

Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, В.Б. Кадыков, Р.Д. Рерле



**СПРАВОЧНИК
ПО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ПРОТОКОЛАМ**

Интерфейсы V5.1 и V5.2

Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, В.Б. Кадыков, Р.Д. Перле

**Серия справочников
«Телекоммуникационные протоколы ВСС РФ»**

Интерфейсы V5.1 и V5.2

Справочник

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2014

УДК 621.395
У66
ББК 32.88

Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, В.Б. Кадыков, Р.Д. Рерле

Интерфейсы V5.1 и V5.2: Справочник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 288 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-1763-8

Справочник по протоколам универсального интерфейса V5. Основное внимание уделено протоколу ТФОП. Рассматриваются также протокол управления, протокол назначения несущих каналов, протокол защиты, протокол управления трактами. Для всех протоколов приведены таблицы информационных элементов, тестовые сценарии, принципы конвертирования и тестирования. Третий из серии справочников «Телекоммуникационные протоколы ВСС РФ», построенный по тем же принципам, что и два предыдущих.

Справочник

ISBN 978-5-9775-1763-8

© Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Кадыков В.Б., Рерле Р.Д., 2003, 2014

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

Содержание

Предисловие	13
Глава 1. Интерфейсы сети доступа	16
1.1. Интерфейсы серии V.....	16
1.2. Функции и протоколы интерфейса V5.....	18
1.3. Адресное пространство V5.....	21
1.4. Типы данных, передаваемых через интерфейс V5	24
1.5. C-пути и C-каналы.....	25
1.6. Мультиплексирование на уровне 3	27
1.7. Размер кадров V5.....	28
1.8. Формат сообщений уровня 3.....	29
1.8.1. Дискриминатор протокола.....	30
1.8.2. Адрес уровня 3.....	30
1.8.3. Типы сообщений интерфейса V5.....	31
1.8.4. Другие информационные элементы протоколов интерфейса V5	33
Глава 2. Протокол ТфОП	36
2.1. Основы протокола ТфОП	36
2.2. Состояния логических объектов протокола ТфОП	37
2.2.1. Состояния FSM на стороне сети доступа (PSTN_AN)	38
2.2.2. Состояния FSM на стороне АТС (PSTN_LE)	39
2.3. Примитивы и сигналы, связанные с элементарными функциями.....	40
2.4. Сообщения и их структура.....	42
2.4.1. ESTABLISH (создать сигнальный путь).....	43
2.4.2. ESTABLISH ACKNOWLEDGE (подтверждение создания пути)	43
2.4.3. SIGNAL (сигнал)	44
2.4.4. SIGNAL ACKNOWLEDGE (подтверждение приема сообщения SIGNAL).....	45
2.4.5. STATUS (состояние)	45
2.4.6. STATUS ENQUIRY (запрос сведений о состоянии)	45

2.4.7. DISCONNECT (освободить сигнальный путь)	46
2.4.8. DISCONNECT COMPLETE (сигнальный путь освобожден)	46
2.4.9. PROTOCOL PARAMETER (параметр протокола)	47
2.5. Общий формат сообщения и кодирование информационных элементов	47
2.5.1. Дискриминатор протокола	48
2.5.2. Адрес уровня 3	48
2.5.3. Тип сообщения	48
2.6. Идентификаторы информационных элементов сообщений	49
2.6.1. Однобайтовые информационные элементы	50
2.6.1.1. Импульсный сигнал передан (Pulse_notification)	50
2.6.1.2. Данные о линии (Line_information)	50
2.6.1.3. Состояние (State)	51
2.6.1.4. Автономная сигнализация (Autonomous_signalling_sequence)	51
2.6.1.5. Результат автономной сигнализации (Sequence_response)	52
2.6.2. Многобайтовые информационные элементы постоянной длины	52
2.6.2.1. Порядковый номер (Sequence_number)	52
2.6.2.2. Модулированный вызов (Cadenced_ringing)	53
2.6.2.3. Непрерывный сигнал (Steady_signal)	53
2.6.2.4. Цифра (Digit_signal)	54
2.6.2.5. Время распознавания (Recognition_time)	55
2.6.2.6. Отмена автономной реакции на сигнал от абонента (Disable_autonomous_acknowledge)	56
2.6.3. Многобайтовые информационные элементы переменной длины	56
2.6.3.1. Импульсный сигнал (Pulsed_signal)	56
2.6.3.2. Активизировать автономную реакцию на сигнал от абонента (Enable_autonomous_acknowledge)	58
2.6.3.3. Причина (Cause)	59
2.6.3.4. Ресурс недоступен (Resource_unavailable)	60
2.7. Процедуры протокола ТфОП	61
2.7.1. Общие сведения	61
2.7.2. Процедуры обработки ошибочных ситуаций	61
2.7.3. Процедуры, связанные с сигнальным путем	62
2.7.4. Процедуры, не связанные с сигнальным путем	62
2.8. Использование таймеров	63
Глава 3. Протокол управления	65
3.1. Основы протокола управления	65

3.2. Сообщения и их структура.....	66
3.2.1. Сообщение PORT CONTROL (управление портом)	67
3.2.2. Сообщение PORT CONTROL ACKNOWLEDGE.....	68
3.2.3. Сообщение COMMON CONTROL	68
3.2.4. Сообщение COMMON CONTROL ACKNOWLEDGE	69
3.3. Структура информационных элементов, входящих в состав сообщений	70
3.3.1. Дискриминатор протокола.....	70
3.3.2. Адрес уровня 3.....	70
3.3.3. Тип сообщения.....	71
3.3.4. Другие информационные элементы.....	71
3.3.4.1. Оценка характеристик работы (Performance grading)	72
3.3.4.2. Причина отказа (Rejection cause)	72
3.3.4.3. FE управления (Control function element)	73
3.3.4.4. Идентификатор функции управления (Control function ID)	74
3.3.4.5. Вариант (Variant).....	75
3.3.4.6. Идентификатор интерфейса (Interface ID)	76
3.4. Семантика сообщений	77
3.5. Таймеры протокола управления	79
3.6. Состояния FSM протокола управления.....	80
3.6.1. FSM управления портом.....	80
3.6.2. FSM общего управления	80
3.7. Таблицы поведения FSM протокола управления.....	81
3.7.1. Таблицы для FSM управления портом на сторонах сети доступа и АТС	81
3.7.2. Таблицы для FSM общего управления на сторонах сети доступа и АТС.....	83
3.8. FSM реконфигурации.....	84
3.8.1. Состояния FSM реконфигурации	85
3.8.2. События FSM реконфигурации	85
3.8.3. Поведение FSM реконфигурации на стороне АТС и сети доступа	85
3.8.3.1. FSM реконфигурации на сторонах AN и LE	86
3.8.3.2. Процедура верификации на сторонах AN и LE.....	89
3.9. Управление пользовательскими портами.....	90
3.9.1. Управление портом первичного доступа ISDN.....	90
3.9.1.1. Информация о событиях (FE) и примитивы	91
3.9.1.2. Состояния FSM пользовательского порта на стороне AN	95
3.9.1.3. Состояния FSM пользовательского порта на стороне LE.....	96
3.9.1.4. Поведение FSM портов на сторонах AN и LE.....	97

3.9.2. Управление портом базового доступа ISDN	100
3.9.2.1. Информация о событиях (FE) и примитивы	100
3.9.2.2. Состояния FSM пользовательского порта на стороне AN	104
3.9.2.3. Состояния FSM пользовательского порта на стороне LE	105
3.9.2.4. Поведение FSM портов на сторонах AN и LE	106
3.9.2.5. Мониторинг рабочих характеристик	110
3.9.3. Порт ТфОП	110
3.9.3.1. Информация о событиях (FE) и примитивы	110
3.9.3.2. Состояния FSM пользовательского порта ТфОП	111
3.9.3.3. Состояния FSM пользовательского порта ТфОП на стороне AN	112
3.9.3.4. Состояния FSM пользовательского порта ТфОП на стороне LE	112
3.9.3.5. Поведение FSM пользовательских портов на сторонах AN и LE	113
3.10. FSM уровня 1 интерфейса V5	114
3.10.1. События и сообщения об отказах	114
3.10.2. Алгоритм обнаружения событий и сигналов, управляющих FSM уровня 1	116
3.10.3. FSM уровня 1	116
3.11. Процедуры протокола	118

Глава 4. Протокол назначения несущих каналов (BCC PROTOCOL) 119

4.1. Общее	119
4.2. Типы В-соединений	120
4.3. Описание состояний логического объекта протокола BCC	121
4.3.1. Состояния логического объекта BCC на стороне AN	121
4.3.2. Состояния логического объекта BCC на стороне LE	122
4.4. Примитивы, сообщения и таймеры логического объекта протокола BCC на стороне LE	122
4.4.1. Примитивы, сообщения и таймеры на стороне LE	122
4.4.2. Примитивы, сообщения и таймеры на стороне AN	124
4.5. Сообщения протокола BCC	125
4.5.1. ALLOCATION (назначение)	125
4.5.2. ALLOCATION COMPLETE (назначение выполнено)	126
4.5.3. ALLOCATION REJECT (в назначении отказано)	126
4.5.4. DE-ALLOCATION (отмена назначения)	127
4.5.5. DE-ALLOCATION COMPLETE (назначение отменено)	128
4.5.6. DE-ALLOCATION REJECT (в отмене назначения отказано)	128
4.5.7. AUDIT (аудит)	129
4.5.8. AUDIT COMPLETE (аудит выполнен)	130

4.5.9. AN FAULT (неисправность в сети доступа)	130
4.5.10. AN FAULT ACKNOWLEDGE (подтверждение приема AN FAULT)	131
4.5.11. PROTOCOL ERROR (ошибка протокола)	132
4.6. Информационные элементы сообщений протокола BCC	132
4.6.1. Ссылочный номер процесса	132
4.6.2. Другие информационные элементы	133
4.6.2.1. Идентификатор пользовательского порта (User port identification)	133
4.6.2.2. Идентификатор канала порта ISDN (ISDN port channel identification)	134
4.6.2.3. Идентификатор канального интервала V5 (V5 time slot identification)	135
4.6.2.4. Таблица соответствия (Multi-slot map)	135
4.6.2.5. Причина отказа (Reject cause)	137
4.6.2.6. Причина ошибки протокола (Protocol error cause)	140
4.6.2.7. В-соединение не завершено (Connection incomplete)	141
4.7. Параметры и условия работы таймеров	142
4.8. Описание конечных автоматов FSM протокола BCC на сторонах AN и LE	144
4.9. Процедуры протокола BCC	147
4.9.1. Назначение несущих каналов – нормальная процедура	147
4.9.2. Назначение несущих каналов – специальные процедуры	147
4.9.3. Отмена назначения несущих каналов – нормальная процедура	148
4.9.4. Отмена назначения несущих каналов – специальные процедуры	148
4.9.5. Процедура аудита	148
4.9.6. Процедура уведомления об отказе внутри AN	148
4.9.7. Процедура обработки ошибок в структуре сообщений	148
Глава 5. Протокол управления трактами (LINK CONTROL PROTOCOL)	150
5.1. Общие положения	150
5.1.1. Идентификация тракта	151
5.1.2. События и извещения	152
5.1.3. Алгоритм обнаружения событий и сигналов	154
5.2. FSM уровня 1 интерфейса V5.2	155
5.3. События и FE, относящиеся к FSM управления трактом	158
5.4. Состояния FSM управления трактом	160
5.4.1. Общее описание состояний	160
5.4.2. Основные требования к координации поведения разных FSM	161
5.4.3. Состояния FSM управления трактом на стороне AN	161

5.4.4. Состояния FSM управления трактом на стороне LE	162
5.5. Описание FSM управления трактом на сторонах AN и LE	164
5.5.1. FSM управления трактом, сторона AN	164
5.5.2. FSM управления трактом, сторона LE	166
5.6. Протокол управления трактами (уровень 3)	168
5.6.1. Сообщения протокола управления трактами и их структура	168
5.6.1.1. Сообщение LINK CONTROL	168
5.6.1.2. Сообщение LINK CONTROL ACK	168
5.6.2. Структура и кодирование информационных элементов	169
5.6.2.1. Информационный элемент «Адрес уровня 3»	169
5.6.2.2. Информационный элемент «Функция управления трактом»	169
5.6.3. Состояния логического объекта протокола	170
5.6.4. Таймеры протокола управления трактами	171
5.6.5. Поведение логического объекта протокола на сторонах AN и LE	171
5.6.6. Процедуры протокола управления трактами	172

Глава 6. Протокол защиты (PROTECTION PROTOCOL) 174

6.1. Основы протокола защиты	174
6.1.1. Организация физических и логических C-каналов	175
6.1.2. Разделение ответственности	177
6.1.3. Управление ресурсами C-канала после отказа	177
6.1.4. Функции контроля и обнаружения отказов	178
6.1.4.1. Отказ тракта 2048 кбит/с	179
6.1.4.2. Контроль флагов	179
6.1.4.3. Контроль звена данных	179
6.1.5. Функциональная модель протокола защиты	179
6.2. Состояния логических объектов протокола защиты	181
6.3. Примитивы, сообщения, таймеры	182
6.4. Определение и состав сообщений протокола защиты	185
6.4.1. Сообщение SWITCH-OVER REQ	186
6.4.2. Сообщение SWITCH-OVER COM	186
6.4.3. Сообщение OS-SWITCH-OVER COM	187
6.4.4. Сообщение SWITCH-OVER ACK	187
6.4.5. Сообщение SWITCH-OVER REJECT	188
6.4.6. Сообщение PROTOCOL ERROR	188

6.4.7. Сообщение RESET SN COM	189
6.4.8. Сообщение RESET SN ACK	189
6.5. Структура и кодирование информационных элементов	190
6.5.1. Идентификатор логического C-канала	190
6.5.2. Порядковый номер	191
6.5.3. Идентификатор физического C-канала	191
6.5.4. Причина отказа	192
6.5.5. Причина ошибки протокола	193
6.6. Список системных параметров	195
6.7. Описание FSM протокола защиты на сторонах AN и LE	196
6.7.1. FSM протокола защиты, сторона AN	196
6.7.2. FSM протокола защиты, сторона LE	198
6.8. Процедуры протокола защиты	199

Глава 7. Тестирование протоколов интерфейса V5 201

7.1. Принципы тестирования взаимодействия АТС и сети доступа через интерфейс V5	201
7.2. Состав тестов интерфейса V5	203
7.2.1. Тесты старта (категория А)	203
7.2.2. Тесты управления конфигурацией (категория В)	204
7.2.3. Тесты блокировки/разблокировки ИКМ-тракта (категория С)	204
7.2.4. Тесты работы с отказами трактов (категория D)	204
7.2.5. Тесты национального мэппинга ТфОП (категория E)	205
7.2.6. Тесты доступа ISDN (категория F)	206
7.2.7. Услуги (категория G)	207
7.2.8. Тесты стабильности функционирования (категория H)	207
7.3. Тестовые конфигурации	207
7.4. Тестовые сценарии старта (категория А) интерфейса V5	210
7.4.1. Старт интерфейса V5.1	213
7.4.1.1. Старт интерфейса V5.1, инициируемый обеими сторонами	213
7.4.1.2. Старт, инициируемый стороной AN	213
7.4.1.3. Старт, инициируемый стороной LE	214
7.4.2. Старт интерфейса V5.2	214
7.4.2.1. Старт, инициируемый обеими сторонами	214
7.4.2.2. Старт, инициируемый стороной AN	215
7.4.2.3. Старт, инициируемый стороной LE	215

7.4.2.4.	Старт системы; недоступен Первичный тракт	215
7.4.2.5.	Старт системы; недоступен Вторичный тракт	216
7.4.2.6.	Старт системы; тракт с С-путем для протокола ТФОП недоступен	217
7.4.2.7.	Старт системы; недоступен тракт, содержащий только несущие каналы	217
7.5.	Тестовые сценарии процедур управления конфигурацией (категория В)	218
7.5.1.	Интерфейс V5.1	218
7.5.1.1.	Менеджмент интерфейса V5.1	218
7.5.1.2.	Менеджмент С-каналов	218
7.5.2.	Интерфейс V5.2	219
7.5.2.1.	Менеджмент интерфейса V5.2	219
7.5.2.2.	Менеджмент С-каналов	219
7.6.	Тесты блокировки/разблокировки ИКМ-тракта (категория С).....	220
7.6.1.	Интерфейсы V5.1 и V5.2	220
7.6.1.1.	Блокировка Первичного тракта, иницируемая LE	220
7.6.1.2.	Разблокировка Первичного тракта, иницируемая LE	221
7.6.1.3.	Блокировка Вторичного тракта, иницируемая LE.....	221
7.6.1.4.	Разблокировка вторичного тракта, иницируемая LE.....	222
7.6.1.5.	Тракт с С-путями для сигнализации ТФОП блокируется со стороны LE	222
7.6.1.6.	Тракт с С-путями для сигнализации ТФОП разблокируется со стороны LE.....	223
7.6.1.7.	Тракт, содержащий только несущие/резервные каналы, блокируется со стороны AN	224
7.6.1.8.	Отложенная блокировка со стороны AN тракта, содержащего только несущие и/или резервные каналы.....	225
7.7.	Тесты работы с отказами трактов (категория D)	225
7.7.1.	Интерфейс V5.1	225
7.7.1.1.	Отказ тракта	225
7.7.1.2.	Восстановление тракта после отказа	226
7.7.1.3.	Сбой в тракте	226
7.7.1.4.	Кратковременный обрыв тракта.....	226
7.7.2.	Интерфейс V5.2	227
7.7.2.1.	Отказ Первичного тракта	227
7.7.2.2.	Отказ Вторичного тракта.....	227
7.7.2.3.	Отказ Первичного и Вторичного трактов	228
7.7.2.4.	Отказ тракта, содержащего только несущие каналы	228
7.7.2.5.	Отказ Первичного тракта без С-путей для протокола ТФОП.....	229
7.7.2.6.	Отказ тракта с С-путем для протокола ТФОП.....	229
7.7.2.7.	Восстановление после отказа тракта, содержащего только несущие и/или резервные каналы.....	230

7.8. Тесты национального мэйпинга ТфОП (категория Е).....	230
7.8.1. Занятие со стороны AN	231
7.8.1.1. Занятие без набора номера	231
7.8.1.2. Отбой после получения сигнала «Ответ станции».....	231
7.8.1.3. Превышение выдержки времени, ограничивающей длительность прослушивания сигнала «Занято»	231
7.8.1.4. Превышение выдержки времени, ограничивающей межсерийный интервал ($T_{МСИ}=20\div 25с$)	232
7.8.1.5. Отбой до окончания многочастотного набора номера	232
7.8.1.6. Отбой до окончания импульсного набора номера	232
7.8.1.7. Многочастотный набор номера; ответ со стороны LE	233
7.8.1.8. Импульсный набор; ответ со стороны LE	233
7.8.1.9. Ответ со стороны LE; отбой со стороны LE	233
7.8.1.10. Ответ со стороны LE; отбой со стороны AN	233
7.8.2. Занятие со стороны LE	234
7.8.2.1. Нет ответа со стороны AN	234
7.8.2.2. Ответ со стороны AN	234
7.8.2.3. Ответ стороны AN; отбой со стороны AN	234
7.8.2.4. Ответ стороны AN; отбой со стороны LE	235
7.8.3. Проверка блокировки/разблокировки портов ТфОП.....	235
7.8.3.1. Немедленная блокировка порта ТфОП со стороны AN	235
7.8.3.2. Установление соединения со стороны AN к заблокированному порту.....	235
7.8.3.3. Установление соединения со стороны LE к заблокированному порту	236
7.8.3.4. Блокировка порта ТфОП со стороны LE	236
7.8.3.5. Разблокировка порта ТфОП со стороны AN	237
7.8.3.6. Разблокировка порта ТфОП со стороны LE	237
7.8.3.7. Отложенная блокировка порта ТфОП со стороны AN	237
7.8.3.8. Блокировка порта ТфОП со стороны LE	238
7.8.3.9. Разблокировка порта ТфОП со стороны LE	238
7.8.4. Другие тестовые сценарии для ТфОП.....	239
7.8.4.1. Установление соединения с централизованно управляемого таксофона	239
7.8.4.2. Абонент А использует кнопку «R» (Рисунок 7.8)	240
7.9. Тесты доступа ISDN	241
7.9.1. Базовый доступ ISDN (категория F)	241
7.9.1.1. Активизация, иницируемая стороной AN	241
7.9.1.2. Активизация, иницируемая стороной LE	241
7.9.1.3. Деактивизация со стороны LE	242
7.9.1.4. Новый вызов до деактивизации порта.....	242
7.9.1.5. Несколько вызовов из одного порта.....	242

7.9.1.6. Несколько вызовов к одному порту	243
7.9.2. Первичный доступ ISDN	243
7.10. Услуги (категория G)	243
7.11. Тесты стабильности (категория H).....	243
7.11.1. Массовые контрольные вызовы	244
7.11.2. Тестирование динамического назначения каналов (интерфейс V5.2)	244
7.12. Протокол-тестер SNT-7531	245
7.12.1. Область применения и функциональные возможности	245
7.12.2. Пользовательский интерфейс	246
7.12.2.1. Окно режима мониторинга.....	247
7.12.2.2. Окно режима симуляции	248
7.12.2.3. Настройка	249
7.12.2.4. Окно меню настройки мониторинга	250
7.12.2.5. Настройка фильтров	254
7.12.2.6. Общая настройка	260
7.12.2.7. Сменить шрифт	262
7.12.2.8. Система интерактивного обучения и помощи	264

Глава 8. Конвертеры протоколов V5 265

8.1. Область применения.....	265
8.2. Сценарии преобразования протоколов.....	266
8.2.1. Вызов со стороны PRI E-DSS1 к стороне LE.....	267
8.2.2. Вызов со стороны LE V5 к стороне PRI E-DSS1	270
8.3. Конвертер VSM	276

Список сокращений 281

Литература 284

Предисловие

«Из пятидесяти разнообразных попыток сделать безнадежное дело одна обязательно удастся». Этот принцип пятидесяти попыток, который сформулировал В.Л. Леви в своих работах, посвященных «искусству быть собой», полностью соответствует ситуации со стандартизацией интерфейса сети абонентского доступа. Безуспешность попыток унифицировать интерфейс между АТС и выносными концентраторами была обусловлена нежеланием компаний-производителей телекоммуникационного оборудования сменить свой «фирменный» интерфейс на стандартный и, тем самым, выпустить операторов на свободный рынок средств доступа.

И, все же, одна попытка удалась – появился универсальный интерфейс сети абонентского доступа V5, которому и посвящена эта книга, очередная из серии справочников по современным телекоммуникационным протоколам. Успех попытки создания V5 связан с тем, что почти столетняя история постепенного эволюционного развития сети абонентского доступа, удовлетворявшей полосой 3,1 кГц и базировавшейся на металлической проволоке, вступила в фазу революционных преобразований, связанных с новыми технологиями и новыми принципами организации сети связи – с появлением беспроводного абонентского доступа (WLL), оптоволоконных абонентских линий, современных систем мультиплексирования и передачи информации между абонентом и коммутационным узлом сети связи по цифровым абонентским линиям xDSL.

У современных требований к сети доступа есть три источника, соответствующих трем видам предоставляемых пользователям услуг связи:

- передача речи (телефонная связь, аудиоинформация, справочные услуги, речевая почта);
- передача данных (электронная почта, Интернет, факсимильные сообщения, электронные платежи);
- передача видеоинформации (видео по запросу, телеконференции).

Для предоставления услуг каждого из этих видов сегодня, как правило, имеется своя сеть абонентских линий и используются свои передающие среды – двухжильный медный кабель для аналоговых телефонных линий, кабельная коаксиальная сеть для кабельного телевидения, волоконно-оптические линии связи, средства беспроводного доступа и т.д. Таким образом, рассматривая сеть абонентского доступа, можно назвать три составные части этой сети:

- металлический кабель (витая пара, коаксиальный кабель и др.);
- волоконно-оптический кабель;
- беспроводные средства (WLL – Wireless Local Loop).

В связи с таким расширением номенклатуры средств сети доступа и, в частности, с распространением оборудования WLL, возросла потребность в универсальном открытом интерфейсе, который, к тому же, позволил бы совмещать в одной сети оборудование разных производителей.

Именно таким и является интерфейс V5. Его местоположение определено в опорной точке V, о которой говорится в начале первой главы. Там показано, что в этой точке могут существовать пять вариантов интерфейса. Интерфейс V1 предназначен для подключения к станционному окончанию АТС пользователей ISDN с базовым доступом 2B+D, а интерфейсы V2, V3, V4 и V5 на физическом уровне представляют собой цифровые тракты 2048 кбит/с, соответствующие рекомендациям G.703, G.704.

Справочник построен в ставшей традиционной для этой серии манере. Глава 1 посвящена физическому стыку в опорной точке V, общему описанию интерфейса V5, его функциональной и многоуровневой модели, понятию C-пути и C-канала, мультиплексированию на уровнях 2 и 3, а также рассмотрению других общих протокольных вопросов. Стек протоколов интерфейса V5 содержит протокол ТФОП, протокол управления, протокол назначения несущих каналов, протокол защиты, протокол управления трактами. Этим протоколам посвящены главы 2 – 6. Описание протоколов содержит определения примитивов, таймеров, структуры сообщений, состояний логических объектов протоколов, и др.

Главы 7 и 8 составляют третью часть справочника, посвященную тестированию и преобразованию протоколов интерфейса V5. В главе 7 рассматриваются вопросы тестовых испытаний V5, мониторинга соединительных линий между сетью абонентского доступа (AN) и коммутационными станциями (LE), а также симуляторов сторон AN и LE. В материал этой главы включены тестовые сценарии платформы SNT, на которой построен протокол-тестер SNT-7531, ставший сегодня стандартом де-факто для Взаимоувязанной сети связи РФ. Тем не менее, все материалы этой и предшествующих ей глав вполне справедливы и по отношению к другим тестерам: к упрощенной версии портативного тестера SNTlite той же платформы SNT и к ряду импортных тестеров,

поддерживающих национальный мэппинг интерфейса V5, а также и не поддерживающих его (в последнем случае этот справочник будет еще более полезен).

В заключительной главе 8 рассматриваются некоторые из тех аспектов преобразования и реализации протоколов интерфейса V5, которые представляются актуальными именно сегодня, когда практически все ведущие операторские компании подключают к коммутационным узлам оборудование проводного и беспроводного абонентского доступа, выпускаемое независимыми и никак не связанными с поставщиками АТС производителями, а рекомендованный ITU-T и ETSI интерфейс V5 является основным способом такого подключения.

Глава 1. Интерфейсы сети доступа

1.1. Интерфейсы серии V

Интерфейс, поддерживающий доступ пользователей к сети связи, помещается в опорной точке V, которая находится на границе между цифровой линией доступа и стационарным окончанием ET (Exchange Termination) местной цифровой АТС.

Возможные варианты доступа в точке V представлены на рис. 1.1, взятом из рекомендации Q.512 ITU-T [58]. В монографии указано, что интерфейс V1 предназначен для подключения к стационарному окончанию АТС линий базового доступа ISDN 2B+D [31, 36, 42, 50], а интерфейсы V2, V3, V4 и V5 на физическом уровне представляют собой цифровые тракты 2048 кбит/с, причем физические и электрические характеристики этих трактов соответствуют рекомендации G.703, структура циклов – рекомендации G.704, а различаются они используемыми системами сигнализации. В частности, для интерфейса V2 протокол сигнализации не определен; имеется в виду, что этот протокол будет специфическим для цифровых АТС каждого типа. Интерфейс V3 ориентирован на подключение к стационарному окончанию АТС пользователей ISDN с первичным доступом 30B+D [33, 34, 35, 40, 41, 51], а спецификации V4 исключены из последних версий рекомендации Q.512 в связи с появлением интерфейса V5.

Разработка спецификаций интерфейса V5 была начата в 1991 году Европейским институтом стандартизации ETSI, а первые спецификации этого интерфейса были опубликованы в 1993 году. В 1995 году ITU-T утвердил рекомендации для V5.1 [8÷16, 52] (без концентрации) и V5.2 [17÷25, 53] (с концентрацией).

Спецификации разработаны таким образом, что позволяют, не нарушая общей логики построения протоколов, учитывать национальные особенности систем сигнализации. Сопряжение этих особенностей с общей логикой получило название «мэппинг». Национальный «мэппинг» протокола определяется отдельно для каждой страны [32]. В частности, российские национальные спецификации [3, 4, 5] были разработаны авторами этой книги совместно

со специалистами компании Нокиа под руководством Кея Оллколла в рамках существовавшей тогда совместной Рабочей группы СФРГ. Именно эти спецификации и были утверждены в 1997 г. Государственным комитетом связи и информатизации (так называлось в те годы Министерство связи России).

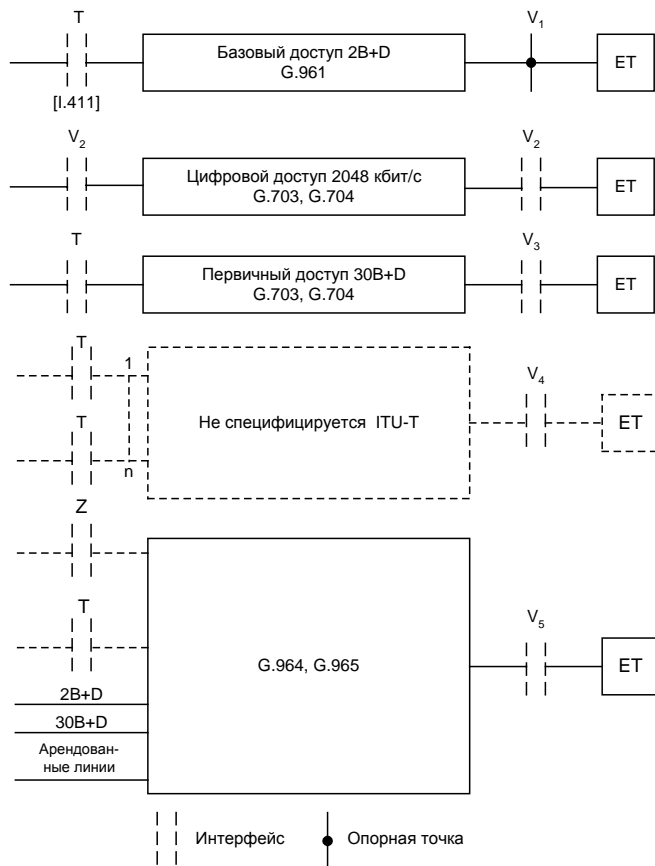


Рис. 1.1. Интерфейсы и опорные точки V

Интерфейс V5.1 содержит только один цифровой тракт 2048 кбит/с и позволяет подключить к АТС до 30 аналоговых абонентских линий или В-каналов базового доступа ISDN. Для передачи сигнальной информации использован принцип общего канала, и в тракте 2048 кбит/с для таких каналов предусмотрено до трех канальных интервалов.

Интерфейс V5.2 может содержать до 16 трактов 2048 кбит/с и поддерживает концентрацию нагрузки, например с коэффициентом 8. В каждом ИКМ-тракте тоже предусмотрено несколько каналов для сигнализации.

Таким образом, один интерфейс V5.1 может поддерживать до 30 портов ТФОП или до 15 портов базового доступа ISDN, а один интерфейс V5.2 – порядка трех тысяч (30×16×8) портов ТФОП или 1500 портов базового доступа ISDN. В обоих случаях порты ТФОП и порты ISDN могут использовать один и тот же ИКМ-тракт интерфейса.

1.2. Функции и протоколы интерфейса V5

Интерфейс V5 служит для подключения к АТС сетей доступа, построенных на базе ИКМ-трактов с пропускной способностью 2048 кбит/с. Кроме так называемых несущих каналов, т.е. каналов 64 кбит/с, каждый из которых обеспечивает перенос через интерфейс информации, передаваемой/принимаемой пользователем по В-каналу ISDN или по абонентской линии ТФОП, в интерфейсе предусмотрен и ресурс, который служит для переноса через него служебной информации – сигнальной и контрольно-управляющей, обеспечивающей, в частности, управление портами ТФОП и ISDN (под портом в данном случае понимается совокупность ресурсов АТС и сети доступа, поддерживающих один интерфейс «пользователь-сеть» – UNI-интерфейс). Интерфейс V5 обеспечивает обслуживание пользователей сети связи как в режиме по требованию (on-demand), так и в режиме полупостоянных соединений.

Интерфейс V5.1 не предусматривает концентрации нагрузки (допускается лишь статическое мультиплексирование).

Интерфейс V5.2 предусматривает возможность концентрации нагрузки. Для этого разработан специальный протокол назначения несущих каналов, который при наличии зафиксированного в порту запроса соединения назначает для В-канала этого порта один из свободных канальных интервалов ИКМ-тракта, соединяющего сеть доступа и станцию. Обладая высокой пропускной способностью (до 16 ИКМ-трактов), интерфейс V5.2 позволяет, кроме базового доступа, обеспечить подключение к АТС и оборудования первичного доступа ISDN. Спецификации сигнализации и управления для V5.2 не отличаются от таковых для V5.1, но т.к. V5.2 позволяет концентрировать нагрузку, его применение помогает добиться высокой эффективности использования ресурсов сети связи.

Оконечное оборудование абонента должно включаться в оборудование сети доступа, обеспечивающее его взаимодействие с ответной частью оборудования, установленной на цифровой АТС.

Электрические параметры каждого ИКМ-тракта 2048 кбит/с в интерфейсе V5 соответствуют рекомендациям ITU-T G.703, G.704 [46, 47, 48] и стандарту ETS 300 166 [38, 39]. Характеристики джиттера – рекомендации ITU-T G.823 [49].

Определены следующие функции, связанные с переносом информации через интерфейс V5:

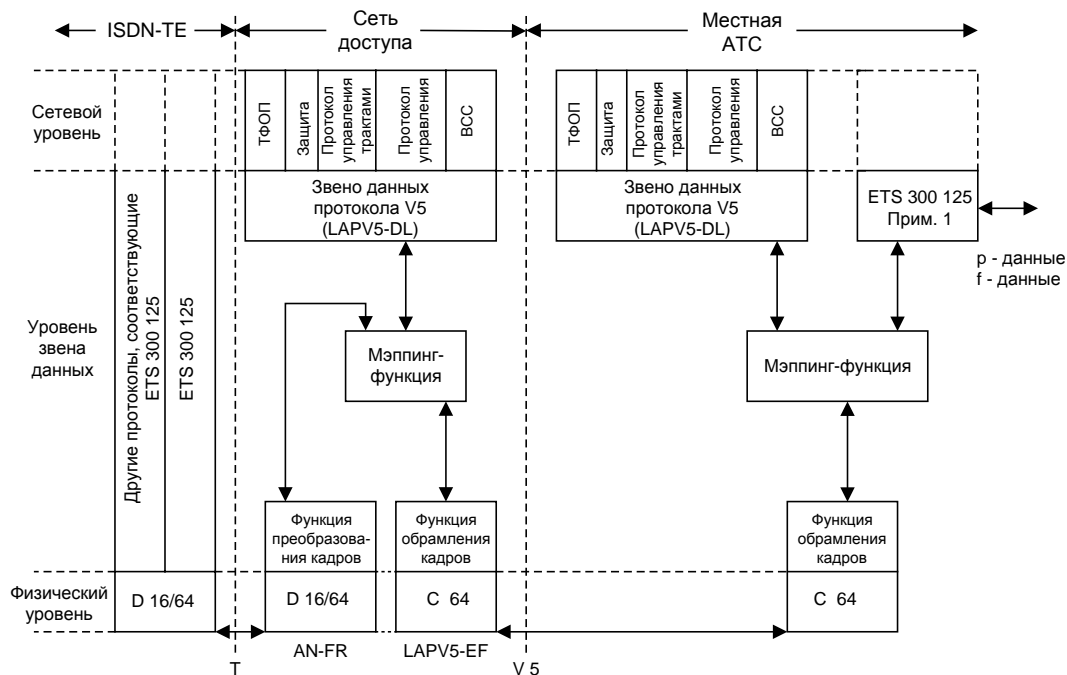
- *функции несущих каналов*, которые обеспечивают двухсторонний перенос через интерфейс информации, передаваемой/принимаемой пользователями по В-каналам портов ISDN или по каналам 64 кбит/с портов ТфОП;
- *функции поддержки D-каналов ISDN*, которые обеспечивают двухсторонний перенос через интерфейс информации D-каналов портов ISDN (сигнальной информации, данных, передаваемых в пакетном режиме, и данных, передаваемых в режиме трансляции кадров);
- *функции поддержки сигнализации ТфОП*, которые обеспечивают двухсторонний перенос сигнальной информации портов телефонной сети общего пользования;
- *функции управления портами*, которые обеспечивают двухсторонний перенос через интерфейс управляющей и контрольной информации, связанной с блокировкой и разблокировкой отдельных пользовательских портов ISDN и ТфОП, а также с рядом функций, специфических для портов ISDN (активизацией/деактивизацией доступа, индикацией ошибок, контролем характеристик работы, управлением потоком сигнальной информации);
- *функции общего управления*, обеспечивающие управление реконfigurацией интерфейса, временную блокировку D-каналов отдельных портов ISDN в условиях перегрузки, рестарт протокола ТфОП и проверку согласованности обеих сторон интерфейса V5;
- *функции назначения канальных интервалов ИКМ-трактов для несущих каналов*, предоставляемых пользователям, обеспечивающие концентрацию нагрузки;
- *функции управления ИКМ-трактами интерфейса*, обеспечивающие проверку исправности трактов и соответствия их идентификаторов на разных сторонах интерфейса, а также перевод тракта из рабочего состояния в нерабочее и обратно;
- *функции защиты служебной информации*, которые обеспечивают переключение логических каналов сигнализации и управления на резервные физические каналы при обнаружении отказов ИКМ-трактов, а также контроль ошибок протокола и перезапуск средств нумерации сообщений;
- *функции тактирования*, предоставляющие необходимую тактовую информацию для передачи битов, идентификации байтов и цикловой синхронизации. Эта информация может также использоваться для организации синхронной работы сети доступа и АТС.

Как будет показано ниже, все эти функции реализуются в интерфейсе V5.2, а в интерфейсе V5.1 – только некоторая их часть.

В интерфейсе V5 предусматриваются протоколы разных функциональных уровней. В соответствии с моделью взаимодействия открытых систем здесь имеется три уровня – физический, звена данных и сетевой (рис. 1.2).

Физический уровень (уровень 1) [54, 55], поддерживается стандартной цифровой системой передачи со скоростью 2048 кбит/с.

Уровень звена данных (уровень 2), в задачу которого входит надежная передача сообщений уровня 3, поддерживается протоколом LAPV5, представляющим собой модификацию протокола LAPD системы сигнализации DSS1 [37]. Надежность передачи достигается путем нумерации кадров уровня 2, вычисления и добавления в конец каждого кадра проверочной комбинации для обнаружения ошибок. Если проверка принятого кадра показывает, что он содержит ошибку, запрашивается повторная передача всех кадров, начиная с последнего правильно принятого.



Примечание 1: Исключения составляют функции, оканчивающиеся в блоке преобразования кадров стороны AN.

Примечание 2: "Защита" означает протокол защиты.

"ВСС" означает протокол назначения несущих каналов.

Рис. 1.2. Архитектура протоколов интерфейса V5

Протокол LAPV5 содержит два подуровня, один из которых составляют функции обрамления кадров LAPD (подуровень LAPV5-EF), а второй – собственно функции поддержки звена данных в интерфейсе V5 (подуровень LAPV5-DL). Для переноса информации D-канала ISDN функции обрамления должны быть дополнены в сети доступа функциями преобразования кадров (AN-FR).

Взаимодействие подуровней уровня 2 происходит под управлением т.н. функции мэппинга (mapping function). Мы опишем взаимодействие этих подуровней, после того как рассмотрим ряд других, важных для его понимания вопросов, в частности вопросов адресации.

Сетевой уровень (уровень 3) [45], представлен следующими протоколами интерфейса V5.1:

- протокол поддержки сигнализации ТфОП;
- служебный протокол управления, который реализует функции управления пользовательскими портами (Port control) и функции общего управления (Common control);

Сетевой уровень интерфейса V5.2, в дополнение к вышеназванным, содержит следующие служебные протоколы:

- протокол назначения несущих каналов (BCC-Bearer Channel Connection);
- протокол управления трактами интерфейса (Link Control Protocol);
- протокол защиты (Protection Protocol).

Отметим, что служебными (housekeeper) называют протоколы, которые служат для поддержки конфигурации и работоспособности интерфейса V5 и не связаны непосредственно с переносом через него сигнальной и пользовательской информации.

1.3. Адресное пространство V5

Адреса, используемые в интерфейсе V5 на уровнях 2 и 3, выбираются таким образом, чтобы протокол управления мог обращаться к пользовательским портам как ISDN, так и ТфОП с помощью адресов уровня 3, причем таких же, как адреса, используемые для управления соединением и на уровне 2, и на уровне 3. При этом подходе образуется общее адресное пространство, которое отображается на адресное пространство уровня 2 и на адресное пространство уровня 3.

Поле адреса содержит 13 битов. В таблице 1.1 приведены значения битов второго байта поля адреса. Значения битов первого байта этого поля в сообщениях служебных протоколов и протокола ТфОП равны 1. Общее адресное пространство интерфейса V5 содержит адреса портов ISDN и портов ТфОП для каждого из протоколов V5.

Таблица 1.1. Адресное пространство уровня 2

Для интерфейса V5.1								Адрес V5 (десятичный)
Биты								
8	7	6	5	4	3	2	1	
1	1	1	1	1	1	C/R	EA	Байт 1
								Байт 2
1	1	1	0	0	0	0	EA	Протокол ТФОП (8176)
1	1	1	0	0	0	1	EA	Протокол управления (8177)
Для интерфейса V5.2								
1	1	1	1	1	1	C/R		Байт 1
								Байт 2
1	1	1	0	0	0	0		Протокол ТФОП (8176)
1	1	1	0	0	0	1		Протокол управления (8177)
1	1	1	0	0	1	0		Протокол ВСС (8178)
1	1	1	0	0	1	1		Протокол защиты (8179)
1	1	1	0	1	0	0		Протокол управления трактами (8180)

Адреса портов ISDN в общем адресном пространстве соответствуют адресам уровня 2, используемым для идентификации этих портов. Адреса уровня 3 для ISDN определены в стандартных спецификациях системы DSS1 и находятся вне области спецификации интерфейса V5. Значения от 0 до 8175 служат для идентификации пользовательских портов ISDN и не используются для идентификации логических протокольных объектов уровня 3.

Несколько слов об упоминавшемся выше обрамлении кадров LAPD.

Сообщения ISDN до передачи через V5 уже помещены в информационное поле кадров LAPD. Чтобы эти кадры могли транслироваться через сеть доступа, необходимо снабдить их оболочкой с ярлыком, указывающим адрес пользовательского порта ISDN. Для сообщений управления соединениями ISDN адрес в этом ярлыке является адресом порта ISDN из общего адресного пространства V5. Такая же двухуровневая структура адресации кадра использована и для сообщений других протоколов, позволяя тем самым свободно специфицировать в дальнейшем внутреннюю часть кадра для новых протоколов сети доступа. Структура обрамления кадра показана на рис. 1.3.

Внешний адрес представляет собой 13-битовое число, которое вместе с тремя фиксированными битами составляет два байта, следующих за открывающим флагом кадра (рис. 1.4). Эти 13 битов позволяют присваивать внешнему адресу значения от 0 до 8191. Оставшиеся в байтах 2 и 3 биты – это два бита расширения адресного поля (EA) и один бит идентификации команды/ответа (C/R) кадра ISDN. Здесь бит C/R всегда имеет фиксированное значение 0, так

как его функцию выполняет бит C/R в кадре подуровня звена данных (LAPV5-DL), находящемся внутри обрамления.

Бит								Байт
8	7	6	5	4	3	2	1	
			Открывающий флаг					1
			Внешний адрес (старшие биты)					2
			Внешний адрес (младшие биты)					3
			ИНФОРМАЦИЯ кадра LAPD					⋮
			Проверочный полином					N-2
			Закрывающий флаг					N-1
								N

Рис. 1.3. Структура обрамления кадра

8	7	6	5	4	3	2	1	Байт
Адрес (LAPV5-EF) уровня 2 (старшие биты)						0	EA=0	
Адрес (LAPV5-EF) уровня 2 (младшие биты)							EA=1	2

Рис. 1.4. Поле адреса (LAPV5-EF) уровня 2

Внешние адреса от 0 до 8175 используются для идентификации портов ISDN, связанных с интерфейсом V5. Остаточные адреса от 8176 до 8191 используются для идентификации виртуальных портов в оборудовании на любой стороне интерфейса V5. Завершают обрамление два байта проверочной комбинации FCS и закрывающий флаг. Флаги имеют ту же кодировку 01111110, что и в системе DSS1.

Теперь можно вернуться к вопросу взаимодействия подуровней уровня 2 V5.

Направление от LAPV5-EF к LAPV5-DL: Когда подуровень LAPV5-EF принимает кадр со стороны АТС и при этом V5DL-адрес находится внутри диапазона, который отведен для адресов логических объектов протоколов V5, информационное поле обрамленного кадра передается подуровню LAPV5-DL.

Направление от LAPV5-DL к LAPV5-EF: Подуровень LAPV5-DL запрашивает функцию обрамления сформировать обрамленный кадр с EF-адресом, равным адресу V5DL. Кадр подуровня LAPV5-DL помещается в информационное поле обрамленного кадра LAPV5-EF.

Направление от AN-FR к LAPV5-EF: Кадры D-канала, принимаемые от пользовательских портов ISDN, обрабатываются функциями преобразования кадров в сети доступа и поступают в LAPV5-EF для передачи через интерфейс V5 к АТС. В качестве параметра передается EF-адрес, связанный с пользовательским портом, и обработанный кадр вводится в информационное поле обрамленного кадра LAPV5-EF.

Направление от LAPV5-EF к AN-FR: Когда подуровень LAPV5-EF принимает от АТС кадр с V5DL-адресом внутри диапазона, отведенного для идентификации портов ISDN, содержание информационного поля обрамленного кадра и EF-адрес поступают к функциям преобразования кадров в сети доступа для дополнительной обработки и передачи пользовательскому порту ISDN.

1.4. Типы данных, передаваемых через интерфейс V5

Функционирование каждого протокола сопровождается переносом через интерфейс V5 данных, типы которых перечислены ниже. С учетом того, что для ISDN определены три типа данных, передаваемых по D-каналу, – сигнальная информация управления соединениями (s-тип), данные, передаваемые в режиме трансляции кадров (f-тип), и пакетные данные пользователей (p-тип) – через интерфейс проходят данные:

- p-типа – данные D-канала ISDN с SAPI=16;
- f-типа – данные D-канала ISDN с SAPI= 32 – 64;
- Ds-типа – сигнальная информация D-канала ISDN (SAPI не равен ни одному из приведенных выше);
- сигнальная информация ТфОП;
- информация служебного протокола управления;
- информация служебного протокола ВСС;
- информация служебного протокола управления трактами;
- информация служебного протокола защиты.

Данные p-типа и f-типа обычно маршрутизируются к коммутаторам пакетов и трансляции кадров. Маршрутизация данных этих типов может также осуществляться в сети доступа функциями, предоставляющими услуги арендованных линий.

1.5. С-пути и С-каналы

Ресурс, выделяемый в интерфейсе V5 для передачи данных одного типа, называется С-путем. Группа из одного или нескольких С-путей разных типов, среди которых отсутствует С-путь для передачи информации протокола защиты, составляет логический С-канал. Канальные интервалы (КИ), предназначенные для переноса данных логического С-канала, образуют в тракте интерфейса V5 канал 64 кбит/с, который называется физическим С-каналом.

С-пути для передачи информации служебных протоколов (управления, ВСС, управления трактами и защиты) всегда должны размещаться в КИ16 т.н. Первичного тракта. С-пути, по которым передаются данные р-типа, f-типа и Ds-типа, могут размещаться в одном логическом С-канале или разделяться для передачи по разным логическим С-каналам. При этом данные р-, f- и Ds-типов одного пользовательского порта не должны передаваться по разным логическим С-каналам.

Каждый пользовательский порт ISDN для данных каждого из трех типов всегда использует в интерфейсе V5 один и тот же канальный интервал, но может использовать разные канальные интервалы V5 для данных разных типов. Для данных одного типа разные пользовательские порты ISDN могут использовать разные С-пути в разных канальных интервалах V5.

Протокол ТфОП также использует только один канальный интервал, однако ни он, ни С-пути с данными D-канала ISDN не могут занимать канальный интервал, используемый служебными протоколами, для увеличения своего ресурса в случае, когда возрастает количество пользовательских портов или нагрузка D-канала ISDN.

В интерфейсе V5.2 предусмотрена защита логических С-каналов, по которым между сетью доступа и местной АТС передаются сигнальная информация и данные всех служебных протоколов. Протокол защиты позволяет при отказе Первичного тракта интерфейса V5.2 автоматически переключать эти логические С-каналы на т.н. Вторичный тракт. Сообщения протокола защиты имеют приоритет относительно других сообщений, передаваемых в физическом С-канале.

Протокол действует так, что все С-пути резервируемого логического С-канала переключаются на один резервный физический С-канал. Резервируемые С-каналы могут принадлежать группе защиты 1 или 2.

Группа защиты 1 использует два физических С-канала, размещенных в КИ16 Первичного тракта интерфейса V5.2 и Вторичного (резервного) тракта.

При пуске системы логический С-канал, содержащий С-пути протокола управления, протокола управления трактами и протокола ВСС, размещается в КИ16 Первичного тракта,

а при отказе этого тракта логический С-канал переключается на КИ16 Вторичного тракта. Потери сообщений при переключении (если они происходят) должны обнаруживаться процедурами уровня 3, и по этому факту должны предприниматься соответствующие действия. Средства протокола защиты обеспечивают непрерывный мониторинг флагов всех физических С-каналов (активных и резервных) для защиты от отказов, которые еще не обнаружены средствами уровня 1.

Если организуется группа защиты 2, то она, как правило, обеспечивает N2 логических каналов; число N2 удовлетворяет неравенству $1 \leq N2 \leq (3 \times L - 2 - K2)$, где L – количество трактов в интерфейсе, K2 – количество резервных каналов ($1 \leq K2 \leq 3$).

В интерфейсе V5.1 имеется три канальных интервала, которые могут быть использованы для передачи данных сигнализации ТФОП и протокола управления.

Если для всех С-путей используется только один канальный интервал, это должен быть КИ16, поскольку в нем размещается С-путь с данными протокола управления.

Если для С-путей используется два канальных интервала, это должны быть КИ16 и КИ15. С-путь с данными протокола управления размещается в КИ16. Другие С-пути (для сигнальной информации портов ТФОП и ISDN) могут каждый использовать любой из канальных интервалов КИ16 или КИ15.

Если для С-путей необходимо более двух канальных интервалов, это должны быть КИ16, КИ15 и КИ31, причем, именно в приведенной последовательности.

Протокол управления, опять-таки, должен использовать КИ16. Поскольку протокол ТФОП использует только один канальный интервал, то остающийся ресурс может использоваться для С-путей ISDN. В любом КИ могут быть размещены С-пути для данных r-, f- и D_s-типов.

Кроме протокола управления, в интерфейсе V5.2 действуют и другие служебные протоколы, которые используют тот же канальный интервал, что и протокол управления. И хотя в интерфейсе предусмотрены резервные КИ, наличие других служебных протоколов может оказывать косвенное влияние на размещение С-путей по канальным интервалам. Поэтому приняты следующие правила.

Для размещения С-путей в качестве физических С-каналов могут использоваться канальные интервалы КИ16, КИ15 и КИ31 каждого тракта 2048 кбит/с. Прочие КИ используются как несущие каналы, управляемые протоколом ВСС.

В случае когда используется один тракт, размещение С-путей в КИ должно совпадать с размещением, принятым для интерфейса V5.1 (это необходимо, чтобы обеспечить совмести-

мость V5.2 с V5.1). Если в интерфейсе имеется более одного тракта, должен применяться протокол защиты. В этом случае КИ16 первого тракта будет использоваться для передачи информации протокола защиты и для размещения других С-путей, которые планировались в этом канале. В КИ16 второго тракта также должна передаваться информация протокола защиты.

Если возникает необходимость иметь дополнительные КИ, они должны выбираться в следующей последовательности:

- КИ16 каждого из оставшихся трактов; если этого недостаточно, то
- КИ15 первого тракта; если этого недостаточно, то
- КИ31 того же тракта; а если и этого недостаточно, то
- КИ15 и КИ31 следующего тракта, как описано выше.

Этот процесс может продолжаться до тех пор, пока не будут заняты КИ15 и КИ31 всех трактов интерфейса.

1.6. Мультиплексирование на уровне 3

Сигнальная информация пользовательских портов ТфОП мультиплексируется на уровне 3 и переносится через интерфейс V5 по звену данных уровня 2 для протокола ТфОП. Аналогично, управляющая информация мультиплексируется на уровне 3 и переносится по звену данных уровня 2 для протокола управления. Адресная информация портов содержится в сообщениях уровня 3 ТфОП и протокола управления.

Мультиплексирование на уровне 3, в основном, производится, как описано в стандарте ETS 300 324-1, со следующими дополнениями, относящимися к интерфейсу V5.2:

- информация протокола управления трактами мультиплексируется на уровне 3 и переносится через интерфейс V5.2 по звену уровня 2, предназначенному для информации управления трактами;
- информация протокола ВСС мультиплексируется на уровне 3 и переносится через интерфейс V5.2 по звену уровня 2, предназначенному для информации ВСС;
- информация протокола защиты мультиплексируется на уровне 3 и переносится через интерфейс V5.2 по двум звеньям уровня 2, предназначенным для передачи информации протокола защиты и организуемым в Первичном и Вторичном трактах 2048 кбит/с.

1.7. Размер кадров V5

Обмен информацией между сетью доступа и АТС производится кадрами, форматы которых показаны на рис. 1.5. Имеется два типа форматов:

- формат А для кадров, не содержащих информационного поля;
- формат В для кадров, содержащих информационное поле.

Формат А используется при покадровой передаче без подтверждения. Формат В используется в режиме передачи нумерованных кадров с информацией уровня 3.

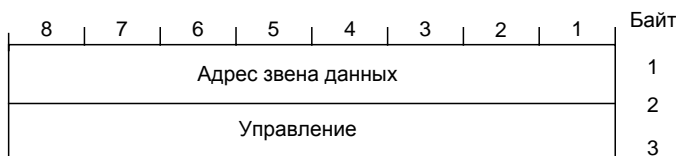


Рис. 1.5.а. Структура А кадра с полем «Управление»

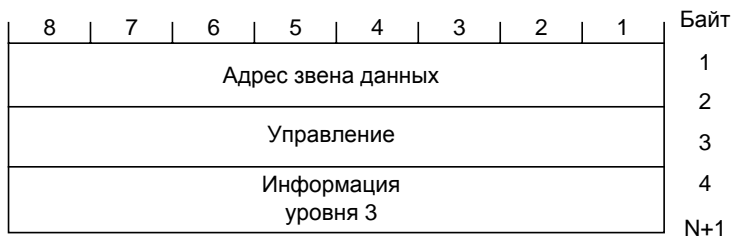


Рис. 1.5.б. Структура В кадра с полем «Информация уровня 3»

Минимальный размер необрамленного кадра (без открывающего и закрывающего флагов и проверочной комбинации) – 3 байта, максимальный – 533 байта. Последняя величина требует пояснения. Кадр уровня 2 считается ошибочным, если его длина вдвое превышает разрешенную величину 268 байтов плюс 2 байта. Таким образом, максимально допустимая длина кадра от открывающего флага до закрывающего равна $2 \cdot 268 + 2 - 1 = 537$ байтов. Если вычесть 2 байта с флагами и 2 байта с проверочной комбинацией, то получится 533 байта.

1.8. Формат сообщений уровня 3

Все протоколы уровня 3 интерфейса V5 (протокол ТфОП, протокол управления, протокол управления трактами, ВСС-протокол и протокол защиты) – это протоколы, ориентированные на сообщения. Структура сообщения протокола ТфОП и протокола управления представлена на рис. 1.6а. Структура сообщения протокола управления трактами, ВСС-протокола и протокола защиты представлена на рисунке 1.6б.

Дискриминатор протокола		1	Байт
Адрес уровня 3		1	2
Адрес уровня 3 (младший байт)			3
0	Тип сообщения		4
Другие информационные элементы			и т.д.

а)

Дискриминатор протокола		1	Байт
Адрес уровня 3			2
Адрес уровня 3 (младший байт)			3
0	Тип сообщения		4
Другие информационные элементы			и т.д.

б)

Рис. 1.6. Общая структура сообщений протоколов уровня 3

Каждое сообщение содержит три обязательных информационных элемента: «Дискриминатор протокола» (1 байт), «Адрес уровня 3» (2 байта), «Тип сообщения» (1 байт) и другие информационные элементы, обязательность/необязательность и длина каждого из которых зависят от типа сообщения. В сообщении любого протокола V5 любой информационный элемент может присутствовать только один раз.

В каждом байте бит с номером «1» передается первым; в каждом информационном элементе байт с номером «1», передается первым; за ним передаются байты с номерами 2,3,4 и т.д. Когда информационное поле состоит более чем из одного байта, «веса» битов уменьшаются с увеличением номера байта. Таким образом, самый маленький вес в составе информационного поля имеет младший бит байта с наибольшим номером.