

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное
образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

А. В. Зимин
В. В. Фицов
В. Ю. Гойхман

**СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ.
ЦИФРОВАЯ АБОНЕНТСКАЯ
СИГНАЛИЗАЦИЯ DSS1 СЕТИ ISDN**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

СПб ГУТ)))

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2012**

УДК 621.395.74(075.8)

ББК 32.882я73

3 62

Рецензенты:

доктор технических наук,
главный научный сотрудник ЛО ЦНИИС

Н. А. Соколов,

кандидат технических наук,
технический директор НТЦ «Севент»

И. М. Ехриель

Утверждено

*редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

3 62 **Зимин, А. В.**

Системы коммутации. Цифровая абонентская сигнализация DSS1 сети ISDN : учебное пособие / А. В. Зимин, В. В. Фицов, В. Ю. Гойхман – СПб. : Изд-во СПбГУТ, 2012. – 52 с.

Содержит учебный материал по системе цифровой абонентской сигнализации DSS1 сети ISDN. Сигнализация изучается на базе интерактивного обучающего комплекса телекоммуникационных технологий и протоколов COTСБИ-У. Рассматриваются аспекты тестирования с помощью платформы SNTlite. Материал представлен в виде теоретической и практической частей, включает в себя планы проведения практических и лабораторных занятий и интерактивный курс обучения.

Предназначено для подготовки бакалавров и магистров техники и технологии и дипломированных специалистов по направлениям (специальностям): 210406.65 «Сети связи и системы коммутации», 230105.65 «Основы ТДМ и IP телефонии» и 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

УДК 621.395.74(075.8)

ББК 32.882я73

© Зимин А. В., Фицов В. В., Гойхман В. Ю., 2012
© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень сокращений.....	4
1. СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ DSS1.....	7
1.1. Общие сведения.....	7
1.2. Цифровые абонентские линии ISDN.....	9
1.3. Интерфейсы в опорных точках.....	10
1.4. Пользовательский доступ ISDN.....	11
1.5. Физический уровень протокола DSS-1.....	12
1.6. Уровень LAPD.....	16
1.7. Протокол DSS-1 сетевой уровень.....	29
1.8. Тестирование протокола цифровой абонентской сигнализации DSS1.....	41
2. ИНТЕРАКТИВНЫЙ ЛАБОРАТОРНО-УЧЕБНЫЙ КЛАСС ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОТОКОЛОВ СОТСБИ-У.....	43
2.1. Принципы построения интерактивного учебного комплекса.....	43
2.2. Описание лабораторно-учебного комплекса СОТСБИ-У.....	43
2.3. Этапы проведения занятий.....	44
2.4. Особенности ИТ-образования на базе СОТСБИ-У.....	48
2.5. Описание лабораторной установки СОТСБИ-У.....	48
Список литературы.....	51

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

E1	Цифровой тракт передачи со скоростью 2,048 Мбит/с (европейский стандарт)
FSN	Forward Sequence Number. Порядковый номер передаваемой сигнальной единицы
GRA	Circuit group reset Acknowledgement. Сообщение ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ВОЗВРАТА ГРУППЫ КАНАЛОВ В ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ
GRS	Circuit group reset. Сообщение ВОЗВРАТ ГРУППЫ КАНАЛОВ В ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ
HOLD	Call hold. Услуга УДЕРЖАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ
IAM	Initial address message. НАЧАЛЬНОЕ АДРЕСНОЕ СООБЩЕНИЕ
IDR	Identification Request Message. Сообщение ЗАПРОС ИДЕНТИФИКАЦИИ
INF	Information. Сообщение ИНФОРМАЦИЯ
INR	Information Request. Сообщение ЗАПРОС ИНФОРМАЦИИ
IRS	Identification Response Message. Сообщение ОТВЕТ НА ЗАПРОС ИДЕНТИФИКАЦИИ
ISDN	Integrated Services Digital Network. Цифровая сеть интегрального обслуживания
DSS1	Digital Subscriber Signaling 1. Протокол цифровой абонентской сигнализации 1
ITU-T	International Telecommunications Union Standardization Sector. Сектор Международного союза электросвязи, занимающийся стандартизацией в сфере телекоммуникаций
LAPD	Link Access Protocol of Channel D. Протокол доступа к линии связи для D-канала
LI	Length Indicator. Индикатор длины
LOP	Loop Prevention. Сообщение ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЗАЦИКЛИВАНИЯ
MSC	Message Sequence Charts. Диаграммы последовательности сообщений
MTP	Message Transfer Part. Подсистема переноса сообщений
NGN	Next Generation Network. Сеть следующего поколения
OSI	Open Systems Interconnection basic reference model. Модель взаимодействия открытых систем
OPC	Originating point code. Код исходящего пункта сигнализации
Overlap	Режим передачи номера с перекрытием

P2PE	Peer-to-Peer Education. Обучение «точка-точка»
R1.5	Неофициальное название российских методов сигнализации кодом «2 из 6» совместно с сигнализацией 2ВСК, созданных на базе систем сигнализации R1 и R2
REL	Release. Сообщение РАЗЪЕДИНЕНИЕ
RES	Resume. Сообщение ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СВЯЗИ
RLC	Release Complete. Сообщение РАЗЪЕДИНЕНИЕ ЗАВЕРШЕНО
RNG	Ringng send. Сообщение ПОСЫЛКА ВЫЗОВА
RSC	Reset circuit. Сообщение ВОЗВРАТ КАНАЛА В ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ
SAPI	Service Access Point Identifier. Идентификатор точки доступа к услугам
SAM	Subsequent Address message. ПОСЛЕДУЮЩЕЕ АДРЕСНОЕ СООБЩЕНИЕ
SIF	Signalling Information Field. Поле сигнальной информации
SIO	Signalling Information Octet. Байт служебной информации
SCCP	Signalling Connection Control Part. Подсистема управления сигнальными соединениями
SDL	Specification and Description Language. Язык спецификаций и описаний
SLS	Signaling link selection. Поле выбора сигнального звена
SGM	Segmentation Message. Сообщение СЕГМЕНТИРОВАНИЕ
SNT	Signaling network testing. Платформа тестового оборудования систем и сетей сигнализации
SNTlite	Протокол-тестер ЕСЭ Российской Федерации
SUB	Subaddressing. Услуга ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ АДРЕСАЦИЯ
SUS	Suspend. Сообщение ПРЕРЫВАНИЕ СВЯЗИ
TE	Terminal Equipment. Терминальное устройство
TEI	Terminal Equipment Identifier. Идентификатор терминала
TP	Terminal portability. Услуга ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕНОСА ТЕРМИНАЛА
UBA	Unblock Acknowledgement. Сообщение ПОДТВЕРЖДЕНИЕ РАЗБЛОКИРОВКИ
UBL	Unblocking. Сообщение РАЗБЛОКИРОВКА
UPA	User Part Available Message. Сообщение ПОДСИСТЕМА-ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ ДОСТУПНА
UPT	User Part Test Message. Сообщение ТЕСТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

USR	User-to-User Information Message. Сообщение ИНФОРМАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ
UUS	User-to-user signaling. Сигнализация ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ
VoIP	Voice-over-IP (IP-телефония). Система, обеспечивающая передачу речевого сигнала по IP-сетям
АОН	Автоматическое определение номера
АТС	Автоматическая телефонная станция
ЕСЭ РФ	Единая сеть электросвязи Российской Федерации
ИКМ	Импульсно-кодовая модуляция
ОКС7	SS7, Signaling system 7. Общеканальная система сигнализации 7
ОП	Обязательный переменный
ОФ	Обязательный фиксированный
СОТСБИ	Сертифицированное оборудование телекоммуникационных сетей – Банк информации
ССОП	Сеть связи общего пользования
ТфОП	Телефонная сеть общего пользования
УПАТС	Учрежденческо-производственная автоматическая телефонная станция
УСС	Узел справочных служб. Узел местной телефонной сети, обеспечивающий автоматическое установление соединений от оконечных станций и транзитных узлов к информационно-справочным и экстренным службам
ЦОВ	Центр обслуживания вызовов
ЦСП	Цифровая система передачи

1. СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ DSS1

1.1. Общие сведения

Разработанный ITU-T протокол цифровой абонентской сигнализации 1 (DSS-1 – Digital Subscriber Signaling 1) между пользователем ISDN и сетью ориентирован на передачу сигнальных сообщений через интерфейс «пользователь-сеть» по D-каналу этого интерфейса. Международный союз электросвязи (ITU-T) определяет канал D в двух вариантах:

- а) канал 16 кбит/с, используемый для управления коммутируемыми связями по двум В-каналам;
- б) канал 64 кбит/с, используемый для управления коммутируемыми связями по нескольким (до 30) В-каналам.

Концепции общеканальной сигнализации протоколов DSS-1 и ОКС-7 весьма близки, но эти две системы были специфицированы в разное время и разными Исследовательскими комиссиями ITU-T, а потому используют различную терминологию. На рис. 1.1 показан узел коммутации ISDN, звено сигнализации ОКС7, оборудование пользователя ISDN и D-канал в интерфейсе «пользователь – сеть». Функции D-канала сходны с функциями звена сигнализации ОКС-7. Информационные блоки в D-канале, называемые кадрами, аналогичны сигнальным единицам (SU) в системе ОКС7.

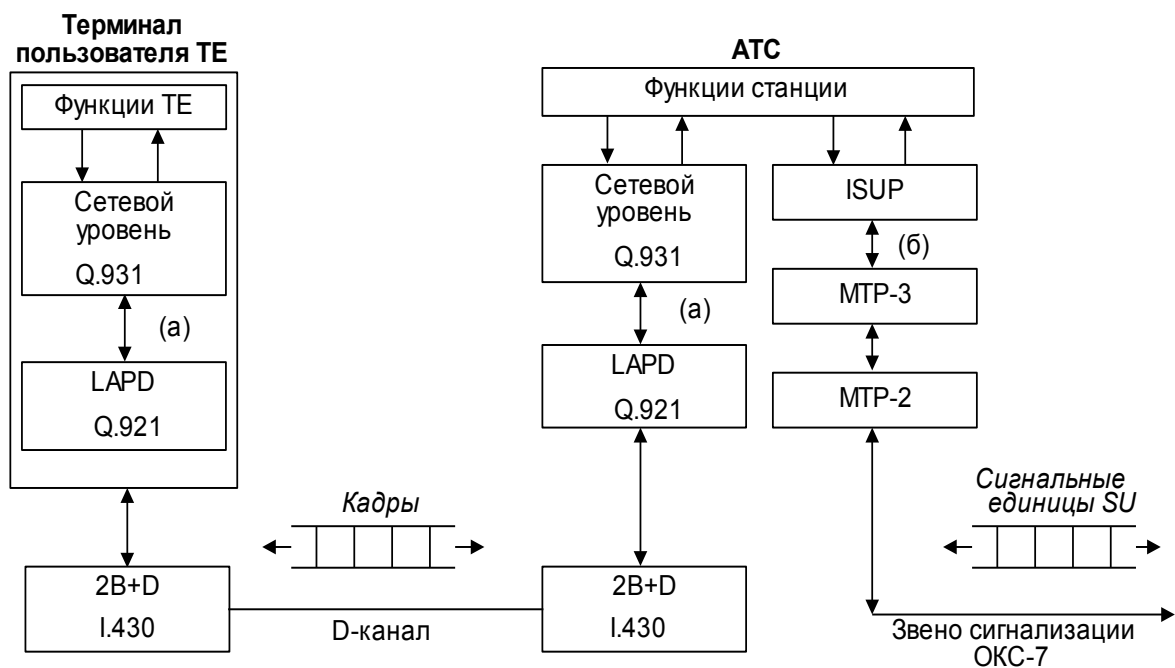


Рис. 1.1. Функциональные объекты протоколов DSS1 и ОКС7:
а – примитивы DSS1; б – примитивы ОКС7

Архитектура протокола DSS1 разработана на основе семиуровневой модели взаимодействия открытых систем (модели OSI) и соответствует ее первым трем уровням.

Уровень 1 (физический уровень) протокола DSS-1 содержит функции формирования каналов В и D, определяет электрические, функциональные, механические и процедурные характеристики доступа и предоставляет физическое соединение для передачи сообщений, создаваемых уровнями 2 и 3 канала D.

К функциям уровня 1 относятся:

- подключение пользовательских терминалов ТЕ к шине S-интерфейса с доступом к каналам В и D;
- подача электропитания от АТС для обеспечения телефонной связи в случае отказа местного питания;
- обеспечение работы в режиме «точка-точка» и в многоточечном вещательном режиме.

Уровень 2 звена, известный также под названием LAPD (link access protocol for D-channels), обеспечивает использование D-канала для двустороннего обмена данными при взаимодействии процессов в терминальном оборудовании ТЕ с процессами в сетевом окончании NT. Протоколы уровня 2 предусматривают мультиплексирование и цикловую синхронизацию для каждого логического звена связи, поскольку уровень 2 обеспечивает управление сразу несколькими соединениями звена в канале D. Кроме того, функции уровня 2 включают в себя управление последовательностью передачи для сохранения очередности следования сообщений через соединение звена, а также обнаружение и исправление ошибок в этих сообщениях.

Уровень 3 (сетевой уровень) предполагает использование следующих протоколов:

- протокол сигнализации, определенный в рекомендации I.451 или Q.931 (эти две рекомендации идентичны). В этом случае SAPI = 0, а протокол сигнализации используется для установления и разрушения базовых соединений, а также для предоставления дополнительных услуг;
- протокол передачи данных в пакетном режиме, определенный в рекомендации X.25. В этом случае SAPI = 16;
- другие протоколы, которые могут быть определены в будущем. В этих случаях для SAPI всякий раз будет устанавливаться соответствующее данному протоколу значение.

Протокол сигнализации Q.931 (уровень 3) определяет смысл и содержание сигнальных сообщений и логическую последовательность событий, происходящих при создании, в процессе существования и при разрушении коммутируемых связей. Функции уровня 3 обеспечивают управление базовым соединением и дополнительными услугами, а также некоторые дополнительные к уровню 2 транспортные возможности. Примером таких дополнительных транспортных возможностей является опция перенаправления сигнальных сообщений на альтернативный D-канал (если это предусмотрено) в случае отказа основного D-канала.

1.2. Цифровые абонентские линии ISDN

Основная ориентация цифровых абонентских линий ISDN – базовый доступ по двум В-каналам и одному D-каналу. ITU-T произвольно определил следующие функциональные группы абонентских устройств ISDN (рис. 1.2):

TE1 – терминал ISDN, TE2 – несовместимый с ISDN терминал, ТА – терминальный адаптер для подключения несовместимых с ISDN терминалов, NT1 – сетевое окончание уровня 1, NT2 – сетевое окончание уровней 2, 3.

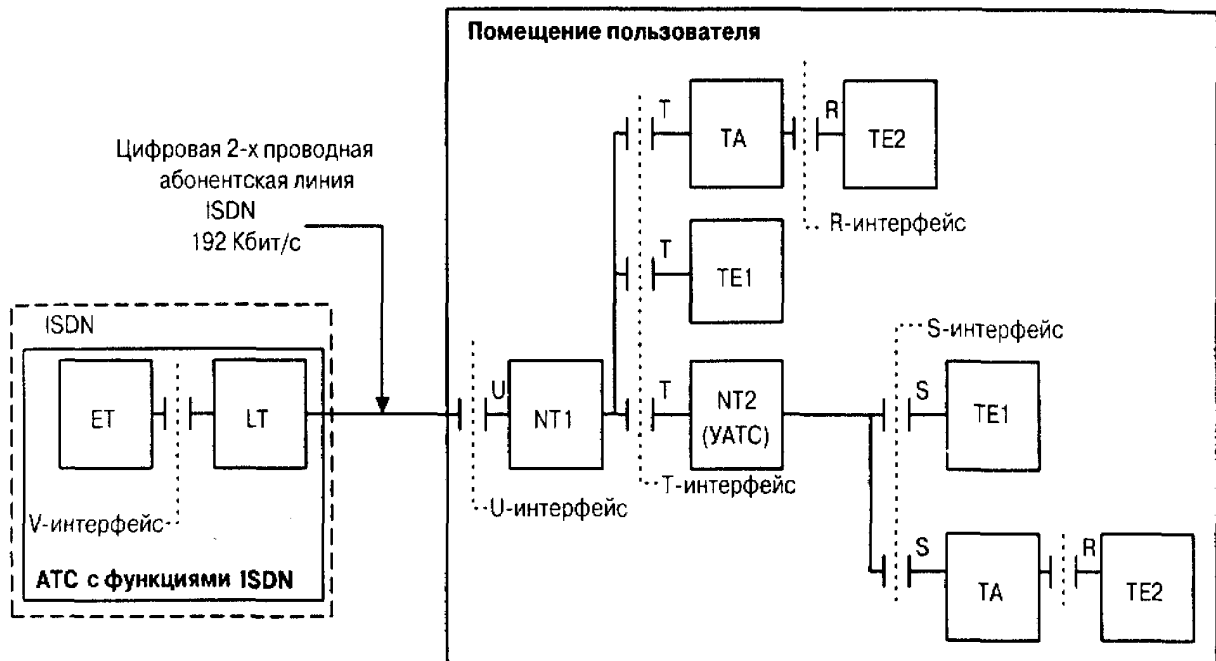


Рис. 1.2. Абонентское оборудование и интерфейсы ISDN

Терминалы TE-1 полностью совместимы со стандартами ISDN и подключаются к этой сети через четырехпроводный интерфейс, в котором по принципу временного разделения организованы 3 канала, обозначаемые как В, В, D (или 2В + D). Такой интерфейс называется базовым (BRI – basic rate interface). ISDN предусматривает подключение к одному интерфейсу 2В+D до 8 терминалов TE1.

Терминалы TE2 несовместимы с ISDN и требуют наличия устройства сопряжения, известного как терминальный адаптер ТА (terminal adapter). ТА преобразует сигналы других стандартов, например RS-422, EIA-232 или УЗ 5 в стандарт ISDN. Имеются ТА для подключения 25-контактных разъемов интерфейсов RS-232С, 34-контактных разъемов широкополосных модемов V.35, 15-контактных разъемов интерфейсов сетей передачи данных X.20, X.21, X.22, интерфейсов RS-449, RS-410 и т. д. Оборудование ТА может устанавливаться не только на правах внешнего модема, но и в качестве встраиваемого в TE2 слота.

Функциональный блок NT1 включает в себя основные функции сетевого окончания и обычно представляет собой настенную коробку, устанавли-

ливаемую оператором сети общего пользования. В функции NT1 входят подача питания к абонентской установке, обеспечение технического обслуживания линии и контроля рабочих характеристик, синхронизация, мультиплексирование на первом (физическом) уровне модели взаимодействия открытых систем и разрешение конфликтов доступа.

Функциональный блок NT2 выполняет функции обработки протоколов уровней 2 и 3, мультиплексирования, коммутации и концентрации, а также функции технического обслуживания и некоторые функции уровня 1. В качестве функционального блока NT2 могут выступать УАТС, локальная сеть или терминальный адаптер. Функции NT1 и NT2 могут объединяться в едином физическом оборудовании, обозначаемом просто NT.

На встречной стороне цифровой абонентской линии в АТС устанавливаются линейное окончание LT и станционное окончание ET.

1.3. Интерфейсы в опорных точках

Представленная на рис. 1.2 функциональная модель цифровой абонентской линии ISDN содержит 4 опорные точки, обозначаемые латинскими буквами R, S, T, U.

Интерфейс в точке R связывает несовместимое с ISDN оборудование TE2 с терминальным адаптером ТА. В этой точке могут функционировать синхронные и асинхронные интерфейсы, определенные, в частности, рекомендациями ITU-T серий V и X.

Интерфейс в точке S, известный как интерфейс «пользователь-сеть», соединяет ISDN-совместимое терминальное оборудование с сетевым окончанием. Этот интерфейс стандартизован по трем уровням:

- уровень 1 (рекомендация I.430);
- уровень 2 (рекомендация Q.921);
- уровень 3 (рекомендация Q.931).

Через интерфейс в точке S, когда он полностью активизирован, происходит непрерывная передача битов в обоих направлениях между NT и TE со скоростью 192 кбит/с, которые составляют два В-канала по 64 кбит/с, один D-канал 16 кбит/с и ресурс 48 кбит/с для синхронизации циклов и техобслуживания в пределах уровня 1.

Интерфейс в точке T связывает оборудование пользователя с находящимся в помещении пользователя сетевым окончанием NT1.

Строго говоря, S и T обозначают не интерфейсы, а опорные точки. Точка S является точкой подключения терминалов и адаптеров к NT2, а точка T – точкой подключения NT2 к NT1. Если функции NT2 отсутствуют, эти точки совпадают. Если функции NT2 присутствуют, интерфейсы в обеих точках могут быть идентичны на уровнях 1 и 2. Тем не менее, на уровне 3 они могут различаться в связи с тем, что протоколы сигнализации для интерфейса S являются, как правило, протоколами частной (ведомственной) сети, в то время как в интерфейсе T действуют протоколы сети общего пользования.

Интерфейс в точке U является интерфейсом между оборудованием NT1 и оборудованием АТС. В документах и рабочих материалах, утвержденных Госкомсвязи РФ, в частности, в Общих технических требованиях на средства связи для подключения к ISDN, на участке U-интерфейса нормируется применение кода 2B1Q.

Опорная точка V находится между оборудованием линейного окончания (LT) на стационарном конце абонентской линии и стационарным окончанием (ET). Цель введения стандарта в этой точке – предоставление возможности совместного использования коммутационного оборудования разных производителей с различными системами абонентского доступа, включая беспроводные линии связи, а также оптико-волоконные линии и кабели с медными жилами.

1.4. Пользовательский доступ ISDN

К настоящему времени определены два вида пользовательского доступа ISDN: базовый доступ и первичный доступ. Базовый доступ предоставляет пользователю два канала 64 кбит/с, названных каналами В, и один канал 16 кбит/с, названный каналом D; общая «информационная» скорость передачи составляет 144 кбит/с. Каналы В независимы, обычно они используются для услуг коммутации каналов, полупостоянных соединений и пакетной коммутации; канал D используется только для услуг пакетной коммутации и сигнализации между пользователем и сетью. Базовый доступ 2В + D был спроектирован таким образом, чтобы ресурс передачи по существующим медным парам проводов ГТС мог давать пользователю значительно более широкий диапазон услуг, чем это возможно в аналоговой сети абонентского доступа.

Первичный доступ (доступ на первичной скорости) – это доступ на скорости передачи 2 Мбит/с, который предоставляет 30 каналов В со скоростью 64 кбит/с каждый плюс канал D со скоростью 64 кбит/с. Первичный доступ может также предоставлять каналы со скоростью 384 кбит/с, называемые каналами НО, или единственный канал на скорости 1920 кбит/с, называемый Н12. Существует также североамериканский эквивалент, называемый Н1 1 (скорость 1536 кбит/с).



Рис. 1.3. Два основных типа доступа ISDN

1.5. Физический уровень протокола DSS-1

Уровень 1 (физический уровень) интерфейса базового доступа определяется в рекомендации I.430. В базовом доступе скорость передачи на уровне 1 равна 192 кбит/с и обеспечивает формирование двух В-каналов со скоростью передачи данных 64 кбит/с и одного D-канала со скоростью передачи данных 16 кбит/с. Оставшийся ресурс скорости 48 кбит/с используется для цикловой синхронизации, байтовой синхронизации, активизации и деактивизации связи между терминалами и сетевым окончанием NT. Длина цикла составляет 48 битов, а продолжительность цикла – 250 мкс. Интерфейс в точке S перед передачей кадров должен проходить фазу активизации. Цель фазы активизации состоит в том, чтобы гарантировать синхронизацию приемников на одной стороне интерфейса и передатчиков на другой его стороне, что достигается обменом сигналами, называемыми INFO. Используются пять различных сигналов INFO.

Первый INFO 0 свидетельствует об отсутствии какого-либо активного сигнала, поступающего от приемопередатчиков S-интерфейса, и передается в том случае, если все приемопередатчики деактивизированы.

Когда терминалу TE необходимо установить соединение с сетью, он инициирует активизацию S-интерфейса путем передачи сигнала INFO 1 в направлении от TE к NT. В ответ на сигнал INFO 1 сетевое окончание NT передает в направлении к TE сигнал INFO 2. Сигнал INFO 2 соответствует циклу со всеми битами В- и D-каналов, имеющими значение 0. Циклы INFO 2 могут предусматривать передачу информации в сверхцикловых каналах, что приводит к нескольким разным формам сигнала INFO 2. Для указания незавершенной активизации интерфейса битом А, называемому битом активизации, также присваивается значение 0, а затем, когда активизация достигнута – значение 1. Каждый цикл INFO 2 содержит изменения полярности импульсов, создаваемые последним битом D-канала предыдущего цикла и битом цикловой синхронизации F текущего цикла, а также изменения полярности, вызываемые битом L.

Когда в TE достигается цикловая синхронизация, к NT передается сигнал INFO 3. В ответ на информацию о достижении синхронизации из NT передается сигнал INFO 4, который содержит данные В- и D-каналов и данные сверхциклового канала. Теперь интерфейс полностью активизирован циклами INFO 3 в направлении от TE к NT и циклами INFO 4 в направлении от NT к TE.

В том случае, когда сеть инициирует соединение с TE, т. е. активизация осуществляется в направлении от NT к TE, последовательность обмена сигналами почти такая же, кроме одного момента: NT выходит из исходного состояния, в котором посылался сигнал INFO 0, передавая сигнал INFO 2. Сигнал INFO 1 в этом случае не используется.

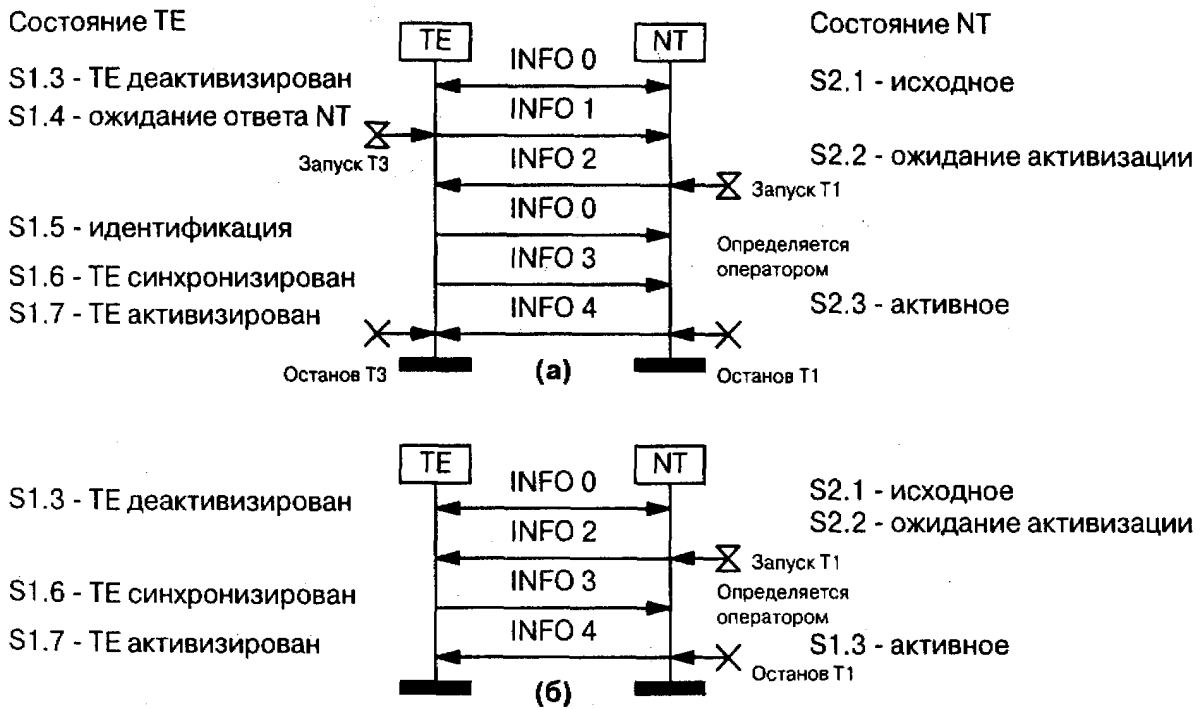


Рис. 1.4. Последовательность сигналов при активизации S-интерфейса:
а – активизация от TE; б – активизация от NT

На рис. 1.5 представлена последовательность сигналов при деактивизации, которая во всех случаях инициируется со стороны сети. Таймер T2 используется внутри NT для того, чтобы убедиться в полностью деактивизированном состоянии интерфейса до того, как TE произведет следующую попытку перевести S-интерфейс в активное состояние. Таймер T2 ограничивает время распознавания приемопередатчиком TE сигнала INFO 0 и ответа на этот сигнал.

Деактивизация может произойти, когда TE временно утрачивает кадровую синхронизацию в активном состоянии, т. е. когда TE получает подряд три кадра без правильного изменения порядка чередования импульсов с битом FA, равным 1, и два кадра подряд, когда бит FA имеет значение 0.

На рис. 1.4 и 1.5 указаны также некоторые из состояний, в которых может находиться физический уровень во время фаз активизации и деактивизации.

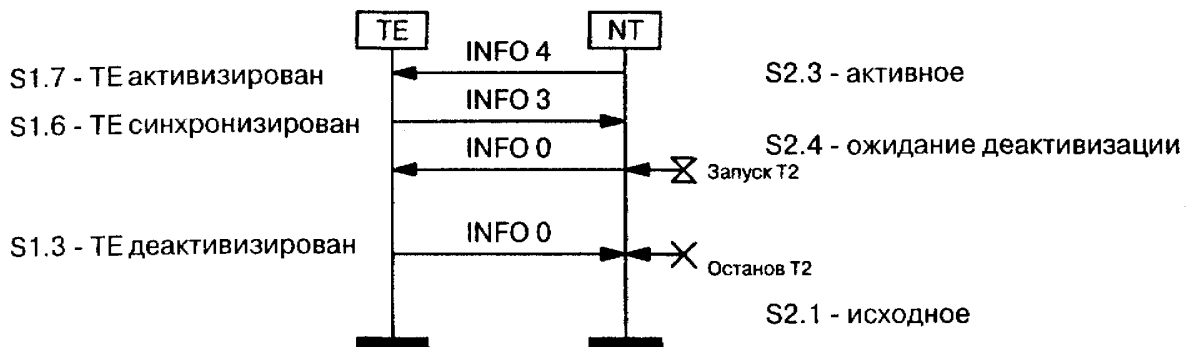


Рис. 1.5. Последовательность сигналов при деактивизации S-интерфейса

Обмен информацией между логическими объектами смежных уровней осуществляется с помощью примитивов четырех типов: REQUEST (ЗАПРОС), INDICATION (ИНДИКАЦИЯ), RESPONSE (ОТВЕТ) и CONFIRM (ПОДТВЕРЖДЕНИЕ).

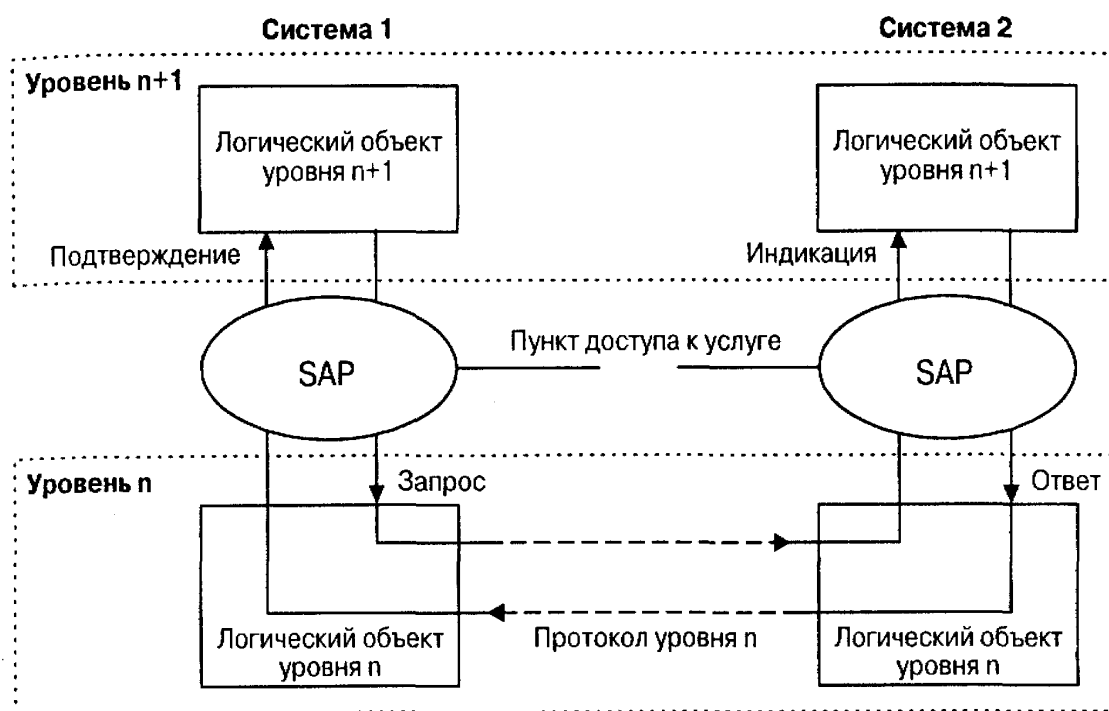
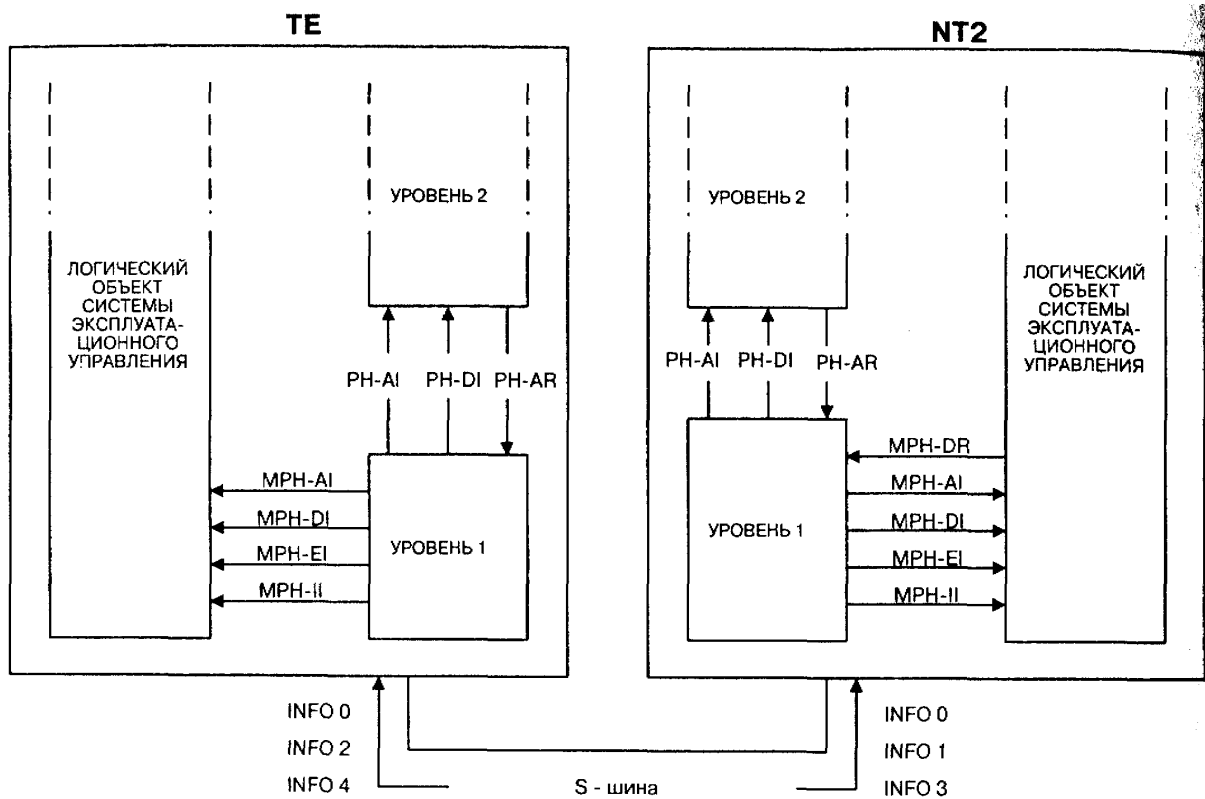


Рис. 1.6. Доступ к услугам в смежных уровнях: примитивы

Примитив типа REQUEST используется, когда логический объект уровня $n + 1$ в одной из двух взаимодействующих систем запрашивает услугу уровня n для передачи команды в уровень $n + 1$ второй системы. Логический объект уровня n во второй системе информирует уровень $n + 1$ о содержании команды с помощью примитива типа INDICATION. Примитив RESPONSE используется уровнем $n + 1$ второй системы для подтверждения приема примитива INDICATION и, если нужно, для сообщения об исполнении команды. Наконец, прием примитива типа CONFIRM уровнем $n + 1$ первой системы указывает, что операция завершена.

Для идентификации примитива используются три поля, расположенные в следующем порядке: [интерфейс уровня] – [тип услуги] – [тип примитива].

Интерфейс уровня обозначается префиксом, идентифицирующим границу между двумя логическими объектами, через которую происходит обмен примитивами. Например, примитивы, с помощью которых осуществляется связь через интерфейс между физическим уровнем и уровнем звена данных, имеют префикс РН, а примитивы для связи через внутриуровневый интерфейс между логическим объектом эксплуатационного управления и физическим уровнем имеют префикс МРН. Тип услуги указывает услугу или действия, которые подлежат выполнению (или выполнены) логическим объектом.



- PH-AR - запрос уровнем 2 активизации физического уровня;
- PH-AI - индикация уровню 2 активизации физического уровня;
- PH-DI - индикация уровню 2 деактивизации физического уровня;
- MPH-AI - индикация активизации физического уровня логическому объекту системы эксп. управления;
- MPH-DI - индикация деактивизации физического уровня логическому объекту системы эксп. управления;
- MPH-EI - индикация ошибки физическим уровнем логическому объекту системы эксп. управления;
- MPH-II - индикация информации физическим уровнем логическому объекту системы эксп. управления;
- MPH-DR - запрос деактивизации физического уровня логическим объектом системы эксп. управления

Рис. 1.7 Прimitивы физического уровня протокола DSS-1

На рис. 1.7 показан прием от уровня 2 примитива PH-AR – запроса активизации PH (PH-ACTIVATION REQUEST) на стороне TE. Этот запрос уровня 2 инициирует последовательность сигналов, показанную ранее на рис. 1.4, а. При этом изменяются состояния S-интерфейса и могут передаваться шесть примитивов типа INDICATION: два уровню 2 и четыре логическому объекту системы эксплуатационного управления. Например, примитив PH-AI – индикация активизации PH (PH-ACTIVATION INDICATION) – передается к уровню 2 после достижения S-интерфейсом активизированного состояния и информирует уровень 2 о том, что он может начать передачу сообщений через S-интерфейс в сеть.

Логический объект системы эксплуатационного управления с помощью примитива MPH-AI – индикация активизации MPH (MPH-ACTIVATION INDICATION) – тоже получает информацию о том, что уровень 1 находится в активизированном состоянии. Примитив PH-DI – индикация деактивизации PH (PH-DEACTIVATION INDICATION) – используется, чтобы информировать уровень 2 о деактивизации физического уровня, и приостанавливает использование S-интерфейса для передачи информации NT.

Примитив MPH-II – индикация информации MPH (MPH-INFORMATION INDICATION) – используется, чтобы информировать логический объект системы эксплуатационного управления о состоянии источника питания (подсоединен или отсоединен), в то время как примитив MPH-EI – индикация ошибок MPH (MPH-ERROR INDICATION) – информирует этот объект о появлении и устранении таких ошибок, как потеря кадровой синхронизации. Деактивизация физического уровня в нормальных рабочих условиях может быть достигнута только с сетевой стороны интерфейса S с помощью примитива MPH-DR – запрос деактивизации MPH (MPH-DEACTIVATION REQUEST).

1.6. Уровень LAPD

Протоколы уровня 2 (LAPD – Link Access Procedure of D-channel) как базового, так и первичного доступов определены в рекомендациях ITU-T I.440 (основные аспекты) и I.441 (подробные спецификации). Эти же рекомендации в серии Q имеют номера Q.920 и Q.921. Обмен информацией на уровне LAPD осуществляется посредством информационных блоков, называемых кадрами и схожих с сигнальными единицами ОКС7.

Сформированные на уровне 3 сообщения помещаются в информационные поля кадров, не анализируемые уровнем 2. Задачи уровня 2 заключаются в переносе сообщений между пользователем и сетью с минимальными потерями и искажениями. Форматы и процедуры уровня 2 основываются на протоколе управления звеном передачи данных высокого уровня HDLC (High-level Data-Link Control procedures), первоначально определенном Международной организацией по стандартизации ISO и образующем подмножество других распространенных протоколов: LAPB, LAPV5 и др. Протокол LAPD, также входящий в подмножество HDLC, управляет потоком кадров, передаваемых по D-каналу, и предоставляет информацию, необходимую для управления потоком и исправления ошибок.

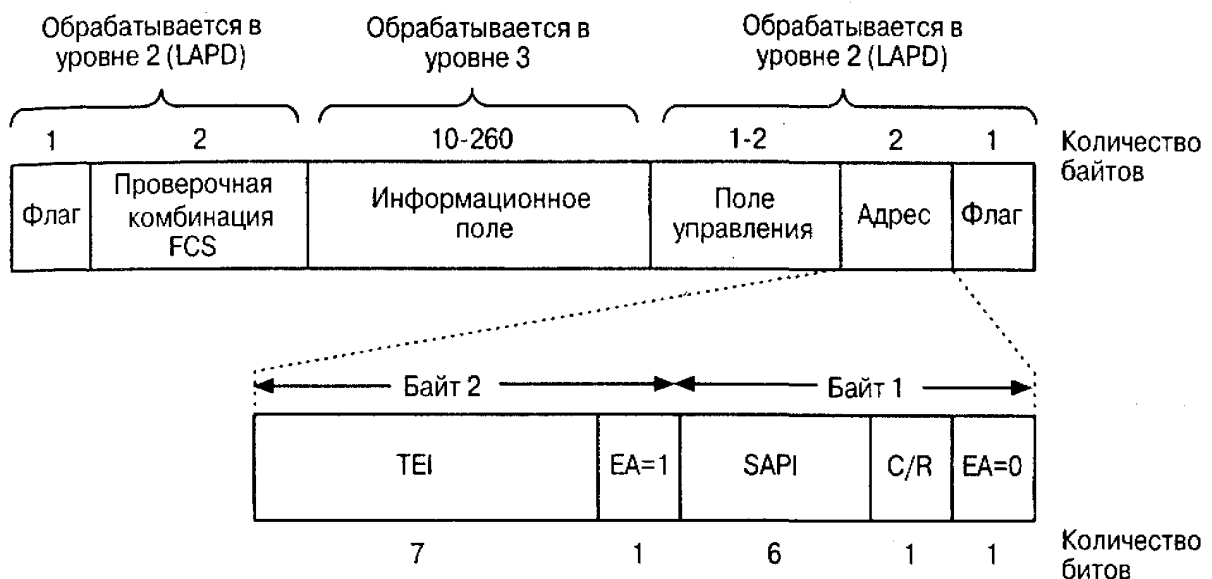


Рис. 1.8. Формат кадра

Кадры могут содержать либо команды на выполнение действий, либо ответы, сообщающие о результатах выполнения команд, что определяется специальным битом идентификации команда/ответ C/R.

Общий формат кадров LAPD показан на рис. 1.8.

Каждый кадр начинается и заканчивается однобайтовым флагом. Комбинация флага (01111110). Имитация флага любым другим полем кадра исключается благодаря запрещению передачи последовательности битов, состоящей из более чем пяти следующих друг за другом единиц. Это достигается с помощью специальной процедуры, называемой «бит-стаффингом» (bit-stuffing), которая перед передачей кадра вставляет ноль после любой последовательности из пяти единиц, за исключением флага. При приеме кадра любой ноль, обнаруженный следом за последовательностью из пяти единиц, изымается.

Адресное поле (байты 2 и 3) кадра на рис. 1.8 содержит идентификатор точки доступа к услуге SAPI (Service Access Point Identifier) и идентификатор терминала TE1 (Terminal Equipment Identifier) и используется для маршрутизации кадра к месту его назначения.

Эти идентификаторы, уже упоминавшиеся в п. 1.1, определяют соединение и терминал, к которым относится кадр.

Идентификатор пункта доступа к услуге SAPI занимает 6 битов в адресном поле и фактически указывает, какой логический объект сетевого уровня должен анализировать содержимое информационного поля.

Таблица 1.1

Значения SAPI

SAPI	Функция
0	Управление соединением ISDN (коммутация каналов)
1	Пакетная коммутация по Q.931
16	Пакетная коммутация X.25
63	Управление уровнем 2

Например, SAPI может указывать, что содержимое информационного поля относится к процедурам управления соединениями в режиме коммутации каналов или к процедурам пакетной коммутации. Рекомендацией Q.921 определены значения SAPI, приведенные в табл. 1.1.

Идентификатор TE1 указывает терминальное оборудование, к которому относится сообщение. Код TE1 = 127 (1111111) указывает на вещательную (циркулярную) передачу информации всем терминалам, связанным с данной точкой доступа. Остальные значения (0–126) используются для идентификации терминалов. Диапазон значений TE1 (табл. 1.2) разделяется между теми терминалами, для которых TE1 назначает сеть (автоматическое назначение TE1), и теми, для которых TE1 назначает пользователя (неавтоматическое назначение TE1).

Значения TE1

TE1	Назначение
0–63	Неавтоматическое назначение TE1
64–126	Автоматическое назначение TE1
127	Вещательный режим

При подключении УПАТС (представляющей собой функциональный блок NT2) к АТС ISDN общего пользования с использованием интерфейса PR1 в соответствии с требованиями стандартов ETSI, принятых и в России, TE1 = 0. В этом случае процедуры назначения TE1 не применяются.

Бит идентификации команды/ответа C/R (Command/Response bit) в адресном поле перенесен в DSS-1 из протокола X.25. Этот бит устанавливается LAPD на одном конце и обрабатывается на противоположном конце звена. Значение C/R (табл. 1.3) классифицирует каждый кадр как командный или как кадр ответа. Если кадр сформирован как команда, адресное поле идентифицирует получателя, а если кадр является ответом, адресное поле идентифицирует отправителя. Отправителем или получателем могут быть как сеть, так и терминальное оборудование пользователя.

Таблица 1.3

Биты C/R в поле адреса

Тип	Коды	
	передаваемые сетью	передаваемые терминалом
Командный кадр	C/R = 1	C/R = 0
Кадр ответа	C/R = 0	C/R = 1

Бит расширения адресного поля EA (Extended address bit) служит для гибкого увеличения длины адресного поля. Бит расширения в первом байте адреса, имеющий значение 0, указывает на то, что за ним следует другой байт. Бит расширения во втором байте, имеющий значение 1, указывает, что этот второй байт в адресном поле является последним. Именно такой вариант приведен на рис. 1.8. Если впоследствии возникнет необходимость увеличить размер адресного поля, значение бита расширения во втором байте может быть изменено на 0, что будет указывать на существование третьего байта. Третий байт в этом случае будет содержать бит расширения со значением 1, указывающим, что этот байт является последним. Увеличение размера адресного поля, таким образом, не влияет на остальную часть кадра.

Два последних байта в структуре кадра на рис. 1.8 содержат 16-битовое поле проверочной комбинации кадра FCS (Frame check sequence) и генерируются уровнем звена данных в оборудовании, передающем кадр. Это поле позволяет LAPD обнаруживать ошибки в полученном кадре.

Поле управления указывает тип передаваемого кадра и занимает в различных кадрах один или два байта. Существует три категории форматов,

определяемых полей управления: передача информации с подтверждением (I-формат), передача команд, реализующих управляющие функции (S-формат), и передача информации без подтверждения (U-формат). Табл. 1.4 содержит сведения об основных типах кадров протокола DSS-1.

Рассмотрим эти типы несколько подробнее.

Информационный кадр (I). С помощью I-кадров организуется передача информации сетевого уровня между терминалом пользователя и сетью. Этот кадр содержит информационное поле, в котором помещается сообщение сетевого уровня. Поле управления I-формата содержит порядковый номер передачи, который увеличивается на 1 (по модулю 128) каждый раз, когда передается кадр. При подтверждении приема I-кадров в поле управления вводится порядковый номер приема. Процедура организации порядковых номеров рассматривается далее.

Управляющий кадр (S) используется для поддержки функций управления потоком и запроса повторной передачи. S-кадры не имеют информационного поля. Например, если сеть временно не в состоянии принимать I-кадры, пользователю посылается S-кадр «к приему не готов» (RNR). Когда сеть снова сможет принимать I-кадры, она передает другой S-кадр – «к приему готов» (RR). S-кадр также может использоваться для подтверждения и содержит в этом случае порядковый номер приема, а не передачи.

Управляющие кадры можно передавать как командные, или как кадры ответа.

Таблица 1.4

Основные типы кадров LAPD

Формат	Команды	Ответы	Описание
Информационные кадры (I)	Информация	–	Используется в режиме с подтверждением для передачи нумерованных кадров, содержащих информационные поля с сообщениями уровня 3
Управляющие кадры (S)	К приему готов (PR-receive ready)	К приему готов (RR-receive ready)	Используется для указания готовности встречной стороны к приему I-кадра или для подтверждения ранее полученных I-кадров
–	К приему не готов (RNR)	К приему не готов (RNR)	Используется для указания неготовности встречной стороны к приему I-кадра

Формат	Команды	Ответы	Описание
–	Отказ/переспрос (REJ-reject)	Отказ/переспрос (REJ-reject)	Используется для запроса повторной передачи I-кадра
–	Ненумерованная информация (UI-unnumbered information)	–	Используется в режиме передачи без подтверждения
–	–	Отключено (DM-disconnected mode)	–
Ненумерованные кадры (U)	Установка расширенного асинхронного балансного режима (SABME-set asynchronous balanced mode extended)	–	Используется для начальной установки режима с подтверждением
–	–	Отказ кадра (FRMR-frame reject)	–
–	Разъединение (DISC-disconnect)	–	Используется для прекращения режима с подтверждением
–	–	Ненумерованное подтверждение (UA-unnumbered ask)	Используется для подтверждения приема команд установки режима, например SABME, DISC

Ненумерованный кадр (U). В этой группе имеется кадр ненумерованной информации (UI), единственный из группы содержащий информационное поле и несущий сообщение сетевого уровня. U-кадры используются для передачи информации в режиме без подтверждения и для передачи некоторых административных директив. Чтобы транслировать сообщение ко всем ТЕ, подключенным к шине S-интерфейса, станция передает кадр UI с TEI = 127. Поле управления U-кадров не содержит порядковых номеров.

Передача с подтверждением. Этот способ используется только в соединениях звена данных, имеющих конфигурацию «точка-точка», для передачи информационных кадров. Он обеспечивает исправление ошибок путем повторной передачи и доставку не содержащих ошибок сообщений в порядке очередности. Поле управления информационного кадра имеет подполя «номер передачи» [N(S)] и «номер приема» [N(R)]. Протокол LAPD присваивает возрастающие порядковые номера передачи N(S) последовательно передаваемым информационным кадрам, а именно: N(S) = 0,

1, 2,... 127, 0, 1,... и т. д. Он также записывает передаваемые кадры в буфер повторной передачи и хранит эти кадры в буфере вплоть до получения положительного подтверждения их приема.

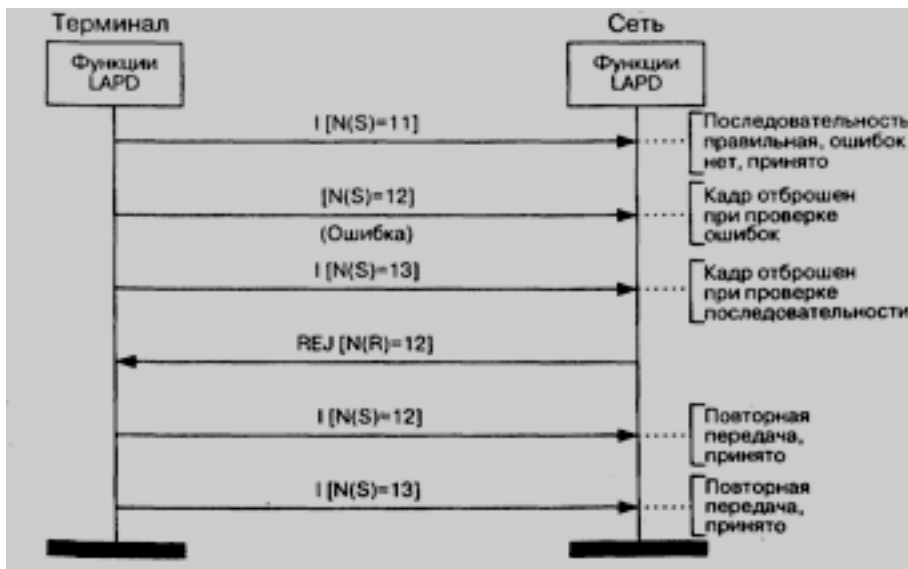


Рис. 1.9. Исправление ошибок в информационном кадре

Рассмотрим передачу информационных кадров от терминала к сети (рис. 1.9). Все поступающие к сети кадры проверяются на наличие ошибок, а затем в свободных от ошибок информационных кадрах проверяется порядковый номер. Если величина $N(S)$ выше (по модулю 128) на единицу, чем $N(S)$ последнего принятого информационного кадра, новый кадр считается следующим по порядку и потому принимается, а его информационное поле пересылается конкретной функции сетевого уровня. После этого сеть подтверждает прием информационного кадра своим исходящим кадром с номером приема $[N(R)]$, значение которого на единицу больше (по модулю 128), чем значение $N(S)$ в последнем принятом информационном кадре.

Предположим, что последний принятый информационный кадр имел номер $N(S) = 11$ и что информационный кадр с номером $N(S) = 12$ передан с ошибкой, в результате которой отбракован функциями LAPD на стороне сети. Следующий информационный кадр с $N(S) = 13$ успешно проходит проверку на ошибки, но поступает к сети с нарушением очередности и отбрасывается ею при проверке порядка следования. Тогда сеть передает кадр отказа (REJ) с номером $N(R) = 12$, который запрашивает повторную передачу информационных кадров из буфера повторной передачи терминала, начиная с кадра с $N(S) = 12$. Сетевая сторона продолжает отбрасывать информационные кадры при проверке их на порядок следования, пока не примет повторно переданный кадр с номером $N(S) = 12$.

Два потока сообщений от терминала к сети и в обратном направлении для этого соединения «точка-точка» независимы друг от друга и от потоков сообщений в других соединениях «точка-точка» в том же D-канале. В D-

канале с n соединениями типа «точка-точка» могут присутствовать $2n$ независимых последовательностей $N(S)/N(R)$.

Передача неподтверждаемых сообщений. Управляющие кадры S и нумерованные кадры U не содержат подполя $N(S)$. Они принимаются, если получены без ошибок, и не подтверждаются. Управляющие кадры содержат поле $N(R)$ для подтверждения принятых информационных кадров.

Ненумерованные информационные кадры UI не содержат ни поля $N(S)$, ни поля $N(R)$, поскольку они передаются в вещательном режиме с $TEI = 127$, а возможность координировать порядковые номера передачи и приема для групповых функций во всех терминалах, подключенных к одному S -интерфейсу, отсутствует.

Уровень LAPD: процедуры

Одна из важнейших функций LAPD – нумерация кадров при передаче с подтверждением была рассмотрена на примере (рис. 1.9).

В случае, если кадр получен терминалом с ошибкой кадровой синхронизации и удален, сеть должна получить кадр со значением $N(R)$ меньшим, чем текущее значение $N(S)$. Кадр отказа (REJ), содержащий $N(R)$, используется для запроса повторной передачи кадров I , начиная с номера, содержащегося в $N(R)$, и, таким образом, подтверждает прием переданных кадров с номерами, меньшими этого номера. Такой процесс подтверждения приема нумерованных кадров применяется как на стороне сети, так и на стороне терминала.

Теперь рассмотрим полностью процедуру подтверждаемой передачи информации (рис. 1.10). Рассмотрим случай, когда необходимо начать передачу информации уровня 3 от терминала пользователя к сети. Инициатором данной процедуры является уровень 3 на стороне пользователя, который выдает примитив запроса соединения `DL_ESTABLISH`. По этому запросу уровень 2 на стороне пользователя формирует управляющий кадр установки расширенного асинхронного балансного режима (SABME – set asynchronous balanced mode extended). Кадр SABME пересылается к сети через уровень 1. При получении кадра SABME уровнем 2 на стороне сети проверяются условия, необходимые для установки режима подтверждаемой передачи информации (например, чтобы убедиться, что соответствующее оборудование доступно). Если все условия удовлетворены, уровень 2 на стороне сети посылает уровню 3 примитив индикации запроса соединения, чтобы указать, что устанавливается режим подтверждаемой передачи информации. Средствами уровня 2 сеть возвращает пользователю нумерованное подтверждение. При получении этого подтверждения терминалом пользователя в уровень 3 на стороне пользователя передается примитив подтверждения установления соединения, указывающий, что можно начинать подтверждаемую передачу информации. Теперь между пользователем и сетью может происходить передача информации с помощью I -кадров.

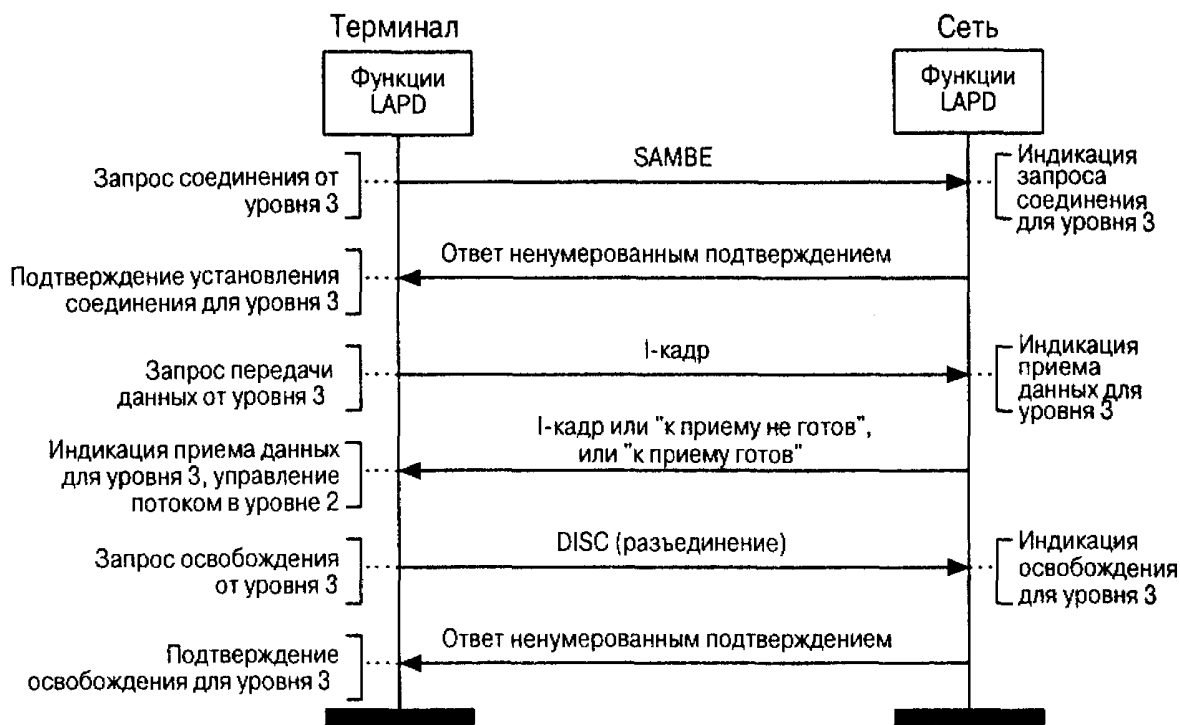


Рис. 1.10. Процедуры подтверждаемой передачи информации

Эта информация направляется уровнем 3 к уровню 2 в примитиве запроса передачи данных DLJDATA. Данные включаются в информационное поле I-кадра и передаются от пользователя к сети через уровень 1. При получении уровнем 2 на стороне сети I-кадра данные извлекаются из информационного поля и передаются к уровню 3 в примитиве индикации приема данных. В зависимости от содержимого полученного I-кадра сеть посылает в ответ пользователю либо I-кадр, либо управляющий кадр готовности к приему. Оба кадра содержат подтверждение, что I-кадр от пользователя был успешно принят.

Каждый I-кадр содержит в поле управления порядковые номера передачи и приема. Процедура обнаружения потерь работает в обоих направлениях. В качестве примера была рассмотрена передача необходимого сетевому уровню числа информационных кадров, включая передачу кадров 11, 12 и 13. Когда обмен I-кадрами, показанный на рис. 1.9, заканчивается, осуществляется посылка команды разъединения DISC, за которой следует ответ DM, подтверждающий разъединение. На рис. 1.10 уровень 3 на стороне пользователя отправляет уровню 2 примитив запроса освобождения DL_RELEASE, а уровень 2 формирует кадр разъединения, который передается через уровень 1 уровню 2 на стороне сети. При получении кадра разъединения уровнем 2 на стороне сети уровню 3 выдается примитив индикации освобождения, а пользователю возвращается кадр нумерованного подтверждения. При получении кадра нумерованного подтверждения уровнем 2 на стороне пользователя уровню 3 выдается примитив подтверждения освобождения для завершения процедуры освобождения.

Процедура неподтверждаемой передачи информации также была опи-

сана в предыдущем параграфе, поэтому здесь проиллюстрируем ее простым примером. Рассмотрим случай, когда необходима передача информации от функций уровня 3 на стороне сети к функциям уровня 3 в терминале пользователя. Функции уровня 3 на стороне сети передают к уровню 2 примитив запроса передачи данных без подтверждения DL_UNIT DATA. Уровень 2 формирует кадр нумерованной информации (UI – unnumbered information), содержащий в информационном поле информацию, которую надо передать. Этот кадр и передается через уровень 1 к функциям уровня 2 в терминале пользователя. Если требуется вещательная (циркулярная) передача кадра всем терминалам, TE1 в адресном поле присваивается значение 127. Если же обращение происходит к одному определенному терминалу, т. е. необходим режим «точка-точка», тогда TE1 присваивается значение в пределах 0–126, совпадающее с TE1, назначенным для этого терминала, например, TE1 = 7. При получении кадра UI терминалом пользователя информация, содержащаяся в информационном поле, доставляется из уровня 2 в уровень 3 с помощью примитива индикации приема данных без подтверждения. При такой неподтверждаемой передаче информации в уровне 2 отсутствует процедура защиты от ошибок. Следовательно, решение о логическом восстановлении кадра в случае его потери или искажения возлагается на функции уровня 3.

Рассмотрим несколько подробнее использование управляющих кадров, приведенных ранее: кадр готовности к приему RR, сообщающий о готовности принимать информационные кадры; кадр неготовности к приему RNR, сообщающий о том, что принимать информационные кадры временно нельзя, но прием управляющих кадров возможен; кадр отказа REJ, который указывает, что поступивший информационный кадр отброшен. На рис. 1.11 показаны несколько примеров, которые, в частности, иллюстрируют использование битов C/R, P и F.

В примере (рис. 11, а) уровень 2 на стороне сети получил информационный кадр с нарушением порядка очередности и отбрасывает его с помощью команды REJ, в которой бит P имеет значение 0 (подтверждение не требуется). $N(R) = M$ указывает, что последний принятый информационный кадр имел $N(S) = M - 1$. Терминал повторяет передачу информационных кадров из своего буфера повторной передачи, начиная с кадра, для которого $N(S)$ равен M.

Пример (рис. 11, б) относится к той же ситуации, за исключением того, что в командном кадре REJ бит P = 1. Этим передается указание терминалу пользователя подтвердить кадр. Терминал пользователя сначала передает кадр ответа RR или RNR ($C/R = 1$, $F = 1$), а затем начинает повторную передачу информационных кадров.

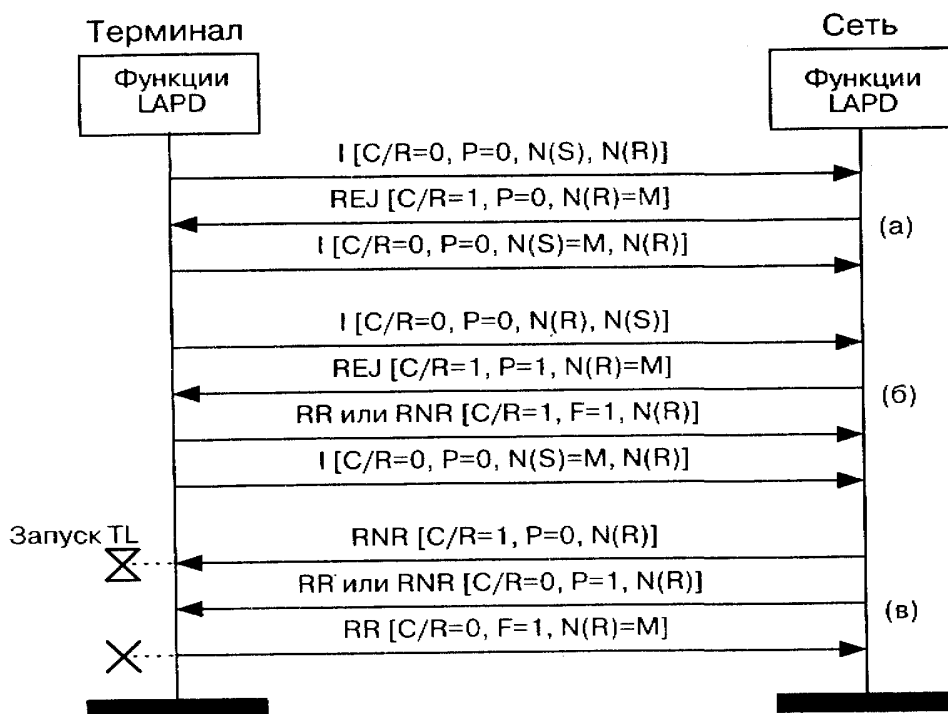


Рис. 1.11. Примеры процедур контроля звена передачи данных

В примере (рис. 11, в) сетевая сторона указывает с помощью командного кадра RNR, что она не может принимать информационные кадры. Сторона пользователя приостанавливает передачу информационных кадров и запускает таймер. Если терминал получает кадр RR до срабатывания таймера, то он возобновляет передачу или повторную передачу информационных кадров. Если таймер сработал, а кадр RR не получен, терминал пользователя передает кадр команды (C/R = 1) с P = 1. Этим дается указание сетевой стороне передать, в свою очередь, командный кадр. В данном примере сетевая сторона отвечает кадром RR, указывая, что она готова снова принимать информационные кадры и что номер последнего принятого кадра $N(S) = M - 1$. Затем сторона терминала возобновляет передачу информационных кадров, начиная ее кадром с номером $N(S) = M$. Если ответом сетевой стороны будет кадр RNR, то сторона пользователя перезапустит свой таймер и снова будет ожидать кадр RR. Если сетевая сторона остается неготовой к приему после нескольких срабатываний таймера, то сторона пользователя передает решение вопроса в более высокую инстанцию – к соответствующей функции сетевого уровня.

Для LAPD определены процедуры управления TE1, т. е. процедуры его назначения, контроля и отмены. Для соединений «точка-точка» в терминале (рис. 1.12) запоминается «свой» TE1 и проверяется TE1 в поле адреса принимаемых кадров, чтобы определить, не предназначен ли кадр этому терминалу. Терминал также вводит свой TE1 в адресные поля передаваемых им кадров.

Терминалы (TE) подразделяются на терминалы с неавтоматическим и автоматическим механизмами назначения TE1. TE первого типа ориенти-

рованы на длительное подключение к одной цифровой абонентской линии, с постоянно активным физическим уровнем. Эти терминалы имеют ряд переключателей, положение которых определяет значение TE1. Переключатели устанавливаются техническим персоналом при инсталляции ТЕ, и их положение не меняется, пока ТЕ подключен к этой цифровой абонентской линии. ТЕ такого типа могут иметь значения TE1 в диапазоне 0–63.

Автоматическое присвоение TE1 применяется в тех случаях, когда используются процедуры активизации/деактивизации уровня 1 интерфейса «пользователь-сеть» (при деактивизации физического уровня TE1 сбрасывается), или когда терминальное оборудование работает непостоянно (например, РС со встроенной платой BRI, периодически включаемая владельцем), или если оборудование часто переключается с одной АЛ на другую. Менять величину TE1 вручную при каждом перемещении неудобно, поэтому для мобильных ТЕ применяется автоматическое назначение TE1 (в диапазоне 64–126), а также его проверка и отмена, для чего и используются упомянутые выше процедуры управления TE1.

Этими процедурами предусмотрены сообщения следующих типов:

- ✓ *запрос-ID* – сообщение передается мобильным ТЕ, когда требуется, чтобы сеть назначила для него TE1;
- ✓ *ID-назначен* – это ответ сети на запрос-ID. Он содержит назначенный TE1;
- ✓ *отказ-в-назначении-ID* – это ответ сети, отвергающий запрос-ID;
- ✓ *запрос-проверки-ID* – это команда от сети для проверки назначенной величины TE1;
- ✓ *ответ-проверки-ID* – это ответ мобильного ТЕ на запрос-проверки-ID;
- ✓ *отмена-ID* – эта команда передается от сети к ТЕ, чтобы отменить назначенный ранее TE1.

Все сообщения передаются в кадрах UI с SAPI = 63. Информационное поле кадров UI показано на рис. 1.12. Код в байте 1 указывает, что это сообщение управления TE1. Код типа сообщения находится в байте 4 (табл. 1.5). Сообщение содержит параметры Ri (ссылочный номер) и Ai (индикатор действия).

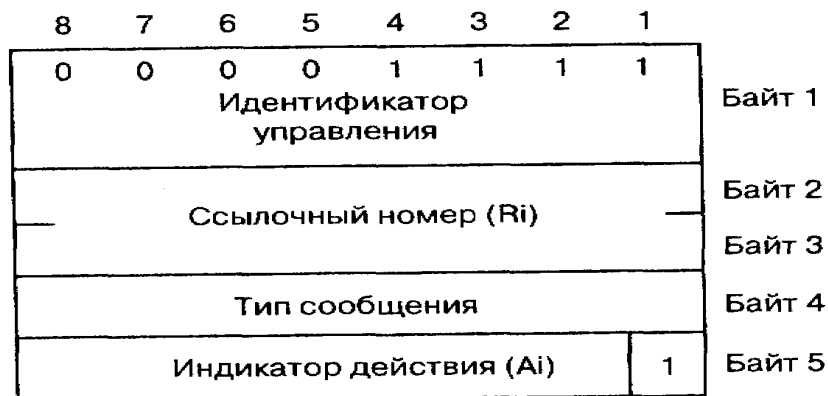


Рис. 1.12. Сообщение управления TE1

Коды типа сообщения

Тип	Направления ТЕ-сеть	Код типа сообщения	Номер	
			Ri	Ai
Запрос-ID	→	0000 0001	0-65535	127
ID-назначен	←	0000 0010	0-65535	64-126
Отказ-в-назначении-ID	←	00000011	0-65535	64-127
Запрос-проверки-ID	←	0000 0100	-	0-127
Ответ-проверки-ID	→	0000 0101	0-65535	0-126
Отмена-ID	←	00000110	-	0-127
Верификация-ID	→	00000111	-	0-126

Теперь более внимательно рассмотрим процедуры назначения, проверки и отмены TE1.

Процедура назначения TE1 дает возможность оборудованию пользователя, имеющему категорию «мобильный», получить от сети номер TE1, который сможет быть использован при последующих соединениях.

Процедура назначения показана на рис. 1.13, а. Когда мобильный ТЕ подсоединяется к S-интерфейсу, он автоматически посылает запрос ID. Поскольку терминальное оборудование не имеет TE1, для того, чтобы идентифицировать себя, оно генерирует произвольный ссылочный номер (Ri). ТЕ может запросить сеть назначить для него конкретный TE1, указав этот TE1 в поле Ai, или может оставить право выбора TE1 за сетью, поместив в это поле Ai-127.

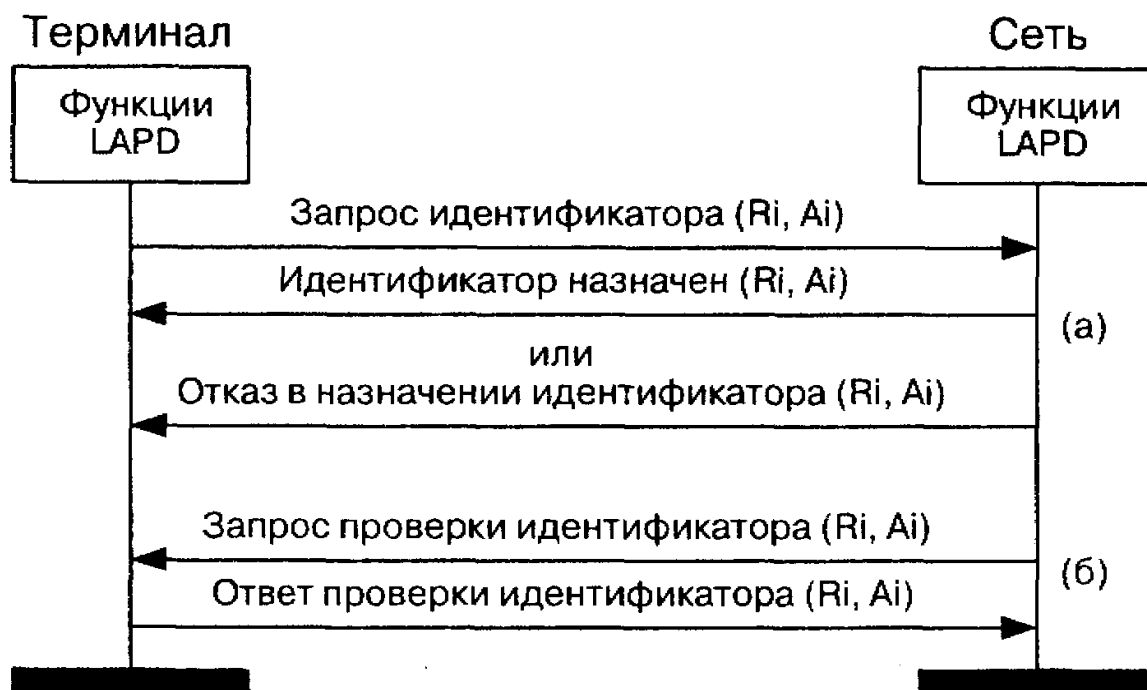


Рис. 1.13. Процедуры управления TE1:
а – назначение TE1; б – проверка TE1

Для каждой цифровой абонентской линии сеть поддерживает список мобильных ТЕ1 в диапазоне 64–126. При получении от некоторого S-интерфейса сообщения «запрос ID» сеть обращается к соответствующему списку. Если она может назначить ТЕ1, то по данной шине S-интерфейса в вещательном режиме передается сообщение «ID-назначен», в котором величина Ri копируется из сообщения «запрос-ID», а назначенный ТЕ1 помещается в поле Ai. Все ТЕ, подключенные к этой S-шине, проверяют сообщение, но только ТЕ, который послал запрос, опознает свое Ri и воспринимает назначенный ТЕ1. Такая процедура позволяет двум или более ТЕ, подключенным к одной и той же S-шине, посылать запросы-ID одновременно. Если сеть не может удовлетворить запрос-ID из-за того, что запрошенный ТЕ1 уже есть в списке назначенных для данного интерфейса, или из-за того, что все ТЕ1 в диапазоне 64–126 уже назначены, она передает по S-шине этого интерфейса в вещательном режиме сообщение «отказ-в-назначении-ID», снова копируя Ri из принятого запроса. После этого ТЕ информирует своего пользователя о том, что его запрос на назначение ТЕ1 был отвергнут.

Процедура проверки ТЕ1 позволяет сети проконтролировать список мобильных ТЕ1, назначенных для конкретного интерфейса (рис. 1.13, б). Сеть передает к этому интерфейсу в вещательном режиме сообщение «запрос-проверки-ID», поместив в поле Ai проверяемый ТЕ1, а в поле Ri – нулевое значение. При этом сеть запускает таймер на 200 мс. Если среди подключенных к данному интерфейсу найдется ТЕ, имеющий ТЕ1, который совпадает с Ai, он отвечает сообщением «ответ-проверки-ID», содержащим произвольно выбранное Ri и принятое Ai.

В нормальных условиях сеть принимает до срабатывания таймера одно сообщение «ответ-проверки-ID», что указывает на наличие единственного ТЕ с данным ТЕ1. Если таймер сработал, а ответ не получен, сеть повторяет запрос-проверки-ID и перезапускает таймер. Если таймер снова срабатывает до получения ответа, сеть считает, что данный ТЕ1 больше не используется, удаляет его из списка ТЕ1, назначенных для данного интерфейса, и составляет отчет для обслуживающего персонала.

Если сеть получает более одного ответа на «запрос-проверки-ID», это означает, что один и тот же ТЕ1 ошибочно присвоен более чем одному ТЕ. В этом случае сеть передает в вещательном режиме команду «отмена-ID» с указанием в поле Ai отменяемого ТЕ1. Те терминалы, ТЕ1 которых согласуются с Ai, прекращают передачу и прием кадров и уведомляют своего пользователя об отмене ТЕ1. Если сеть решает, что значение ТЕ1 должно быть отменено, вызывается процедура отмены. Сеть формирует кадр, содержащий тип сообщения и поле индикатора действия, где помещается значение ТЕ1, которое должно быть отменено. Кадр посылается дважды для уменьшения риска потери.

1.7. Протокол DSS-1 сетевой уровень

Функции протокола Q.931

Сетевой уровень системы DSS-1 (уровень 3) содержит функции, обеспечивающие создание, сопровождение и завершение соединений, предоставляемых сетью пользователям ISDN в режиме коммутации каналов, а также доступ пользователей к средствам пакетной коммутации, т. е. набор функций, связанных с обслуживанием вызовов от пользователей ISDN. Обмен необходимой для этого сигнальной информацией между функциями уровня 3, размещенными в оборудовании пользователя и в оборудовании сети, осуществляется через интерфейс «пользователь-сеть» с помощью сообщений сетевого уровня. Обмен сообщениями между функциями уровня 3, размещенными по разные стороны интерфейса, происходит с привлечением услуг уровня 2, причем взаимодействие между смежными уровнями (как на стороне пользователя, так и на стороне сети) описывается примитивами с префиксом DL. Сообщение уровня 3, подлежащее передаче через интерфейс, поступает к уровню 2 в примитиве DL-DATA-REQUEST (или DL-UNIT-DATA-REQUEST) и помещается в информационное поле кадра, который передается через интерфейс с привлечением услуг уровня 1. Функции уровня 2 на противоположной стороне интерфейса доставляют содержимое информационного поля принятого кадра (т. е. сообщение) в уровень 3 в примитиве DL-DATA-INDICATION (или DL-UNIT-DATA-INDICATION).

Функции уровня 3 включают в себя:

- маршрутизацию сигнальных сообщений;
- передачу (в виде относительно небольших блоков данных) информации «пользователь-пользователь» как при наличии, так и при отсутствии соединения, установленного путем коммутации каналов;
- мультиплексирование в одном звене данных сообщений, относящихся к разным коммутируемым связям;
- сегментацию и сборку сообщений для их транспортировки уровнем звена данных;
- обнаружение ошибок в сообщениях уровня 3, интерпретацию ошибок, обнаруженных уровнем 2, и реакцию на эти ошибки;
- доставку сообщений в том же порядке, в каком они были переданы.

Форматы сообщений

Сообщение уровня 3 протокола DSS-1 содержит в себе некоторое количество информационных элементов, среди которых есть обязательные для всех сообщений, обязательные для некоторых сообщений и необязательные. Если в сообщении отсутствует хотя бы один обязательный для него информационный элемент, оно считается несоответствующим спецификациям DSS-1.

Для всех сообщений используется общий формат, изображенный на

рис. 1.14. Биты нумеруются справа налево, первыми передаются бит 1 и байт с номером 1.

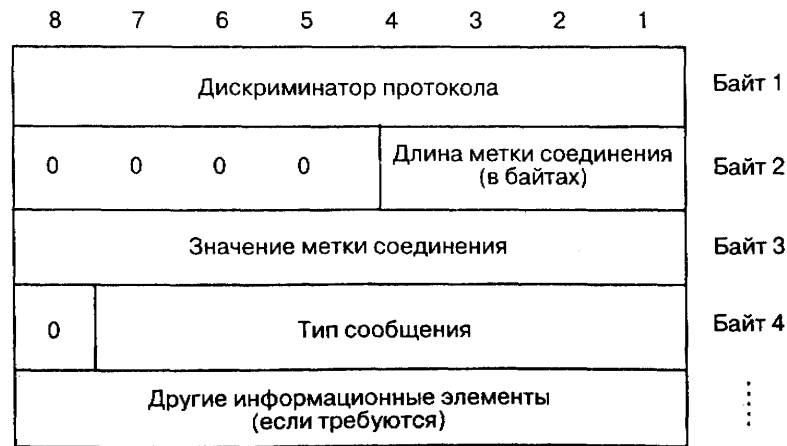


Рис. 1.14. Общий формат сообщений уровня 3 протокола DSS-1

Любое сообщение уровня 3 обязательно должно содержать три следующих информационных элемента: дискриминатор протокола, метку соединения и тип сообщения. Количество, содержание и обязательность/необязательность других информационных элементов зависит от типа сообщения.

Первым элементом каждого сообщения является однобайтовый дискриминатор протокола (PD – protocol discriminator). Назначение этого элемента – отделить сообщения DSS-1, связанные с процедурами управления соединениями (процедурами обслуживания вызовов), от любых других сообщений, которые могут быть переданы по сигнальному каналу (существует возможность передачи по сигнальному каналу пакетных данных).

Дискриминатор протокола также позволяет различать сообщения управления соединениями ISDN и сообщения, используемые в других системах, применяющих Q.931, таких как АТМ и Frame relay. Для каждого случая дискриминатор кодируется уникальной последовательностью битов. В частности, для сообщений, связанных с управлением соединениями ISDN в режиме коммутации каналов, дискриминатор протокола кодируется последовательностью 00001000.

Следующий элемент – метка соединения (CR – call reference) – является целым числом, используемым для идентификации коммутируемой связи, к которой относится сообщение. Значение метки уникально на той стороне интерфейса, которая явилась инициатором этой связи, и только внутри одного логического соединения уровня 2. Метка присваивается на время жизни обслуживаемого вызова, имеет смысл только в данном интерфейсе и остается неизменной до окончания обслуживания вызова, после чего она может использоваться для идентификации других соединений.

Формат информационного элемента «метка соединения» показан на рис. 1.15. Первые четыре бита первого байта указывают длину метки, а остальные биты первого байта – запасные. Для базового доступа метка со-

единения может иметь значение от 1 до 127, а располагается метка в битах 7–1 байта 2. Для первичного доступа возможные значения метки соединения – от 0 до $2^{15}-1$, а занимает метка два байта.

Если инициатором вызова является пользователь, то он назначает метку соединения из своего пула номеров. Если вызов поступает от сети, то метку соединения назначает входящая АТС. Возможна ситуация, когда и пользователь, и АТС выбирают одно и то же значение метки соединения для разных коммутируемых связей. Чтобы можно было различить эти две связи, в качестве последнего бита байта 2 формата метки соединения используется флажок. Флажок указывает, какой стороной звена данных назначена данная метка: исходящей 0 или удаленной 1 (здесь специально употребляется слово «флажок», в отличие от слова «флаг», используемого, когда речь идет о разделении кадров уровня 2).

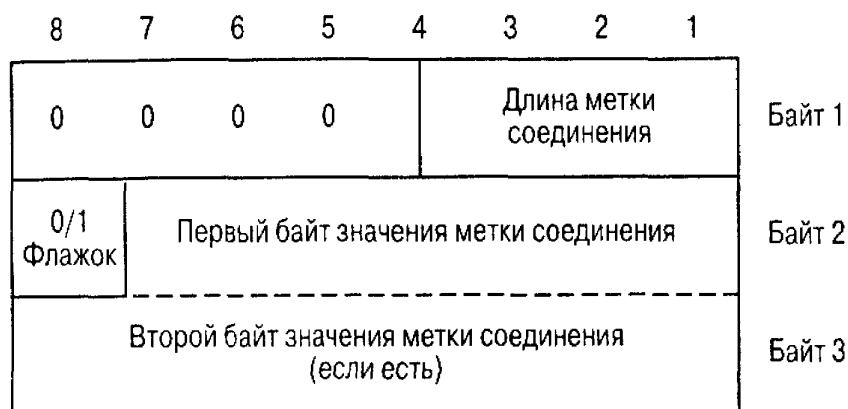


Рис. 1.15. Формат информационного элемента «метка соединения»

Третий информационный элемент – тип сообщения (MT – message type) – служит для идентификации имени и, следовательно, функции отправляемого сообщения (например, SETUP, DISCONNECT и т. п.). Поле типа сообщения состоит из одного байта, последний бит которого зарезервирован для применения в будущем при увеличении длины поля. Коды типов сообщений приведены в табл. 1.6 [Q.931] и подробнее в табл. 1.7. Далее в табл. 1.8–1.10 приводятся обязательные и необязательные информационные элементы для нескольких сообщений сетевого уровня. Логика работы сигнализации сетевого уровня представлена на рис. 1.23.

Все эти типы образуют пять категорий сообщений:

а) сообщения фазы, используемые в процедурах создания соединения. Например, сообщение SETUP, которое посылается пользователем к АТС (или АТС к пользователю) в качестве запроса соединения;

б) сообщения, передаваемые в фазе установленного соединения. Например, сообщение USER IN FORMATION, которое может быть отправлено во время разговора/передачи данных для пересылки информации «пользователь-пользователь»;

в) сообщения фазы разъединения (разрушения соединения). Например, сообщение DISCONNECT, которое посылается пользователем к АТС (или

АТС к пользователю), чтобы инициировать процедуру освобождения ресурсов, занятых в соединении;

г) прочие сообщения, например сообщение INFORMATION, которое может быть отправлено пользователем или АТС для передачи дополнительной к уже предоставленной другими сообщениями информации;

д) национальные сообщения с кодом типа сообщения 00000000, обозначающим, что следующее поле является полем типа сообщения, который определен оператором сети.

Другие информационные элементы делятся на две категории: однобайтовые и переменной длины более одного байта.

Таблица 1.6

Коды типов сообщений Q.931

Сообщение	Сокращение	Биты							
		8	7	6	5	4	3	2	1
Передается вызывной сигнал	ALERT	0	0	0	0	0	0	0	1
Связь устанавливается	CALPRC	0	0	0	0	0	0	1	0
Соединить (ответ)	CONN	0	0	0	0	0	1	1	1
Соединение готово	CONACK	0	0	0	0	1	1	1	1
Особенности маршрута	PROG	0	0	0	0	0	0	1	1
Запрос связи	SETUP	0	0	0	0	0	1	0	1
Запрос принят	SETACK	0	0	0	0	1	1	0	1
Разъединить	DISC	0	1	0	0	0	1	0	1
Дополнительная информация	INFO	0	1	1	1	1	0	1	1
Освободить ресурсы	RLSE	0	1	0	0	1	1	0	1
Ресурсы освобождены	RLCOM	0	1	0	1	1	0	1	0

Существует два типа однобайтовых информационных элементов.

Тип 1 изображен на рис. 1.16. Значение 1 бита 8 указывает на то, что элемент относится к категории однобайтовых, а биты 5–7 используются в качестве идентификатора элемента. В битах 1–4 кодируется содержимое информационного элемента.

Тип 2 показан на рис. 1.17. Здесь также значение 1 бита 8 указывает на то, что информационный элемент относится к категории однобайтовых. Оставшаяся часть байта используется исключительно в качестве идентификатора информационного элемента.

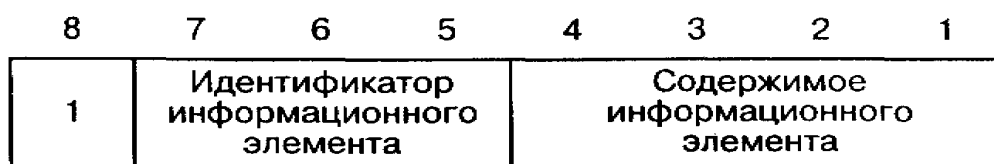


Рис. 1.16. Однобайтовый информационный элемент: тип 1

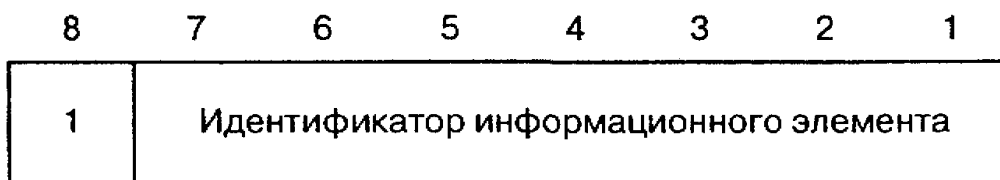


Рис. 1.17. Однобайтовый информационный элемент: тип 2

На рис. 1.18 показана структура информационного элемента переменной длины. Бит 8 первого байта имеет значение 0, отличая эту категорию информационных элементов от однобайтовых информационных элементов. Оставшаяся часть первого байта служит для идентификации информационного элемента. Второй байт определяет длину содержимого информационного элемента, а третий и последующие байты представляют содержимое, которое может размещаться в нескольких полях.

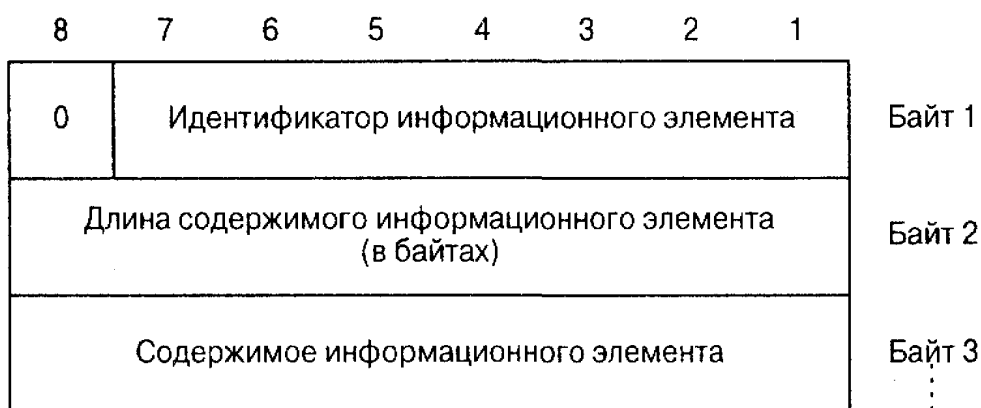


Рис. 1.18. Информационный элемент переменной длины

Основные информационные элементы протокола DSS-1

Информационный элемент средства доставки информации (bearer capability) описывает характеристики средств доставки, запрашиваемые у сети вызывающим пользователем. Этот информационный элемент посылается также и вызываемой стороне с целью обеспечить согласованную работу терминалов. Например, если на исходящей стороне соединения речевой сигнал преобразуется в цифровую форму с помощью определенного алгоритма кодирования, то, чтобы принимающая сторона была в состоянии декодировать цифровой сигнал правильно и произвести его обратное преобразование в аналоговый сигнал, ей должно быть известно, как сигнал кодировался на передающем конце.

В информационном элементе «средства доставки» содержатся сведения о требованиях к этим средствам:

- вид информации, например речь, 3,1 или 7 кГц аудио;
- режим переноса информации – коммутация каналов или пакетов;
- пропускная способность канала (64, 384 кбит/с);

- стандарт кодирования;
- протокол обработки информации пользователя, уровень 1 (стандарт адаптации скоростей, алгоритм сжатия и т. п.);
- скорость передачи данных терминалом пользователя.

Структура информационного элемента «средства доставки информации» приведена на рис. 1.19.

	8	7	6	5	4	3	2	1	
1 Ext	Стандарт кодирования			Вид информации					Байт 3
1 Ext	Режим передачи			Скорость передачи информации в канале					Байт 4
0/1 Ext	0	1		Протокол уровня 1 обработки информации пользователя					Байт 5
0/1 Ext	синхр асинхр		1	Скорость передачи информации терминалом пользователя					Байт 5а
			0						

Рис. 1.19. Информационный элемент «средства доставки информации»

Параметр СТАНДАРТ КОДИРОВАНИЯ (coding standard) присутствует в поле содержимого не только информационного элемента «средства доставки информации», но и некоторых других информационных элементов. Значения этого параметра: 00 – стандарт ITU-T; 01 – стандарт IOS/IEC; 10 – национальный стандарт; 11 – специальный сетевой стандарт.

Параметр ВИД ИНФОРМАЦИИ (information transfer capability) принимает одно из следующих значений:

- 00000 – речь;
- 01000 – неограниченная цифровая информация;
- 01001 – ограниченная цифровая информация;
- 10000 – аудио в полосе 3,1 кГц.

Параметр РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ (transfer mode) кодируется следующим образом:

- 10 – пакетный режим;
- 00 – канальный режим.

Параметр СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ (information transfer rate) может иметь, в частности, такие значения:

- 00000 – пакетный режим;
- 10000 – канальный режим 64 кбит/с;
- 10011 – канальный режим 384 кбит/с.

Параметр ПРОТОКОЛ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ, уровень 1, (user information layer 1 protocol) может принимать, например, значения:

00001 – адаптация скоростей согласно рекомендациям V.I 10 и X.30 ITU-T;

00010 – кодирование по μ -закону;

00011 – кодирование по A-закону.

Параметр СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ТЕРМИНАЛОМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ (user rate) присутствует только тогда, когда предыдущий параметр имеет значение 00001. В этом случае, например скорости 56 кбит/с соответствует код 01111.

Параметр СИНХР/АСИНХР может принимать значения:

0 – синхронные данные;

1 – асинхронные данные.

Параметр СОГЛАШЕНИЕ О ПЕРЕДАЧЕ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ может принимать значения:

0 – передача не возможна;

1 – передача возможна.

Номера вызываемого и вызывающего абонентов (called and calling party numbers). Эти информационные элементы содержат сведения о типе номера (международный, междугородный, местный) и о плане нумерации. Наиболее часто используется национальный план нумерации, обычно соответствующий рекомендациям ITU-T E.164 и E.163. Могут использоваться и другие планы нумерации, такие как X.I 21 (общий план нумерации, используемый в сетях данных), F.69 (телекстный план нумерации) или частный план нумерации ведомственной сети.

Параметр ТИП НОМЕРА может иметь значения:

001 – международный номер;

010 – национальный номер;

100 – абонентский (списочный) номер;

011 – номер сетевой службы (оператора).

Возможное значение параметра ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЛАНА НУМЕРАЦИИ:

0001 – план нумерации ISDN/телефонная сеть общего пользования. Каждая цифра номера кодируется как символ семибитового международного алфавита № 5 и занимает один байт.

	8	7	6	5	4	3	2	1	
0/1 Ext	Тип номера			Идентификация плана нумерации				Байт 3	
1 Ext	Индикатор предостав- ления	0	0	0	Индикатор верификации			Байт 3а	
0	Цифры номера							Байт 4	

Рис. 1.20. Формат номера вызывающего абонента

Информационный элемент номер вызывающего абонента (рис. 1.20) содержит, кроме того, параметры ИНДИКАТОР ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ (00 – предоставление [номера вызывающего пользователя] разрешается; 01 – представление ограничено) и ИНДИКАТОР ВЕРИФИКАЦИИ [номера вызывающего пользователя] (00 – дан пользователем, сетью не проверялся, 01 – дан пользователем, проверен сетью, 10 – дан пользователем, проверить не удалось, 11 – дан сетью). Верификация номера имеет большое значение в соединениях с терминальным оборудованием пользователя, которое не обслуживается персоналом (компьютеры, устройства факсимильной связи) и используется только для приема вызовов.

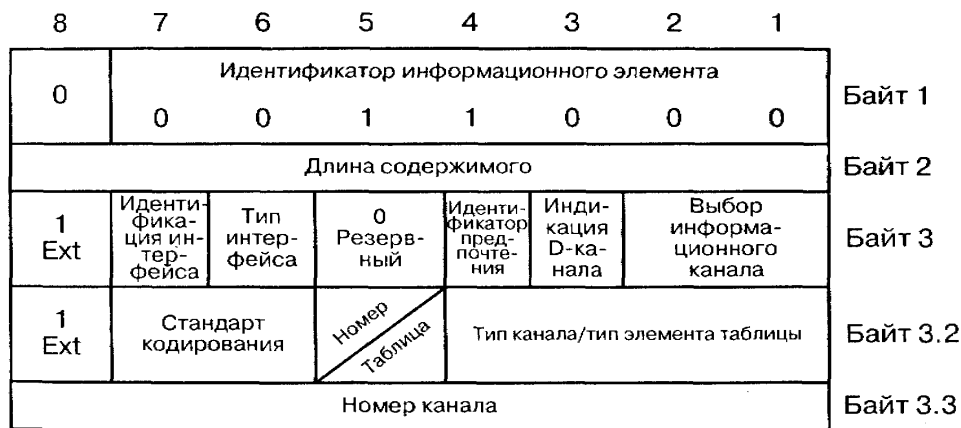


Рис. 1.21. Информационный элемент «идентификация канала»

Информационный элемент идентификация канала (channel identification) указывает тот канал в интерфейсе, который должен использоваться для связи (рис. 1.21). В данном элементе содержится следующая информация: а) интерфейс BRI или PRI; б) идентифицированный канал является или не является D-каналом; в) идентифицированный канал является В1-каналом или В2-каналом; г) идентифицированный канал является блоком каналов Н 0, Н 10, Н 11 и т. д.

Параметр ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА определяет способ идентификации интерфейса. Параметр ТИП ИНТЕРФЕЙСА имеет следующие значения: 0 – базовый доступ и 1 – первичный доступ. Параметр ИНДИКАТОР ПРЕДПОЧТЕНИЯ имеет значения: 0 – предпочтение указанному каналу, 1 – приемлем только указанный канал. Параметр ВЫБОР ИНФОРМАЦИОННОГО КАНАЛА идентифицирует В-канал в базовом доступе: 01 – В1-канал, 10 – В2-канал, 11 – любой канал. Параметр СТАНДАРТ КОДИРОВАНИЯ имеет значения: 00 – кодирование МККТТ, 01 – стандарт ISO, 10 – национальный стандарт. Параметр НОМЕР КАНАЛА идентифицирует В-канал в первичном доступе. Параметр НОМЕР/ТАБЛИЦА определяет идентификацию В-канала и имеет значения: 0 – идентифицируется номером в следующем байте; 1 – идентифицируется таблицей в следующих байтах.

Информационный элемент ОТОБРАЖЕНИЕ (display) содержит сим-

волы ASCII/IA5, которые посылаются пользователю для отображения на экране терминала.

Информационный элемент **СОВМЕСТИМОСТЬ В ВЕРХНИХ УРОВНЯХ** (high layer compatibility) используется для проверки совместимости терминалов пользователей в верхних уровнях модели взаимодействия открытых систем (модели OSI). Проверка совместимости выполняется на стороне вызывающего пользователя и/или на стороне вызываемого пользователя. Код в этом информационном элементе идентифицирует услугу предоставления связи (teleservice), примерами являются телефонная и факсимильная связь, услуги обработки сообщений X.400 или видеотекст.

Формат информационного элемента приведен на рис. 1.22. Идентификация характеристик верхних уровней кодируется следующим образом:

- 0000001 – телефония;
- 0000100 – 2/3 группа устройств факсимильной связи;
- 0110001 – телетекст; 0110101 – телекс.

8	7	6	5	4	3	2	1	
1 Ext	Стандарт кодирования		Интерпретация			Способ представления профиля протокола		Байт 3
0/1 Ext	Идентификация характеристик верхних уровней							Байт 4

Рис. 1.22. Формат информационного элемента «совместимость в верхних уровнях»

Информационный элемент **СОВМЕСТИМОСТЬ В НИЖНИХ УРОВНЯХ** (low layer compatibility) используется с той же целью, что и информационный элемент совместимости в верхних уровнях, однако его содержимое анализируется не только вызываемой и вызывающей сторонами, но также и сетью (для проверки соответствия предоставляемым средствам доставки информации).

СОСТОЯНИЕ СОЕДИНЕНИЯ (call state) – данный информационный элемент содержит сведения о текущем состоянии процесса управления соединением как на стороне пользователя, так и на сетевой стороне.

ПРИЧИНА (cause) – данный информационный элемент используется для передачи информации о причинах и источниках некоторых сообщений и для передачи диагностической информации.

Параметр **ОПИСАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ** может принимать одно из следующих значений:

- 0000001 – соединение проходит не только через ISDN;
- 0000010 – вызываемое оборудование не относится к ISDN;
- 0000011 – вызывающее оборудование не относится к ISDN;
- 0001000 – возможна передача по В-каналу акустических сигналов.

Информационный элемент **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ** (more data) передается в сообщении **USER INFORMATION** и указывает на то, что за этим сообщением последует еще одно сообщение **USER**

INFORMATION. Этот информационный элемент сетью не анализируется.

Таблица 1.7

Сообщения сетевого уровня

Сообщения установления соединения	ALERTING	Передается вызывной сигнал
	CALL PROCEEDING	Соединение устанавливается
	CONNECT	Соединить (ответ)
	CONNECT ACKNOWLEDGE	Подтверждение ответа
	PROGRESS	Особенности маршрута
	SETUP	Запрос соединения
Сообщения разрушения соединения	SETUP ACKNOWLEDGE	Запрос принят
	DISCONNECT	Разъединить
	RELEASE	Освободить ресурсы
	RELEASE COMPLETE	Ресурсы освобождены
	RESTART	Рестарт
Сообщения сопровождения соединения	RESTART ACKNOWLEDGE	Подтверждение рестарта
	RESUME	Возобновление соединения
	RESUME ACKNOWLEDGE	Подтверждение возобновления соединения
	RESUME REJECT	Отказ возобновления соединения
	SUSPEND	Прерывание соединения
	SUSPEND ACKNOWLEDGE	Подтверждение прерывания соединения
	SUSPEND REJECT	Отказ прерывания соединения
Прочие сообщения	USER INFORMATION	Информация пользователя
	CONGESTION CONTROL	Управление при перегрузке
	FACILITY	Дополнительная услуга
	INFORMATION	Информация
	STATUS	Статус
	STATUS ENQUIRY	Запрос статуса
	NOTIFY	Уведомление

Таблица 1.8

Пример сообщения CONNECT

Информационный элемент	Обязателен	Длина, байт	Описание
Дискриминатор протокола	М	1	–
Метка соединения	М	≥ 2	–
Тип сообщения	М	1	–
Идентификатор канала	О	≥ 2	Идентифицирует тот канал в интерфейсе, к которому относится сообщение. Обязателен, если сообщение CONNECT является первой реакцией на сообщение SETUP
Прогресс-индикатор	О	2–4	Как для сообщения SETUP
Отображение	О	2–82	Как для сообщения SETUP
«Пользователь-пользователь»	О	2–131	Используется для передачи информации «пользователь-пользователь», но только для соединений в режиме коммутации каналов

Пример сообщения DISCONNECT

Информационный элемент	Обязателен	Длина, байт	Описание
Дискриминатор протокола	М	1	–
Метка соединения	М	≥2	–
Тип сообщения	М	1	–
Причина (cause)	М	4–32	Содержит сведения о причине разъединения и об инициаторе сообщения (пользователь или сеть)
Отображение (display)	О	2–82	Как для сообщения SETUP
«Пользователь-пользователь»	О	2–131	Служит для передачи информации «пользователь-пользователь» для соединения в режиме с коммутацией каналов, а в некоторых случаях – в режиме с передачей пакетных данных

Таблица 1.10

Пример сообщения SETUP

Информационный элемент	Обязателен	Длина, байт	Описание
Дискриминатор протокола (protocol discriminator)	М	1	–
Метка соединения (call reference)	М	≥2	–
Тип сообщения (message type)	М	1	–
Средства доставки информации (bearer capability)	М	4–13	Определяет требования к услугам доставки информации, поддерживаемым запрашиваемый тип соединения
Идентификатор канала (channel identification)	О	≥2	Идентифицирует тот канал в интерфейсе, к которому относится сообщение. Обязателен в направлении «сеть-пользователь»
Прогресс-индикатор (progress indicator)	О	2–4	Используется для указания на изменения характеристик соединения вдоль маршрута
Отображение (display)	О	2–82	Предоставляет информацию, которая может быть отображена на терминале пользователя
Номер вызывающего абонента (calling party number)	О	≥2	Дает адрес вызывающего пользователя
Номер вызываемого абонента (called party number)	О	≥2	Дает адрес вызываемого пользователя

Информационный элемент	Обязателен	Длина, байт	Описание
Пользователь-пользователь (user-user)	О	2-131	Используется для передачи информации «пользователь-пользователь»
Совместимость на нижних уровнях (low layer compatibility)	О	2-16	Используется для контроля совместимости терминального оборудования вызывающего и вызываемого пользователей
Совместимость на верхних уровнях (high layer compatibility)	О	2-4	

Процедуры обработки базового вызова

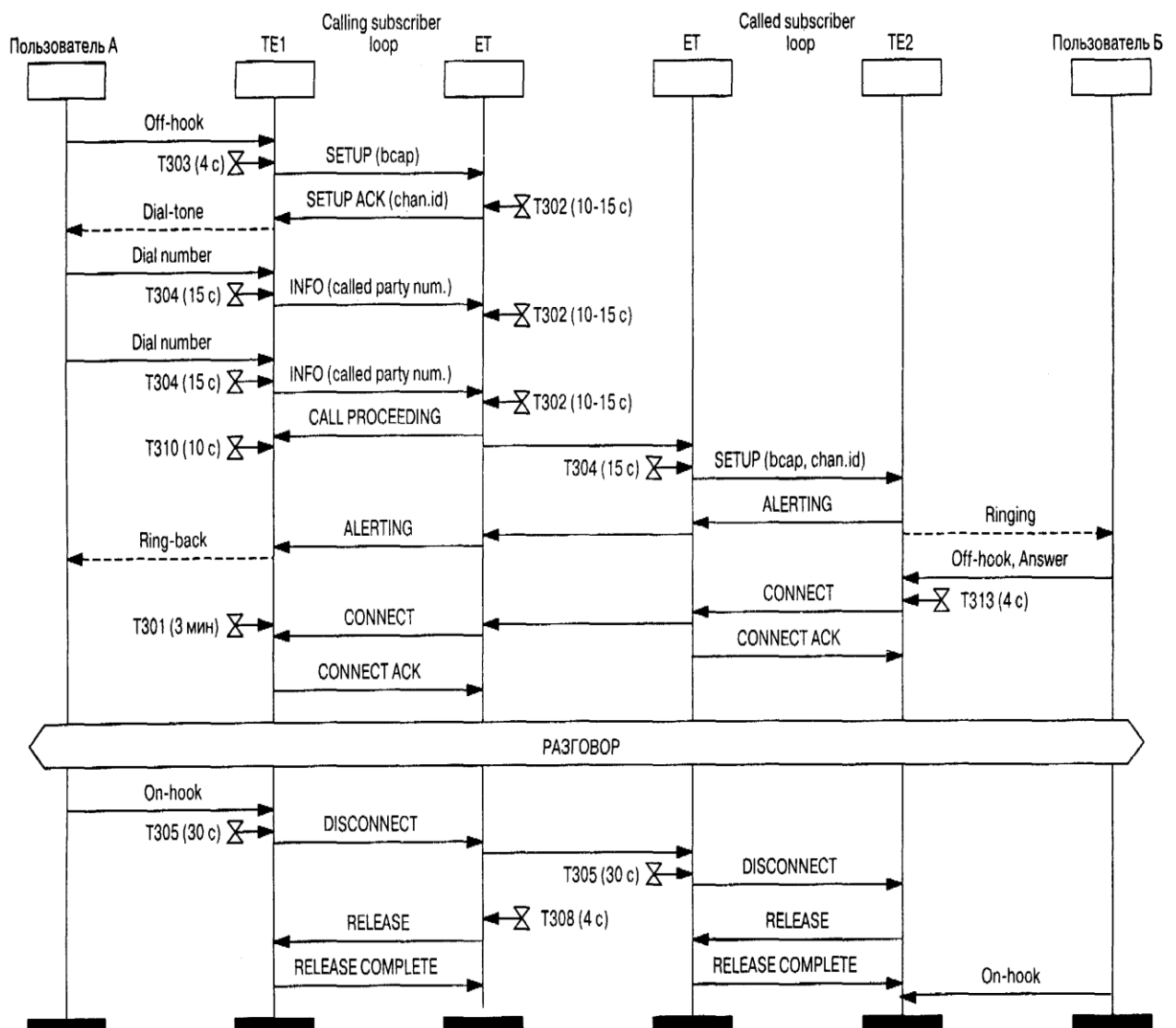


Рис. 1.23. Процедуры управления базовым соединением с коммутацией каналов: передача адреса в режиме с перекрытием

1.8. Тестирование протокола цифровой абонентской сигнализации DSS1

Основные принципы

Тестирование протоколов сигнализации включает в себя тестирование соответствия, совместимости, взаимодействия, мониторинг и оценку производительности телекоммуникационного оборудования. Особенно актуально тестирование на этапе отладки программно-аппаратных средств реализации протоколов сигнализации во вновь разрабатываемых или адаптируемых коммутационных узлах.

Тестовые сценарии

Для проверки алгоритма работы сигнализации существует ряд тестовых сценариев, которые разделяют на нормальные («корректного» поведения) и с ошибками («некорректного» поведения).

Детальное описание DSS1 для построения таких тестовых сценариев приведено в [1].

Протокол-тестеры

Для автоматизации, надежности и ускорения тестирования используются протокол-тестеры. Они обязательно содержат готовые тестовые сценарии и конструкторы, которые позволяют создавать новые сценарии.

Проверка протокола сигнализации DSS1 осуществляется стандартным протокол-тестером – отечественной платформой SNT [1], в частности, его портативным вариантом SNTlite (рис. 1.24).

Имеющаяся в нем подсистема визуализации обеспечивает представление тестовой диагностической информации на экране монитора, в том числе и в виде отметок в заранее выбранных сценариях MSC.

Управляющая подсистема выполняет все основные логические функции симуляции и анализа обмена сигналами в соответствии с протоколом сигнализации, 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.

На этапе проверки протокол-тестер подключается к тестируемой АТС по тракту E1 в режиме симулятора-анализатора на правах окончательного коммутационного оборудования.

Кроме того, SNTlite может работать в режиме монитора-анализатора, выполняя мониторинг, сбор статистических данных и фильтрацию вызовов (по номеру вызываемого абонента, по направлению или по результату соединения).



Рис. 1.24. Протокол-тестер SNTlite

Важно еще раз отметить, что протокол-тестер после проведения ряда тестовых сценариев выводит результаты прохождения тестов, определяя тем самым качество функционирования коммутационного оборудования [1].

2. ИНТЕРАКТИВНЫЙ ЛАБОРАТОРНО-УЧЕБНЫЙ КЛАСС ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОТОКОЛОВ СОТСБИ-У

2.1. Принципы построения интерактивного учебного комплекса

Бурное развитие самых разнообразных, взаимодействующих между собой технологий и протоколов в современном мире телекоммуникаций делает весьма актуальной задачу подготовки и переподготовки квалифицированных кадров, владеющих всеми новыми и существующими инфокоммуникационными технологиями. Столь трудновыполнимая задача несколько упрощается благодаря появившимся в самое последнее время новейшим мультимедийным интерактивным методам и средствам обучения, одним из которых является комплекс СОТСБИ-У.

Интерактивный лабораторно-учебный комплекс СОТСБИ-У базируется на принципе Peer-to-Peer Education (P2PE) и позволяет адаптировать процесс обучения к каждому студенту.

Дополнительный синергетический эффект дают интегрируемые в комплекс СОТСБИ-У вышеупомянутые протокол-тестеры и лабораторное оборудование, позволяющие получить опыт работы непосредственно с изучаемым телекоммуникационным оборудованием. Комплекс СОТСБИ-У разработан таким образом, что позволяет использовать любое телекоммуникационное оборудование, уже имеющееся в распоряжении кафедры, в том числе АТС, УПАТС, ЦОВ и т. п. Это достигается за счет гибкости настройки программной платформы СОТСБИ-У, возможности дополнительного моделирования построенных на ее базе теоретических курсов и лабораторных работ, а также за счет заложенной в нее концепции использования протокол-тестера (например, тестера SNTlite), позволяющего осуществлять мониторинг, симуляцию вызовов и моделирование различных ситуаций. Именно такой комплексный подход дает нужный эффект, успешно апробированный как при повышении квалификации уже сформировавшихся специалистов, так и при обучении студентов в университете.

На базе лабораторно-учебного комплекса реализованы последовательные этапы обучения – теоретический (просмотр лекционного материала), экспериментальный (выполнение лабораторных работ) и практический (знакомство с промышленным оборудованием). Таким образом, лабораторно-учебный комплекс отвечает сформулированным выше требованиям, необходимым для предоставления обучающимся полных и достоверных знаний в области телекоммуникационных технологий и протоколов.

2.2. Описание лабораторно-учебного комплекса СОТСБИ-У

Наряду с цифровой абонентской сигнализацией DSS1 лабораторно-учебный комплекс СОТСБИ-У включает в себя постоянно расширяющийся набор других курсов изучения систем сигнализации, включая системы сигнализации R1.5, стек протоколов ОКС7, протоколы мобильных сетей связи 2G, 2.5G, 3G, протоколы VoIP и др. Программная часть лабораторно-

учебного комплекса содержит теоретические разделы, допуски, лабораторные работы, а также набор инструментов, которые позволяют полностью подготовить студента к осознанной работе с имеющимся в комплексе оборудованием и использовать данные, получаемые при работе с этим оборудованием, для выполнения отчетов по лабораторным работам.

В результате СОТСБИ-У позволяет не только досконально изучить протоколы как таковые, но и сократить разрыв между теорией и практикой, сгладить трудности перехода от процесса обучения к работе с реальным оборудованием.

2.3. Этапы проведения занятий

Лабораторно-учебный класс СОТСБИ-У предполагает прохождение учащимися трех основных стадий обучения:

- стадия подготовки (изучение теоретического материала);
- стадия интерактивного обучения и программной оценки знаний (прохождение допусков и выполнение лабораторных работ);
- эксплуатационная стадия (стадия работы непосредственно с телекоммуникационным оборудованием).

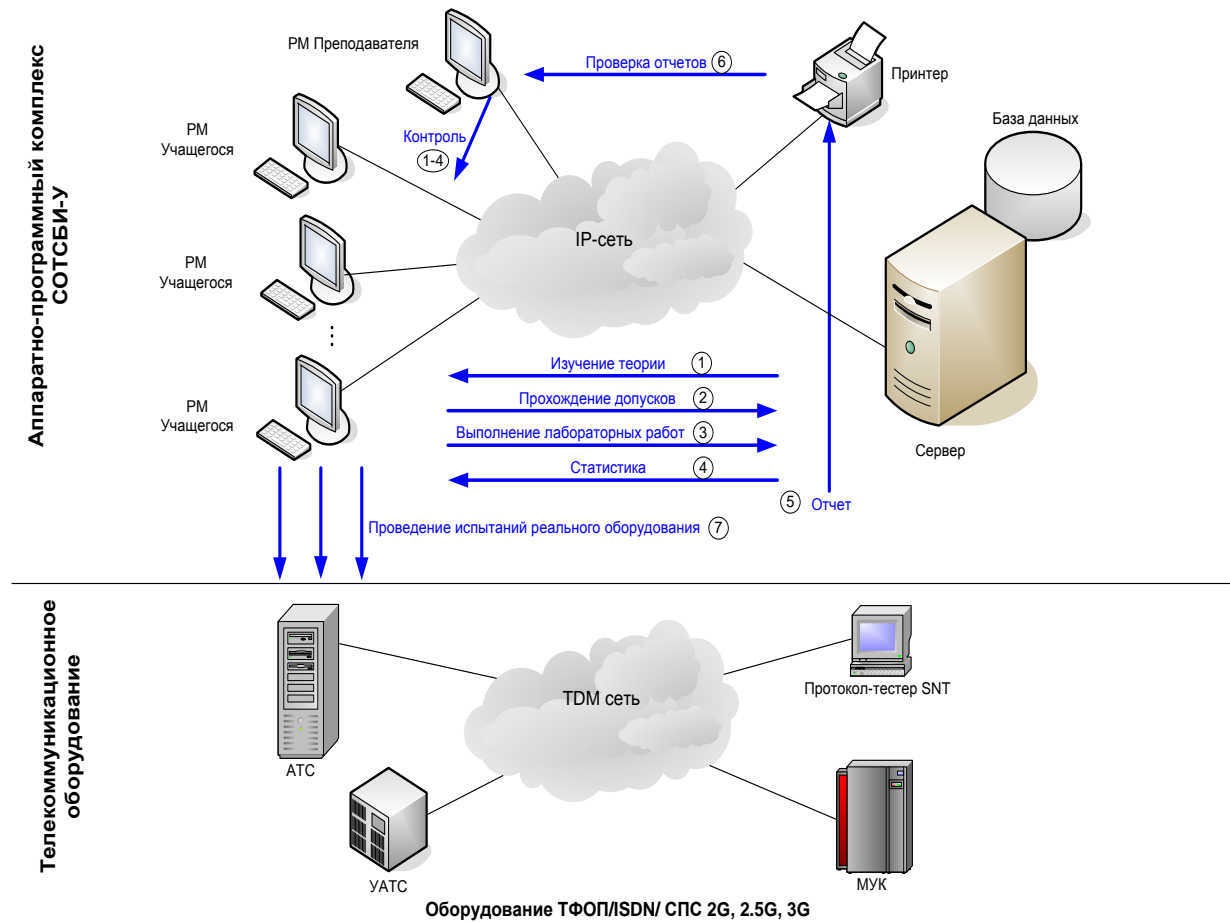


Рис. 2.1. Структурная схема СОТСБИ-У для ССОП/ISDN/СПС 2G, 2.5G, 3G

Структурная схема интерактивного лабораторно-учебного класса СОТСБИ-У (рис. 2.1) содержит следующие элементы:

- рабочие места учащихся, оборудованные ПК с установленным программным комплексом СОТСБИ-У;
- рабочее место преподавателя, оборудованное ПК с установленными программным комплексом СОТСБИ-У (версия преподавателя) и системой наблюдения за мониторами пользователей;
- принтер с возможностью распечатки документов с рабочих мест;
- сервер;
- телекоммуникационное оборудование, поддерживающее протокол;
- тестер телекоммуникационных протоколов с возможностью передачи трейсов протоколов и результатов тестирования на сервер и принтер.

Описание этапов обучения

Этап 1. Изучение теоретического материала

Каждый учащийся, находясь на своем рабочем месте (РМ учащегося), изучает теоретический материал, наглядно представленный в виде анимированных слайдов, что делает процесс обучения более интересным. В случае совмещения лабораторно-учебного класса с лекционной аудиторией теоретический материал (анимированные слайды) может использоваться преподавателем как вспомогательный материал для чтения лекций.

Этап 2. Проверка уровня знаний с помощью тестирования

После получения необходимых теоретических знаний, учащемуся предлагается ответить на вопросы допуска к лабораторным работам.

В случае успешного прохождения допуска, учащийся переходит к третьему этапу – выполнению лабораторных работ. В случае если допуск к лабораторным работам не был получен, учащемуся предлагается выборка разделов теории для повторного изучения, созданная программной на основе анализа ошибочных ответов. После повторного изучения предложенного материала учащийся может снова приступить к прохождению допуска.

Этап 3. Цикл программных лабораторных работ

Учащемуся предлагается выполнить ряд лабораторных работ для закрепления теоретических знаний. В ходе выполнения заданий лабораторных работ учащийся получает знания и навыки, необходимые для перехода к заключительному этапу обучения – работе с реальным телекоммуникационным оборудованием.

Этап 4. Подсистема статистики

При выполнении лабораторных работ на каждом рабочем месте учащегося формируется блок статистики, фиксирующий дату и время получения допуска и/или выполнения лабораторной работы, количество попыток, те вопросы допуска и/или задания лабораторной работы, в которых возникли затруднения. Эти данные передаются на рабочее место преподавателя. Таким образом, можно проанализировать работу как одного учащегося, так и всей группы в целом.

Этап 5. Отчетность

При выполнении лабораторных работ о каждой из них формируются в электронном и в печатном видах отчеты, которые содержат общую информацию (фамилию учащегося, группу, дату, название лабораторной работы и т. д.), информацию о получении допуска (затраченное время, количество попыток) и информацию о выполнении лабораторной работы (время выполнения, данные об ошибках, функциональная схема).

Этап 6. Дистанционный контроль процесса обучения

В процессе изучения теоретического материала, получения допуска и выполнения лабораторных работ преподаватель может дистанционно наблюдать работу каждого из учащихся со своего рабочего места (РМ преподавателя). Отчеты о выполненных лабораторных работах и статистика для каждого из учащихся также выводятся на рабочее место преподавателя. Таким образом, преподаватель имеет полное представление о процессе обучения каждого пользователя и может контролировать этот процесс, что повышает эффективность его работы как с аудиторией в целом, так и индивидуально с каждым студентом.

Этап 7. Работа с телекоммуникационным оборудованием

Учащийся выполняет блок заданий, работая на реальном оборудовании. Полученную в процессе работы с оборудованием информацию учащийся может применить для прохождения второго (дополнительного) блока тестов и лабораторных заданий.

При успешном прохождении текущего этапа учащийся может переходить к следующему этапу обучения.

Работа с теоретическим материалом

Все основные аспекты теории изложены в программной части комплекса СОТСБИ-У в виде анимированных слайдов с необходимым поясняющим текстом, предназначенных для просмотра на экране монитора. Теоретический материал кратко представлен также в первом разделе данного методического пособия. Детально с работой протоколов можно ознакомиться в [1, 2]. Для достижения наиболее эффективных результатов обучения рекомендуется комплексное использование как материала, содержащегося в СОТСБИ-У, так и специализированных справочников по телекоммуникационным протоколам.

Аппаратно-программный комплекс СОТСБИ-У

СОТСБИ-У выполнен в соответствии с современными тенденциями информатизации инженерно-технического образования путем разработки электронных учебно-методических комплексов нового поколения, охватывающих широкий спектр образовательных задач, ориентированных, в первую очередь, на автоматизацию лабораторных практикумов и позволяющих приобрести профессиональные навыки.

В комплекс СОТСБИ-У входит набор интерактивных электронных

курсов обучения с обратной связью, предназначенных для получения базовых знаний о протоколах сигнализации и новых инфокоммуникационных технологиях в рамках ряда теоретических и практических курсов программ подготовки специалистов (инженеров), бакалавров и магистров по разным специальностям направления «Телекоммуникации», по смежным направлениям системы высшего образования, а также по программам телекоммуникационных университетов для факультетов повышения квалификации.

Клиент-серверная платформа СОТСБИ-У, ядро которой разработано на основе технологии Macromedia Flash, содержит материалы о современных протоколах сигнализации, проверяет уровень знаний и закрепляет знания в программируемых лабораторных работах. В случае если уровень знаний низкий, программа анализирует ошибки и подскажет, каким теоретическим вопросам следует уделить дополнительное внимание.

Практические занятия состоят из цикла лабораторных работ, на которых изучаются форматы сигнальных сообщений и сценарии обмена. Обучающая программа накапливает статистические данные о каждом пользователе, формирует выборку разделов теории, плохо изученных пользователем, и обеспечивает доступ к глоссарию, что дает возможность быстро и без пробелов получить необходимые знания. Представляемая информация основана на международных рекомендациях и национальных спецификациях, представленных в книгах серии «Телекоммуникационные протоколы», в частности, в [1].

Подсистема статистики позволяет фиксировать дату/время, продолжительность получения допуска и/или выполнения лабораторной работы, количество попыток, проблемные блоки, в которых у студента возникли затруднения (конкретные вопросы допуска и/или задания лабораторной работы). В результате обработки этих данных формируются наглядные статистические отчеты, которые содержат информацию о выполнении лабораторных работ и получении допусков к ним.

Практическая работа с телекоммуникационным оборудованием

После выполнения программных лабораторных работ на СОТСБИ-У студентам полезно увидеть работу изученных протоколов сигнализации на коммутационном оборудовании, имеющемся в распоряжении кафедры, и выявить особенности ее реализации для конкретных случаев. В дополнение к этому полезна работа с протокол-тестером SNT для анализа протоколов сигнализации TDM-сетей и сигнализации VoIP, а также с реализацией мониторинга сетевой сигнализации на основе лабораторного варианта системы СПАЙДЕР [4].

Благодаря своей модульности и гибкости программная часть комплекса может быть изменена и дополнена новым материалом в зависимости от состава и конфигурации имеющегося оборудования.

Помимо отчета и статистических данных о выполнении программных лабораторных работ, студенты подготавливают отчет о проведенной про-

верке реализации протоколов сигнализации на определенном телекоммуникационном оборудовании, записывают собственные замечания. Затем, для закрепления знаний, полученных при работе с реальным оборудованием, учащиеся могут пройти дополнительный блок лабораторных работ.

2.4. Особенности ИТ-образования на базе СОТСБИ-У

Использование лабораторной установки СОТСБИ-У может позволить максимально автоматизировать процесс проведения лабораторных работ и практических занятий, сделать его самодостаточным, независимым от конкретного временного расписания, а при необходимости, и дистанционным.

Результаты успеваемости и дополнительная информация публикуется в специальном разделе кафедрального web-сайта [2]. И, самое главное, студенты имеют возможность сами управлять своим процессом обучения, не только выбирая интересующий их раздел, но и формируя и исследуя что-то новое.

2.5. Описание лабораторной установки СОТСБИ-У

Вход в программу

Для запуска программы необходимо выбрать на рабочем столе ярлык интерактивного обучающего курса «Учебный курс», после чего на экране монитора ПК появится окно «Вход в программу» (рис. 1).

В программе предусмотрен учет пользователей, который обеспечивает сохранение статистических данных о пользователях (например, данных о полученных допусках к моделированию и выполненным работах по моделированию). Поэтому учащемуся, заходящему в программу, необходимо пройти процедуру авторизации. Обычно для этого необходимо указать свои «Фамилию Имя» и последние 4 цифры номера зачетной книжки.

Необходимо заполнить поля ввода логина и пароля, под которыми пользователь регистрировался, и нажать кнопку «Войти», расположенную в правом нижнем углу окна. При этом необходимо полное совпадение набранных логина и пароля пользователя с зарегистрированными, вплоть до регистра букв (рис. 1). В случае ошибочного ввода данных, неверно заполненное поле ввода приобретет окраску (выделяется красным цветом).

При работе нескольких пользователей на одном рабочем месте учащегося, они могут быть объединены в бригаду (бригада – это объединение пользователей и их данных на время сеанса работы программы). Данные по работе бригады нигде не сохраняются (сохраняются данные по проделанной работе отдельно для каждого пользователя). Для этого после ввода логина и пароля необходимо нажать кнопку «+» для добавления пользователя в бригаду. Фамилия и имя пользователя отобразятся в поле «Состав бригады». Кнопка «-» служит для удаления пользователя из бригады. После добавления всех пользователей необходимо нажать кнопку «Войти».

Главное меню

После входа в программу учащийся попадает в главное меню (рис. 2), интерфейс которого состоит из нескольких функциональных частей, визуально разнесенных по экрану: раскрывающееся меню (кнопки теория, тестирование, моделирование), статистика (кнопки статистика тестов, отчетов, общая), сервисные кнопки (руководство пользователя, блокнот, глоссарий), системные кнопки (развернуть и выход), кнопка «О программе».

При нажатии соответствующих кнопок меню «Теория», «Тестирование» или «Моделирование» учащийся может выбрать этап обучения, с которым намерен работать, а при нажатии соответствующих кнопок подменю – необходимый курс обучения (POTS, ISDN, NGN и пр.).

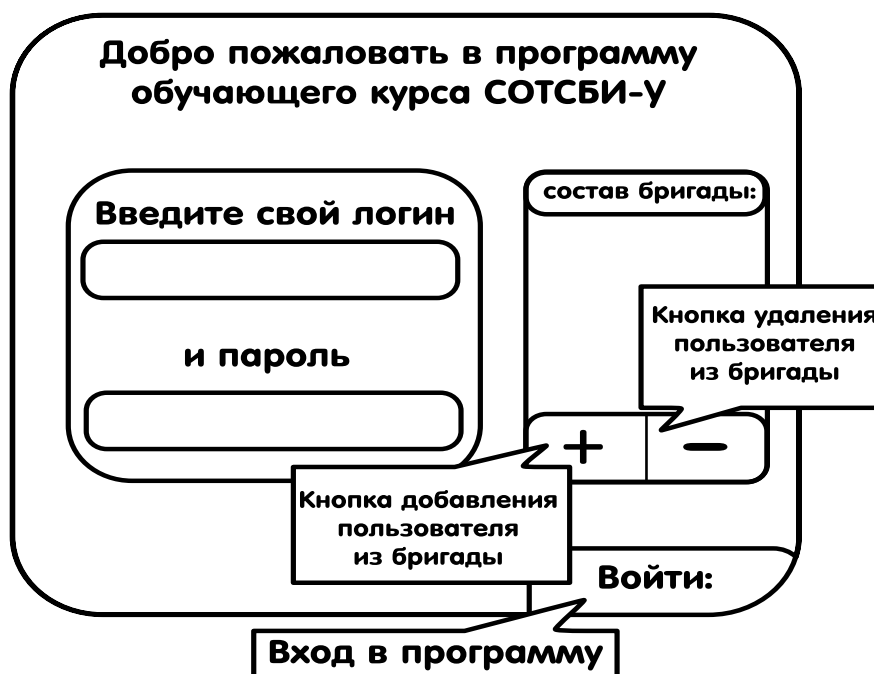


Рис. 1. Окно авторизации пользователей



Рис. 2. Интерфейс главного меню

После выбора курса обучения можно выбрать в раскрывающемся меню раздел дисциплины, а далее – либо необходимую для изучения главу теории, либо соответствующий допуск к лабораторным работам на этапе «Тестирование», либо работу этапа «Моделирование».

Сервисные кнопки

Среди сервисных кнопок расположена кнопка «РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ». При ее нажатии в область окна просмотра (рис. 3.) загружается электронная версия «Руководства пользователя СОТСБИ-У. Бакалавр», в котором подробно описывается интерфейс учебной программы и назначение функциональных клавиш. Рекомендуется перед работой с учебной программой ознакомиться с этим руководством.

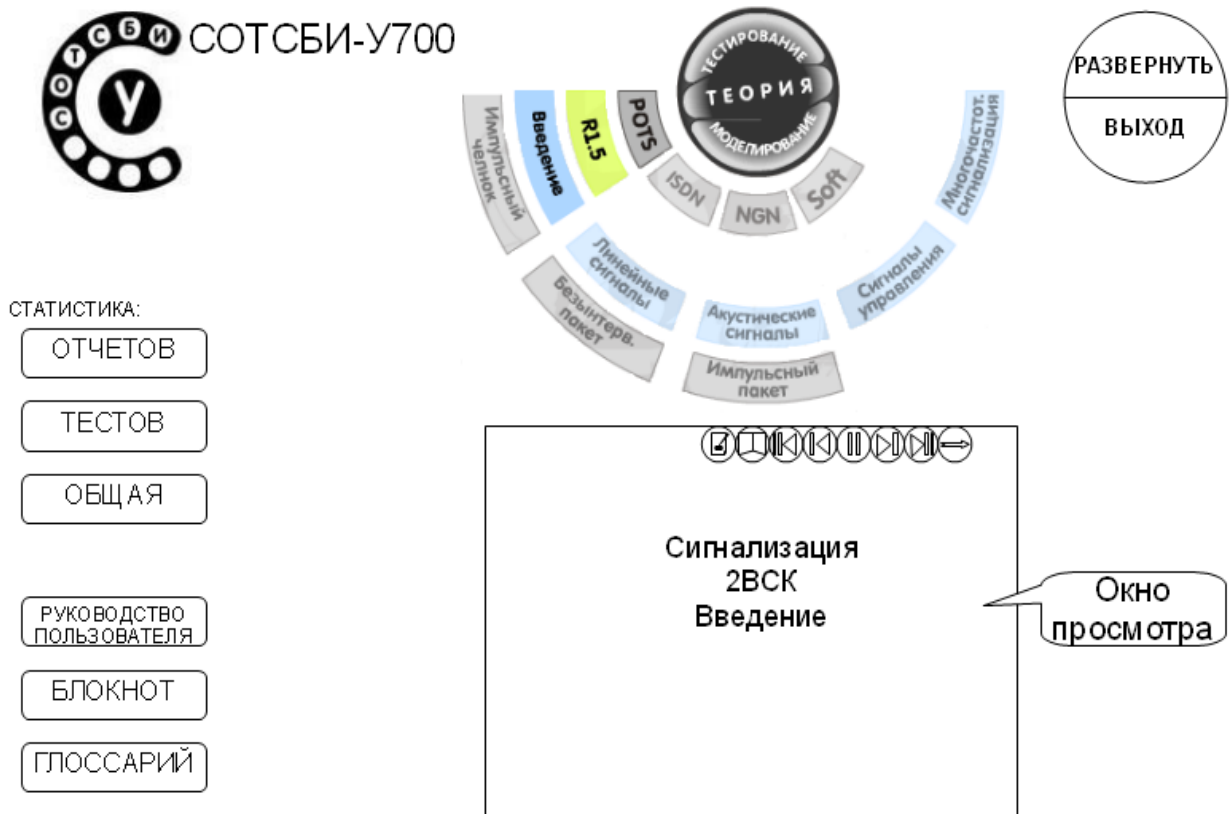


Рис. 3. Окно просмотра

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдштейн, Б. С. Сигнализация в сетях связи. Т. 1 / Б. С. Гольдштейн. – М. : Радио и связь, 2001.
2. Гольдштейн, Б. С. Протоколы сети доступа. Т. 2 / Б. С. Гольдштейн. – М. : Радио и связь, 2001.

**Андрей Владимирович Зимин
Вадим Владленович Фицов
Вадим Юрьевич Гойхман**

**ЦИФРОВАЯ АБОНЕНТСКАЯ
СИГНАЛИЗАЦИЯ DSS1 СЕТИ ISDN**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *Л. А. Медведева*

План 2012 г., п. 13
Подписано к печати 04.12.2012
Объем 3,25 усл.-печ. л. Тираж 100 экз. Заказ 202
Издательство СПбГУТ. 191186 СПб., наб. р. Мойки, 61
Отпечатано в СПбГУТ

**А. В. Зимин
В. В. Фицов
В. Ю. Гойхман**

**СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ.
ЦИФРОВАЯ АБОНЕНТСКАЯ
СИГНАЛИЗАЦИЯ DSS1 СЕТИ ISDN**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2012**