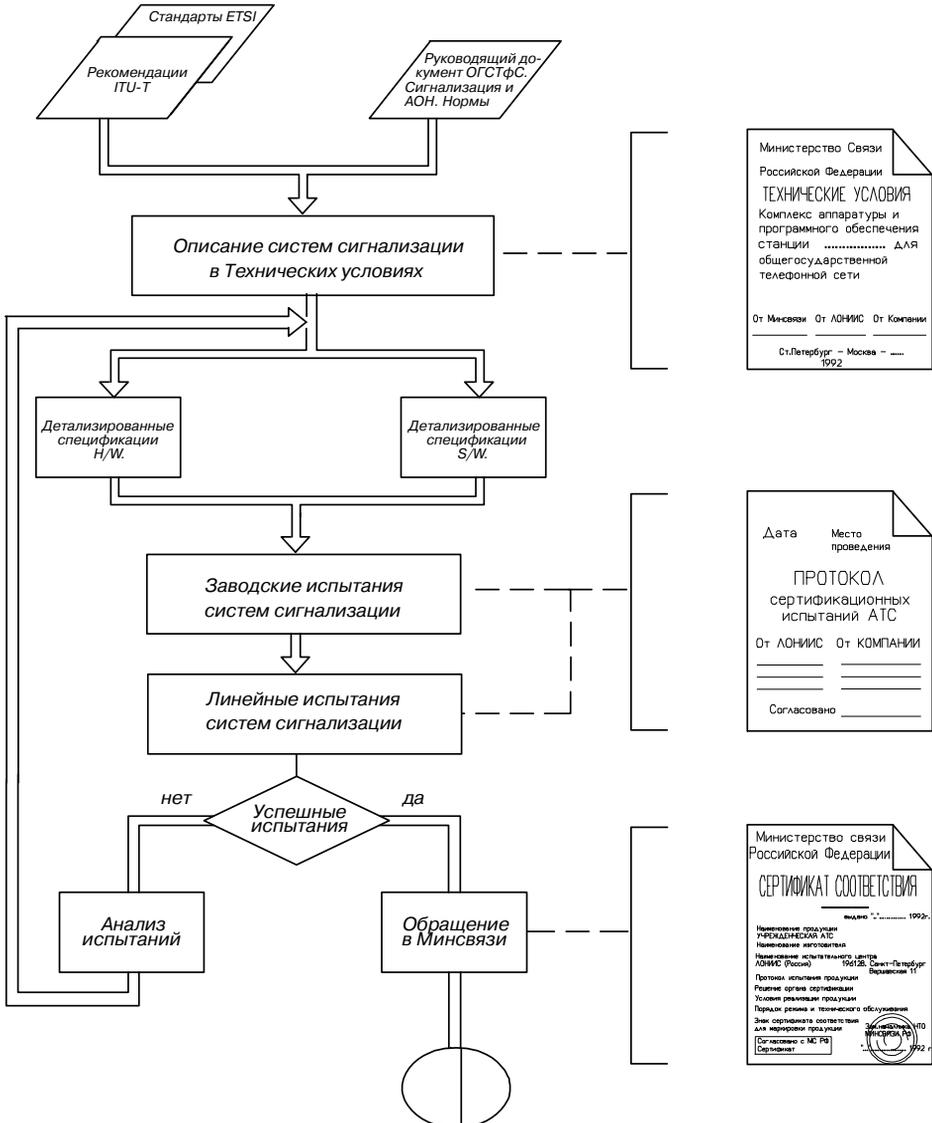


Рис. 1.10 Упрощенная схема процедуры адаптации коммутационного оборудования

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-