



Руководство пользователя

Версия программного обеспечения: msv**2.04.00** rfv**02.02**

Версия Руководства: **02.04.00.00**

Последнее изменение: 21.04.2005

© **ООО «РАТЕОС»**. Все права защищены. ООО «РАТЕОС» прилагает все усилия для того, чтобы информация, содержащаяся в этом документе, являлась точной и надежной. Однако, ООО «Ратеос» не несет ответственности за возможные неточности и несоответствия информации в данном документе, а также сохраняет за собой право на изменение информации в этом документе в любой момент без уведомления. Для получения наиболее полной и точной информации ООО «Ратеос» рекомендует обращаться к последним редакциям документов на сайте www.rateos.ru. ООО «Ратеос» не несет ответственности за возможный прямой и косвенный ущерб, связанный с использованием своих изделий. Перепечатка данного материала, а также распространение в коммерческих целях без уведомления ООО «РАТЕОС» запрещены. ООО «РАТЕОС» не передает никаких прав на свою интеллектуальную собственность. Все торговые марки, упомянутые в данном документе, являются собственностью их владельцев.

Содержание

1	ИСТОРИЯ ВЕРСИЙ	5
2	ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ МОДЕМА	9
3	РАЗЪЕМЫ, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ	10
3.1	Органы управления.....	10
3.2	Органы индикации.....	10
3.3	Разъемы.....	11
4	РАБОТА С МОДЕМОМ	14
4.1	Установка.....	14
4.2	Подключение внешних устройств.....	15
4.2.1	Антенны.....	15
4.2.2	Интерфейсы RS-232 и RS-485.....	16
4.2.3	Питание.....	17
4.3	Конфигурация параметров.....	18
5	РЕЖИМЫ РАБОТЫ МОДЕМА	19
5.1	Режим «Инициализация».....	20
5.2	Режим «Командный».....	20
5.3	Режим смены программного обеспечения (ПО).....	21
5.4	Режим «Тест».....	22
5.5	Режим передачи данных «Прозрачный».....	22
5.6	Режим передачи данных «Пакетный».....	23
5.6.1	Режим передачи данных «Пакетный #1» (DCE - DTE).....	24
5.6.2	Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE).....	28
5.6.3	Работа в автоматическом (циклическом) режиме.....	31
5.7	Режим «Прямой доступ».....	31
5.8	Ретрансляция пакетов.....	34
5.9	Режимы работы по эфиру (гарантии доставки данных адресату).....	35
5.9.1	Широковещательный режим.....	35
5.9.2	Индивидуальный режим («точка-точка»).....	36
5.9.3	Анализ занятости эфира.....	37
5.10	Буферизация данных, входящих по последовательному порту.....	38
5.11	Буферизация принятых из эфира данных. Конкатенация данных.....	38
5.12	Карта ОЗУ модема.....	40
5.13	Работа модема на скорости 76 800 бод.....	41
6	УДАЛЕННОЕ КОНФИГУРИРОВАНИЕ	42
6.1	Редактирование профиля.....	42
6.1.1	Структура профиля.....	43
6.2	Удаленное конфигурирование в командном режиме.....	45
6.3	Тестирование канала связи с удаленным модемом.....	46
7	ФОРМАТ ПАКЕТА В ЭФИРЕ. ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ	47
7.1	Помехоустойчивое кодирование.....	48
7.2	Перемежение.....	50
7.3	Рандомизация (скремблирование).....	50
8	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	52
8.1	Коррекция частоты приемопередатчика.....	52
8.2	Активизация режима «Прямой доступ».....	52
8.3	Данные для команды \$TEST.....	53
9	АДРЕСАЦИЯ И ПРИМЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ	54
9.1	Адресация.....	54
9.2	Режим «ТОЧКА – ТОЧКА» с установлением соединения.....	54
9.3	Режим «ТОЧКА – ТОЧКА» без установления соединения.....	55
9.4	Режим «ТОЧКА – ТОЧКА» с повторителем.....	55
9.5	Режим «ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ» без базовой станции (МНОГОТОЧЕЧНЫЙ).....	56
9.6	Режим «ТОЧКА - МНОГО ТОЧЕК» с одной базовой станцией.....	56
9.6.1	Широковещательная сеть без гарантии доставки сообщений.....	56
9.6.2	Широковещательная сеть с гарантией доставки сообщений.....	57
9.7	Режим «ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ» с повторителем.....	57
10	РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИЕМА И РЕТРАНСЛЯЦИИ ПАКЕТОВ	58

10.1	Прием ретранслированных пакетов	61
10.2	Игнорирование пакетов	62
11	КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ МОДЕМОМ.....	64
11.1	\$DMP(R) – вывод профиля (удаленного) модема	65
11.2	\$FREQ - изменение частоты приема/передачи	65
11.3	\$MYID - изменение собственного адреса модема	66
11.4	\$TXID - изменение адреса вызываемого модема.....	66
11.5	\$AR – скорость передачи данных по эфиру	66
11.6	\$PWR – установка мощности передатчика	67
11.7	\$MNL – число бит, передаваемых без инверсии последнего бита.....	67
11.8	\$AIR, \$bAIR - параметры передачи данных по эфиру	67
11.9	\$DFEC –тип FEC для информационных пакетов	68
11.10	\$RFEC –тип FEC при ретрансляции	69
11.11	\$RAFEC –тип FEC при ответе на команду удаленного конфигурирования.....	69
11.12	\$COM, \$bCOM - параметры последовательного порта.....	69
11.13	\$EODS - символ передачи данных в прозрачном режиме	70
11.14	\$MDA, \$bMDA - режим работы модема	70
11.15	\$ACKT - время ожидания подтверждения в режиме «точка-точка»	71
11.16	\$PACT - время удержания пакета неполной длины в передающем буфере модема ...	71
11.17	\$MDB, \$bMDB - режим работы модема	71
11.18	\$RESPT - время задержки отправки подтверждения в режиме «точка-точка»	72
11.19	\$RETRY - число ретрансляций пакетов, требующих подтверждения	73
11.20	\$PLEN - максимальный размер пакета данных в эфире	73
11.21	\$MAXP - число пакетов, передаваемых в эфир без ожидания подтверждения	73
11.22	\$DCD - режим сигнала DCD (порт RS-232)	73
11.23	\$RG - запись технологических параметров модема	73
11.24	\$RID - адрес пакета, разрешенного для ретрансляции.....	74
11.25	\$PID – адрес пакета для расширенного приема	75
11.26	\$LID(R) - вывод списка адресов для ретрансляции и расширенного приема	75
11.27	\$XID – удаление ячейки адреса	76
11.28	\$RPTN - номер повторителя модема.....	77
11.29	\$BPM - максимальное число одинаковых ширококвещательных пакетов	77
11.30	\$BPT – время между последовательными передачами ширококвещательных пакетов	77
11.31	\$RST – установка порога RSSI (RSSI Threshold)	78
11.32	\$RSS –сканирование сигнала RSSI	78
11.33	\$RPRF – чтение профиля удаленного модема	78
11.34	\$WPRF – запись профиля удаленного модема	79
11.35	\$EPS - начать редактирование удаленного профиля	79
11.36	\$EPE - остановить редактирование профиля удаленного модема	79
11.37	\$CRC - проверка контрольной суммы (CRC) микропрограммы модема.....	79
11.38	\$R - перезагрузка локального/удаленного модема.....	80
11.39	\$E - выход из командного в нормальный режим работы.....	80
11.40	\$S - запись внутренних переменных модема в EEPROM.....	80
11.41	\$IEE Mhhhh - инициализация энергонезависимой памяти (EEPROM)	80
11.42	\$TEST - перевод модема в режим «Тест»	80
11.43	\$TBER – передача тестовых пакетов удаленному модему	81
11.44	\$RBER – команда удаленному модему на передачу тестовых пакетов	81
11.45	\$IRF – восстановление параметров канала в исходное состояние.....	82
11.46	\$RCHK – запрос версии удаленного модема	83
11.47	\$RMEM – чтение ОЗУ удаленного модема	83
11.48	\$LMEM - блокировка ОЗУ удаленного модема	84
11.49	\$Shhhh hh – дамп ОЗУ модема	84
11.50	\$LOG(R) - вывод журнала событий в эфире (удаленного) модема	85
11.51	\$SCAN – сканирование эфира	85
11.52	Структура данных команд \$LOG и \$SCAN. История обмена. Примеры.....	85
12	ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	90

1 ИСТОРИЯ ВЕРСИЙ

Обозначение версий модема состоит из обозначения версии микропрограммы и обозначения версии профиля (см. раздел «Удаленное конфигурирование»).

Версия микропрограммы

Обозначение состоит из трех полей: **AA.BB(CC)**:

- AA – глобальное изменение. Изменился формат пакетов по эфиру или выдачи информации на последовательный порт модема, в результате чего модемы разных версий AA не будут корректно работать друг с другом;
- BB – незначительное изменение. Означает, что в микропрограмму добавлены некоторые дополнения или улучшения.
- CC – найдена ошибка в микропрограмме. Желательно обновить версию микропрограммы.

Версия профиля

Обозначение состоит из двух полей: **DD.EE**:

- DD – глобальное изменение. Изменился формат профиля, в следствие чего могут возникнуть проблемы при удаленном изменении профиля между модемами с разными версиями профиля, что может привести к некорректной работе или полной потере работоспособности одного из модемов. При обнаружении различных версий DD необходимо обновить микропрограмму.
- EE – незначительное изменение. Означает, что в профиль добавлены изменения, которые не могут сказаться на работу между модемами с различным значением EE.

Версия микропрограммы: **тсv01.00.00**

С этой версии начинается история.

Версия профиля: **pfv01.00**

С этой версии начинается история.

Версия Руководства: **01.00.00.00**

С этой версии начинается история.

Версия микропрограммы: **тсv02.00.00**

Добавлены новые режимы помехоустойчивого кодирования (коды Рида-Соломона), соответственно добавились новые команды ([\\$FEC](#), [\\$RFEC](#), [\\$RAFEC](#), [\\$AIR](#)). Изменился формат пакета в эфире. Изменился профиль модема. Изменился алгоритм анализа занятости эфира, удалены команды \$SLOTT и \$PRST. Реализован высокоскоростной режим работы в эфире (76 800 бод) с некоторыми ограничениями (см. раздел «Работа модема на скорости 76 800 бод»).



Модемы предыдущих версий НЕСОВМЕСТИМЫ с новой версией!

Версия профиля: **pfv02.00**

Изменения, связанные с введением дополнительных параметров.

Версия Руководства: **02.00.00.00**

Изменения в Руководстве, связанные с изменением версии ПО. Добавлены описания новых команд, удалены и скорректированы описания прежних команд. Добавлены разделы «Формат пакета в эфире. Помехоустойчивое кодирование» и «Работа модема на скорости 76 800 бод». Изменения в разделе «Анализ занятости эфира».

Версия микропрограммы: mcv02.01.00

Исправлена ошибка декодирования HAM(12,8) помехоустойчивого кода.

Изменения в команде [\\$COM](#), связанные с добавлением возможности программировать 9-ый бит слова при обмене данными по последовательному интерфейсу. Бит bCOM_9BIT убран, добавились биты bCOM_PARITY#2...0. Для задания двух стоповых бит устанавливайте bCOM_PARITY#2...0 в значение «Mark».

Бит bTxEODS перемещен из регистра [\\$COM](#) в регистр [\\$MDA](#).

Введена скорость 115 200 бод по последовательному интерфейсу с ограничением на использование при скорости 76 800 бод в эфире.

Параметры PRE_DCD_TIME и POST_DCD_TIME относятся теперь и к режиму RS485 (ранее данные параметры относились только к режиму DCD232). Эти параметры теперь задаются в единицах, кратных 400 мкс (вместо 2 мс ранее) для предотвращения возможных нестыковок с оборудованием по RS485 по системе «запрос – ответ». См. раздел «Интерфейсы RS-232 и RS-485».

Введен параметр RS485_GUARD_TIME ([\\$RG29](#)) для возможного предотвращения коллизий при работе по шине RS485. Параметр активизируется в случае ненулевого значения. См. раздел «Интерфейсы RS-232 и RS-485».

С помощью команды [\\$PACT](#) теперь можно задавать тайм-аут на приход по последовательному порту как первого, так и последнего символа (в предыдущих версиях только по последнему).

Модернизирована логика обмена в режиме точка-точка с установлением соединения. Теперь в случае ожидания группового подтверждения (параметр [\\$MAXP](#) отличен от 1) удаленный модем отправляет подтверждение сразу же (без ожидания времени [\\$RESPT](#)) при получении последнего пакета в «окне» пакетов, передающихся без ожидания подтверждения. Признак последнего пакета передается в его заголовке.



После обновления прошивки необходимо войти в командный режим с заранее установленными параметрами последовательного порта 9600/8N1 (подать питание при нажатой кнопке «MODE» и отпустить ее, когда светодиод «MODE» загорится красным цветом) и выполнить инициализацию модема командой [\\$IEE Mxxxx](#).

Версия профиля: pfv02.01

Изменения, связанные с введением дополнительных параметров.

Версия Руководства: 02.01.00.00

Изменения в Руководстве, связанные с изменением версии ПО, а также изменения в разделе «\$PWR – установка мощности передатчика», связанные с аппаратной модернизацией радиомодема.

Версия Руководства: 02.01.00.01

Исправлены ошибки и опечатки в описаниях команды [\\$FREQ](#) и [\\$AIR](#).

Версия микропрограммы: mcv02.03.03

Исправлены ошибки при передаче данных с использованием RS(15.9) и RS(7.3) кодов, при обработке принятых широкополосных и NL пакетов и при выставления сигнала CTS в режиме передачи данных «Пакетный #2».

Изменения в микропрограмме: мнемоника команды [\\$FEC](#) заменена на [\\$DFEC](#), улучшены внутренние временные характеристики радиомодема.

Версия Руководства: 02.03.03.00

Редакция Руководства в соответствии с изменениями микропрограммы.

Версия микропрограммы: mcv02.04.00

Предыдущие версии микропрограммы не совместимы с текущей версией по эфиру поэтому, необходимо обновить микропрограмму у всех радиомодемов в сети.

Исправлены ошибки:

- при удаленном обновлении профиля обнулялись технологические параметры;
- ведения истории приема широковещательных и NL пакетов;
- кодирование команды \$RTST;
- в некоторых случаях неправильно рассчитывался CRC 32 байтного блока из-за чего модем не мог передать данные.

Изменения:

- размер начальной преамбулы стал фиксированным (10 байт);
- Стало возможна работа модема на скорости 115200 по последовательному порту и 76800 в эфире одновременно;
- укорочен размер заголовка пакета в следствии чего, предыдущие версии стали не совместимы по эфиру с версией 2.04;
- убрана команда \$? (получение списка доступных команд);
- бит bRPT_FEC_CHANGE перемещен из регистра AIR в регистр MDB;
- введен бит bTX_FILTER в регистре AIR;
- введен бит bShortACKEnb в регистре MDB.

Версия профиля: pfv02.02

Изменения, связанные с удалением технологического параметра PREAMBUL#.

Версия Руководства: 02.04.00.00

Изменения в Руководстве, связанные с изменением версии ПО

Радиомодем «**СПЕКТР 433**» (далее по тексту - модем) представляет собой функционально и конструктивно законченное устройство для приема/передачи данных по радиоканалу со скоростью 4800, 9600, 19200, 38400 и 76 800 бод в диапазоне частот $(433,92 \pm 0,2\%)$ МГц при выходной мощности до 10 мВт, что позволяет использовать его без получения разрешений органов ГосСвязьНадзора.

Модем способен работать в различных режимах («**Прозрачный**», «**Пакетный**», «**Ретранслятор**» и др.) с развитой системой адресации, позволяя пользователю максимально гибко использовать его при построении различных конфигураций сетей беспроводной передачи данных: точка–точка, точка–много точек, точка–много точек с базовой станцией и их комбинации. Дополнительно имеется режим «прямого доступа к радиозэфиру», благодаря чему внешнее устройство может использовать для обмена данными в эфире собственные протоколы, адресацию, кодирование и т.д.

Модем предназначен для использования в различных системах сбора телеметрических данных, удаленного управления и т.д. Работая в «прозрачном» режиме, модем легко встраивается в уже построенные системы без необходимости доработки программного обеспечения.

Дальность связи зависит от скорости передачи данных и от характеристик применяемых совместно с модемом антенн и может достигать нескольких километров в условиях прямой видимости. Дальность связи можно увеличить благодаря возможности работы модема в режиме «Ретранслятор».

Обмен данными с источником/получателем информации осуществляется по последовательным портам **RS-232** или **RS-485** (скорости 1 200...115 200 бод). Входные/выходные потоки буферизируются (общий размер буфера – 32 Кбайт).

Параметры, необходимые для конфигурации модема (рабочая частота, скорость обмена данными в эфире, девиация частоты передатчика, ширина полосы приемника, параметры и состав пакетов данных, включение/выключение помехоустойчивого кодирования, установки последовательного порта, адресация, режимы работы модема и другие установки) задаются программированием в режиме «Командный» с помощью команд диалогового текстового интерфейса, подаваемых по последовательному порту, и хранятся в **энергонезависимой памяти** модема. Для программирования можно пользоваться любой терминальной программой для персонального компьютера. Имеется также возможность удаленного (по радиозэфиру) программирования параметров.

Модем питается от источника (7...15) В и потребляет ток порядка до 90 мА в режиме «Прием» и до 200 мА в режиме «Передача».

Модем выпускается в исполнении для монтажа на DIN рейку (далее – исполнение DIN) и в пылевлагозащитном исполнении со степенью защиты IP65 (далее – исполнение IP65).



Модем является технически сложным электронным устройством. Конфигурация, установка и эксплуатация модема должна производиться пользователями с достаточной подготовкой и навыками.

2 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ МОДЕМА

Модем осуществляет все необходимые функции для обмена данными по радиоканалу:

- управление встроенным FSK приемопередатчиком диапазона 433...435 МГц (установка частоты, мощности, девиации частоты передатчика, ширины полосы пропускания приемника, скорости данных в эфире и др.);
- получение по интерфейсу RS-232 или RS-485 и буферизацию данных для передачи;
- формирование пакетов данных для отправки в эфир;
- введение адресации, помехоустойчивого кодирования и перемежения;
- проверку занятости эфира для избежания возможных коллизий с помощью анализа внутреннего сигнала RSSI;
- прием и демодуляцию входного FSK радиосигнала и декодирование принятых пакетов, анализ их адресации;
- хранение данных о конфигурации модема и его технологических параметрах в энергонезависимом ОЗУ (ЭНОЗУ) и изменение этих установок в программном режиме с помощью набора ASCII команд.

3 РАЗЪЕМЫ, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

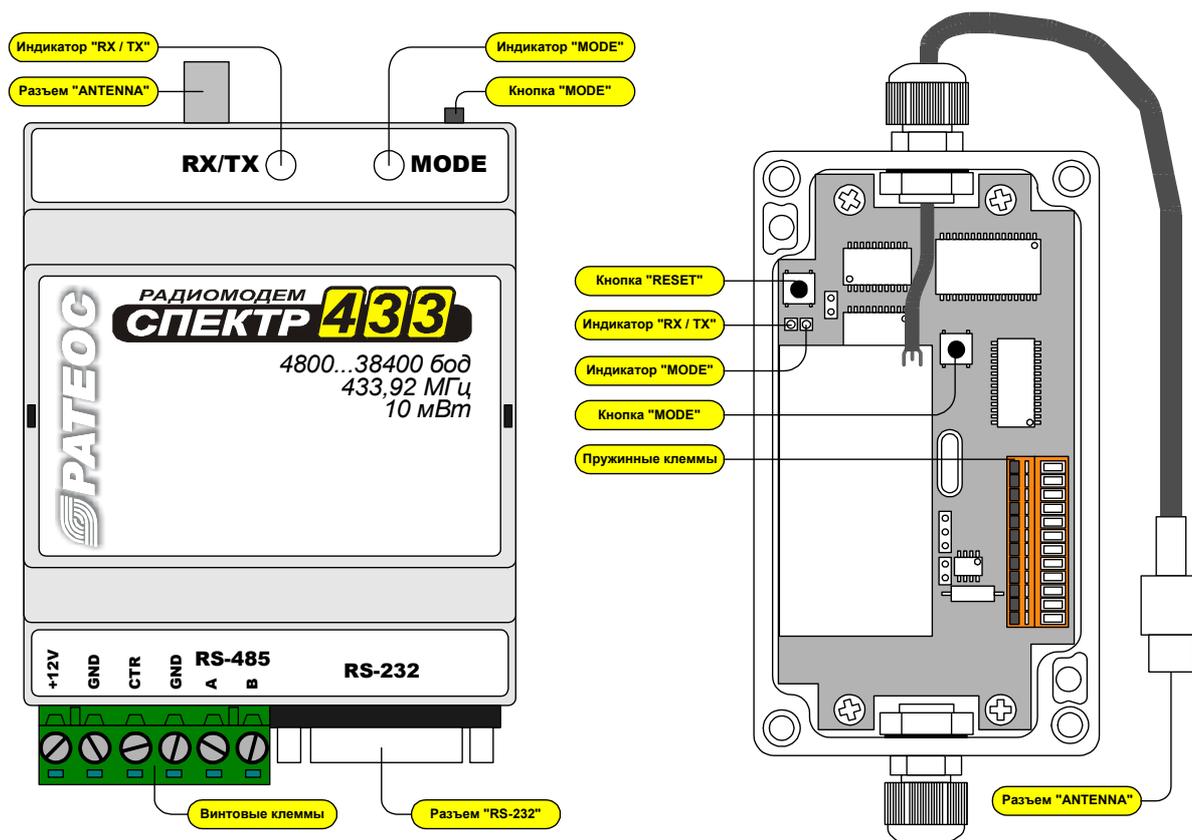


Рис. 3.1 Внешний вид и расположение разъемов, органов управления и индикации модемов в исполнении DIN (слева) и IP65 (справа, верхняя крышка снята)

3.1 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

- Кнопка **MODE**. Используется для переключения режимов работы модема (см. раздел «Режимы работы модема»).
- Кнопка **RESET**. Используется для аппаратного «сброса» модема, удобна при переключении режимов работы вместо переключения питания (см. раздел «Режимы работы модема»).

3.2 ОРГАНЫ ИНДИКАЦИИ

- **RX/TX** – индикация режима встроенного приемопередатчика:

не горит	«Прием»
зеленый	«Прием», уровень сигнала на входе приемника превышает заданный порог
красный	«Передача»

- **MODE** - индикация режимов работы модема:

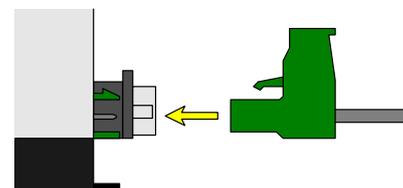
не горит	Один из режимов передачи данных
зеленый	Один из режимов передачи данных, во входном буфере есть данные. Когда входной буфер заполнен, индикатор мигает зеленым.
красный	«Командный» режим.
желтый (зеленый+красный)	Режим смены программного обеспечения.



В режиме «Прямой доступ» индикаторы RX/TX и MODE работают иначе (см. раздел «Режим «Прямой доступ»»).

3.3 РАЗЪЕМЫ

Подключение внешних устройств к модему в исполнении DIN производится с помощью разъема «RS-232» и винтовых клемм. Винтовые клеммы допускают подключение предварительно зачищенных на длину (5...8) мм проводов сечением (0,25...2,5) мм и, в свою очередь, могут отсоединяться от разъема, установленного на плате модема. Внешняя антенна подключается к разъему «ANTENNA». (см. Рис. 3.1).



В исполнении IP65 подключение производится с помощью пружинных клемм, расположенных на плате внутри корпуса модема. Для подключения/отключения провода к пружинной клемме необходимо нажать (например, отверткой) на рычажок сверху соответствующего контакта. Разъем «ANTENNA» для подключения антенны в этом исполнении расположен на кабеле, пропущенном через кабелеввод. Кабель от внешних устройств также пропускается через кабелеввод (см. Рис. 3.1).

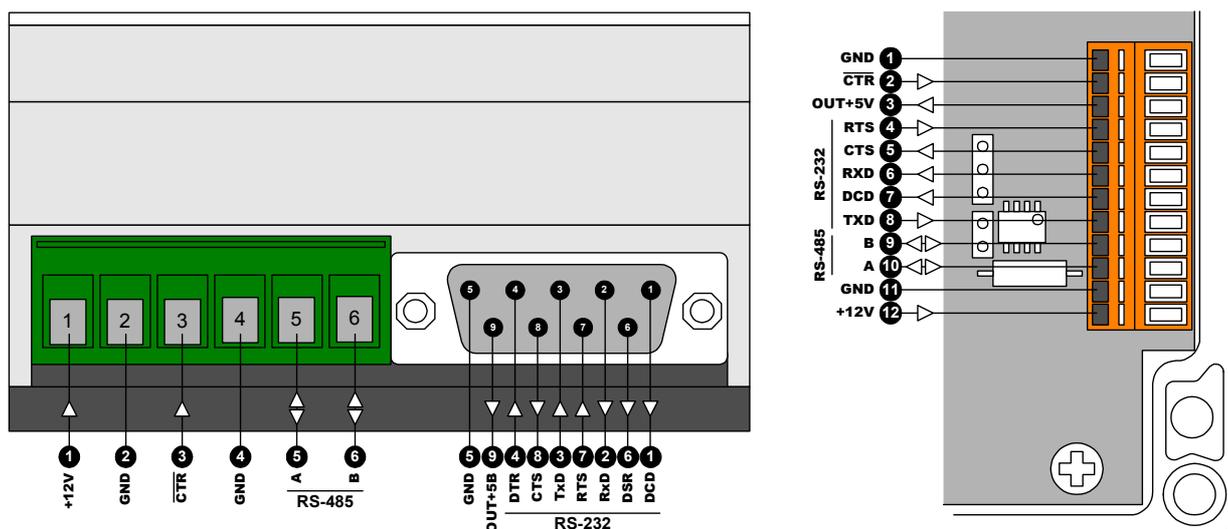


Рис. 3.2 Назначение контактов разъемов и клемм. Исполнение DIN (слева) и IP65 (справа, верхняя крышка снята)

Питание:

+12V Вход питания модема. Модем работает от источника постоянного напряжения 7...15 В при потребляемом токе до 200 мА в режиме «Передача».

OUT+5B Выход встроенного стабилизатора напряжения +5 В. Может использоваться для питания внешних устройств, потребляющих не более 50 мА.

GND «Общий»

RS-232:

DCD Выход модема. Используется для индикации режима работы модема, наличия соединения или наличия данных на RS-232 (см. раздел «Интерфейсы RS-232 и RS-485»).

RxD Выход последовательных данных.

TxD Вход последовательных данных.

DTR Вход модема. Не используется.

DSR Выход модема. Не используется.

RTS Вход модема. Модем передает последовательные данные (если они есть) по линии RxD лишь при установленном сигнале RTS. Анализ этого сигнала модемом можно запретить установкой соответствующего регистра (см. раздел «Команды управления модемом»).

CTS Выход модема. Модем устанавливает этот сигнал при готовности принимать последовательные данные по линии TxD. При невозможности принимать данные (входной буфер модема полон) сигнал на этой линии сбрасывается. **Данные, поступившие в модем при сброшенном сигнале CTS, будут утеряны.**

RS-485:

A, B «Прямой» и «инверсный» входы/выходы приемопередатчика RS-485.

Управление:

CTR Замыкание этого контакта на цепь GND аналогично нажатию на кнопку MODE.



В режиме «Прямой доступ» контакты интерфейса RS-232 имеют другое назначение (см. раздел «Режим «Прямой доступ»»).

Модем в исполнении IP65 поставляется с «технологическим» кабелем, подключенным к пружинным клеммам (питание и порт RS-232). Кабель оснащен разъемом «RS-232» (DB9F, розетка) для подключения к COM-порту компьютера и отрезком кабеля для подачи питания. Назначение контактов разъема «RS-232» такое же, как и у соответствующего разъема модема в исполнении DIN.

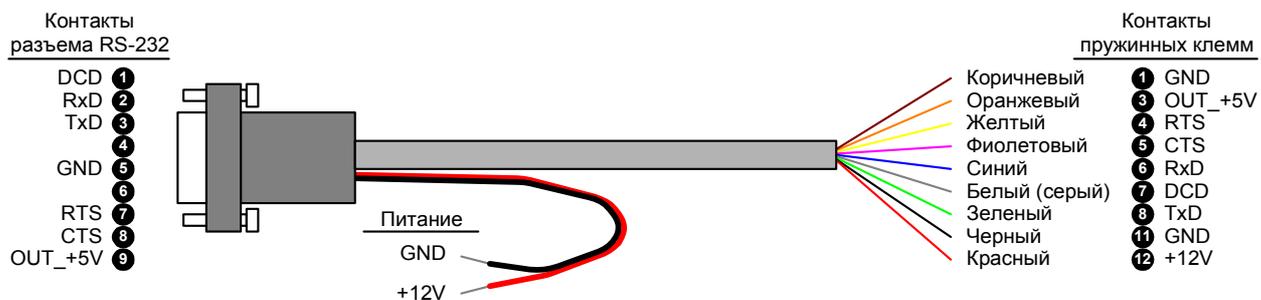


Рис. 3.3 Распайка «технологического» кабеля для модема в исполнении IP65

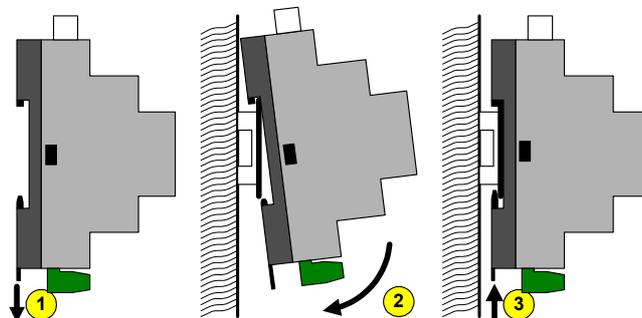
Использование этого «технологического» кабеля удобно при начальной конфигурации модема в лабораторных условиях. При установке модема в исполнении IP65 на объект рекомендуется использовать «специальный» кабель без разъемов, не обеспечивающих защиту от внешних воздействий.

4 РАБОТА С МОДЕМОМ

4.1 УСТАНОВКА

Модем в исполнении DIN предназначен для крепления на стандартную DIN рейку. Для установки следует:

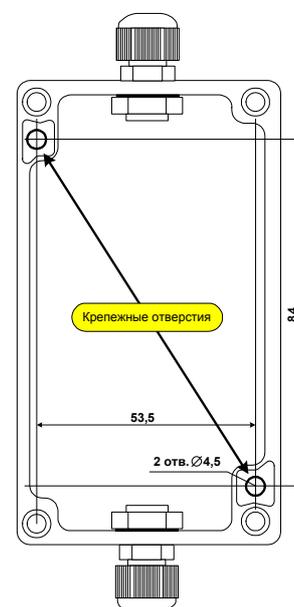
- отвести вниз фиксирующую защелку;
- установить модем на рейку так, чтобы выступы в верхней части корпуса попали за край рейки;
- вернуть фиксирующую защелку вверх.



Модем в исполнении DIN не имеет защиты от воздействий окружающей среды, поэтому при необходимости должен устанавливаться в шкаф, обеспечивающий нужную степень защиты.

Модем в исполнении IP65 устанавливается с помощью двух винтов (шурупов и др.) через отверстия, расположенные вне герметичной зоны корпуса. Для доступа к крепежным отверстиям необходимо снять верхнюю крышку корпуса модема.

После установки следует выбрать режимы работы аппаратной части модема, установив переключки на плате. Для доступа к плате нужно снять верхнюю крышку. В исполнении DIN для этого следует аккуратно отогнуть внутрь фиксаторы на боковых стенках корпуса и выдвинуть верхнюю часть корпуса в направлении разъема «ANTENNA». В исполнении IP65 для снятия верхней крышки нужно отвинтить четыре винта.



На платах модема (в обоих исполнениях) имеются следующие переключки:

Индикация При установке этой переключки включаются светодиодные индикаторы модема. С целью уменьшения потребления тока можно отключить индикацию, не установив эту переключку. В исполнении IP65 индикаторы находятся внутри корпуса и видны только при открытой верхней крышке. В этом случае целесообразно включать индикацию только при настройке и проверке работы модема.

Интерфейс Служит для выбора рабочего интерфейса модема (RS-232 или RS-485).

Терминатор RS-485 Включает/отключает терминальный резистор (терминатор) порта RS-485. Терминаторы должны включаться на «концах» линии RS-485. Для понижения потребляемой модемом мощности рекомендуется отключать терминальный резистор, если выбран интерфейс RS-232.

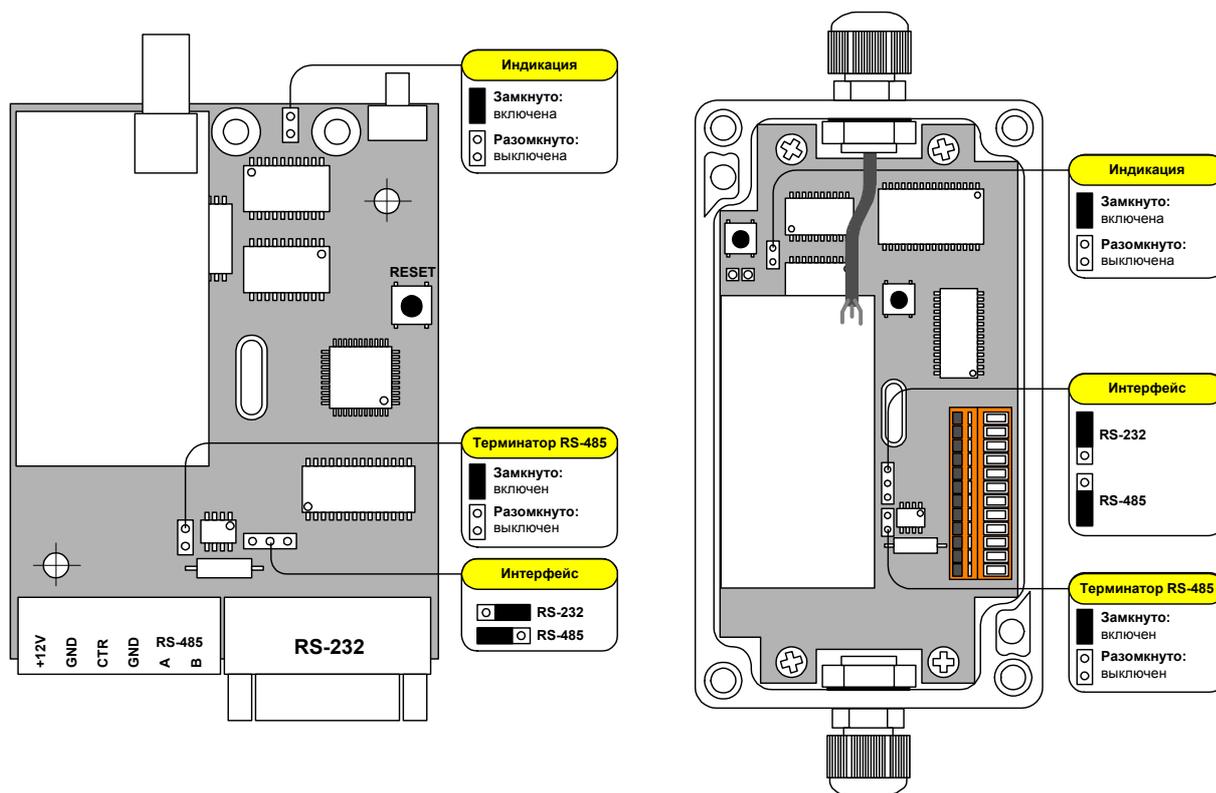


Рис. 4.1 Расположение перемычек на плате модема в исполнении DIN (слева) и IP65 (справа)

4.2 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ВНЕШНИХ УСТРОЙСТВ

4.2.1 АНТЕННЫ

Модемы работают совместно с внешними антеннами диапазона (433...435) МГц с волновым сопротивлением 50 Ом. Тип антенны выбирается исходя из условий эксплуатации, расстояния между объектами и т.д. Дальность связи зависит от различных факторов, основными из которых являются характер местности, скорость данных в эфире, выходная мощность передатчика, тип используемых антенн, помеховой обстановкой в радиоэфире. Так, при скорости в эфире 38 400 бод и мощности 10 мВт можно рассчитывать на дальность связи несколько сотен метров с ненаправленными и до 1...3 км с направленными антеннами в условиях прямой видимости. При скорости в эфире 4 800 бод дальность связи при тех же условиях может достичь нескольких километров.

Рекомендуемые типы антенн:

- АШ-433** Штыревая антенна (полуволновой штырь) с круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости.
- АН-433** Многоэлементная направленная антенна (волновой канал) с усилением около 10 дБ.
- АН2-433** Двухэлементная направленная антенна с усилением около 4 дБ.
- АГ-433** Вандапоустойчивая антенна с круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости.

Антенна подключается к разъему «ANTENNA» (розетка типа SMA). В исполнении IP65 этот разъем расположен на отрезке кабеля, пропущенного через кабелепровод.

Для соединения модема с антенной следует использовать кабель с волновым сопротивлением 50 Ом, например RG-58. При этом не рекомендуется использовать слишком длинный (более 10 м) кабель, иначе он внесет существенные потери в

высокочастотный сигнал, что приведет к уменьшению дальности связи. Если условия эксплуатации требуют применения более длинного кабеля (до 100 м), используйте кабель RG-213 или RG-8. Модем в исполнении IP65 может устанавливаться непосредственно возле антенны, что наиболее выгодно с точки зрения минимизации потерь в антенном кабеле. С внешним оборудованием в этом случае модем соединяется кабелем «витая пара» необходимой длины.

4.2.2 ИНТЕРФЕЙСЫ RS-232 И RS-485

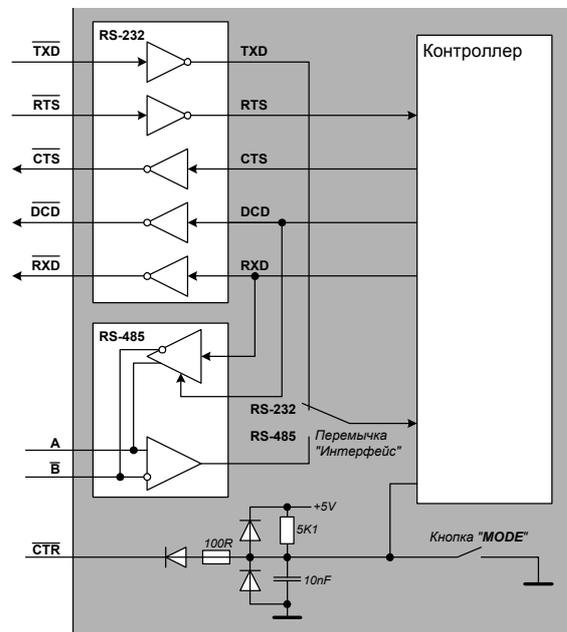
Выбор рабочего интерфейса (RS-232 или RS-485) осуществляется переключателем на плате модема (см. раздел «Установка»).

Параметры интерфейса (скорость данных, количество стоповых бит и т.д.) задаются командой [\\$COM](#).

При подключении по интерфейсу RS-232 используются сигналы:

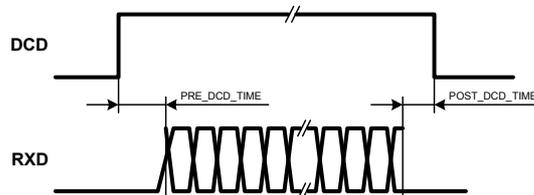
- TXD, RXD (вход/выход последовательных данных);
- RTS, CTS (аппаратное управление потоком данных);
- DCD (выход с программируемой функцией).

Использование сигналов RTS, CTS и DCD не обязательно. Модем в любом случае будет устанавливать состояние выходов DCD и CTS в соответствии с логикой их работы, внешнее устройство само должно решать, обращать ли на них внимание. Реакция же модема на состояние входа RTS программируется [\\$COM](#): модем может учитывать его состояние и выдавать последовательные данные на линию RXD только при установленном сигнале RTS, а может и не анализировать этот сигнал. Интерфейс RS-232 модема работает в дуплексном режиме.



Сигнал DCD может иметь следующие режимы (функции):

- **Нормальный режим.** В данном режиме сигнал DCD установлен, если модем находится в режиме передачи данных (режимы «Прозрачный», «Пакетный#1», «Пакетный#2»), и сброшен, когда модем находится в режиме «Командный».
- **Режим наличия соединения.** В данном режиме сигнал DCD установлен, когда модем установил связь с другим модемом, и сброшен в остальных случаях.
- **Режим активности передачи данных по интерфейсу RS232 модема (режим DCD232).** В данном режиме сигнал DCD устанавливается перед выдачей данных на выход RXD модема и сбрасывается после завершения выдачи данных. С данным режимом связаны два временных параметра PRE_DCD_TIME и POST_DCD_TIME (регистры [\\$RG24](#), [\\$RG25](#)). Параметры измеряются в единицах, кратных 400 мкс. По умолчанию (или после выполнения команды [\\$IEE](#)) параметры PRE_DCD_TIME = POST_DCD_TIME = 1, т.е. 400 мкс.



Выбор режима сигнала DCD задается командой [\\$DCD](#).

Имеется возможность инвертировать уровни сигнала DCD. Режим инвертирования программируется битом `Invert_DCD` регистра [\\$COM](#).



Обратите внимание, что сигналы на входных/выходных контактах интерфейса RS-232 модема отличаются от «внутренних» (логических) сигналов не только электрическими уровнями, но и инвертируются встроенным формирователем уровней RS-232:

- (-12В...+1,2) В на входе соответствует логической 1 «внутри»
- (+2,4...+12) В на входе соответствует логическому 0 «внутри»

Описание сигналов и временные диаграммы в данном разделе соответствует «внутренним» сигналам модема.

При использовании интерфейса RS-485 подключайте внешние устройства к контактам А и В модема. В зависимости от расположения модема в сети RS-485 можно включить или отключить терминальный резистор между линиями А и В перемычкой на плате модема. Рекомендуется отключать терминальный резистор, если выбран интерфейс RS-232. Интерфейс RS-485 модема работает в полудуплексном режиме.

Сигнал DCD используется внутри модема для включения передатчика интерфейса RS-485, поэтому, даже если рабочим выбран интерфейс RS-232, во время активного состояния сигнала DCD (в соответствии с заданной логикой) на шину RS-485 будут выдаваться последовательные данные. Если же рабочим выбран интерфейс RS-485, заданная для сигнала DCD логика не действует и сигнал DCD становится активным, когда модем выдает данные на шину RS-485. Время пред- и пост- установки сигнала DCD в этом случае программируется параметрами PRE_DCD_TIME и POST_DCD_TIME (регистры [\\$RG24](#), [\\$RG25](#), см. выше).

Для предотвращения коллизий в полудуплексной шине RS485 в модеме введен параметр RS485_GUARD_TIME (регистр [\\$RG29](#)). С помощью параметра RG29 программируется тайм-аут после приема последнего байта по шине RS485. В случае наличия данных для передачи в шину RS485 модем выжидает тайм-аут RS485_GUARD_TIME. По истечении тайм-аута данные передаются в шину. Если в момент ожидания тайм-аута по шине получен символ (байт), счетчик тайм-аута сбрасывается. Параметр \$RG29 задается в единицах, кратных 10 мс. В случае нулевого значения режим тайм-аута не активизируется и данные передаются в шину RS485 сразу. По умолчанию (после выполнения команды [\\$IEE](#)) параметр RG29 равен 0. Параметр RS485_GUARD_TIME может быть активизирован и в режиме DCD232.

Выход последовательных данных RXD интерфейса RS-232 модема не отключается, даже если выбран рабочим интерфейс RS-485. На этот контакт всегда выдаются последовательные данные.

В модеме предусмотрен входной контакт \overline{CTR} , замыкание которого на «землю» (цепь GND) аналогично нажатию кнопки MODE. Этот контакт удобно использовать для удаленного переключения режимов работы модема. Особенно это актуально для исполнения IP65, когда модем может быть установлен вблизи антенны в труднодоступном месте.



В режиме «Прямой доступ» контакты интерфейса RS-232 имеют другое назначение (см. раздел «Режим «Прямой доступ»»).

4.2.3 ПИТАНИЕ

Для питания модему необходим источник постоянного напряжения в диапазоне (7...15) В. Модем потребляет ток до 200 мА в режиме «Передача» (при максимальной мощности передатчика). Подключайте источник питания к контактам +12V и GND. Модем защищен от несоблюдения правильной полярности питания.

Модем не имеет органов включения/выключения и начинает работать сразу после подачи питания.

В модеме предусмотрен выход стабилизированного напряжения +5 В на контакте OUT+5V, который можно использовать для питания внешних устройств при условии суммарного потребления ими не более 50 мА.

4.3 КОНФИГУРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ

Модем имеет различные режимы работы, позволяющие использовать его при построении различных систем передачи данных с различным внешним оборудованием (см. разделы «Режимы работы модема» и «Адресация и примеры организации сетей»), поэтому перед эксплуатацией модема может потребоваться установка внутренних параметров, определяющих:

- режим работы модема («Прозрачный», «Пакетный», и т.д.);
- параметры встроенного приемопередатчика (рабочая частота, мощность и т.д.);
- скорость данных в эфире и на последовательном интерфейсе;
- другие параметры, определяющие логику работы модема.

Заданные параметры хранятся в энергонезависимой памяти (EEPROM) модема и восстанавливаются при включении питания. Таким образом сконфигурированный ранее модем готов к работе в заданном режиме с заданными параметрами при подаче на него питания.

Для конфигурации модема потребуется персональный компьютер с последовательным портом и терминальной программой (например, HyperTerminal для Windows).

- Соедините последовательный порт компьютера с портом RS-232 модема (не забудьте про перемычку, выбирающую интерфейс RS-232), запустите терминальную программу.
- Установите параметры последовательного порта: 9600-8N1, аппаратное управление потоком, включите "локальное эхо".
- Включите режим «Командный» работы модема. Для этого, удерживая нажатой кнопку MODE, подайте питание на модем. Когда индикатор MODE загорится красным (признак командного режима), отпустите кнопку MODE (вместо нажатия кнопки MODE можно замыкать на «землю» контакт *CTR*, а вместо подачи питания использовать сброс модема кнопкой RESET при включенном питании). При этом модем войдет в командный режим с заданно известными параметрами последовательного порта и выдаст на последовательный порт приветствие примерно следующего содержания:

```
'SPECTR-433' mcv:2.01(00) pfv:02.01  
(c)000'PATEOC' 22/09/2004  
433-435 MHz band  
COMMAND MODE  
OK>
```

Теперь можно узнавать и изменять при необходимости режимы и параметры модема с помощью соответствующих команд (см. раздел «Команды управления модемом»).



Большинство введенных параметров требует сохранения в энергонезависимой памяти модема командой [\\$S](#).

Для выхода из командного режима следует перезапустить модем или выполнить команду [\\$R](#) (см. раздел «Команды управления модемом»).

Для входа и выхода из командного режима можно и просто нажимать кнопку MODE при включенном питании.

Если необходимо, конфигурацию модема можно производить и через интерфейс RS-485.

Подробное описание режимов, параметров и команд для их установки приведено в разделах «Режимы работы модема» и «Адресация и примеры организации сетей».

Модем имеет также возможность удаленной конфигурации с другого модема непосредственно по эфире (см. раздел «Удаленное конфигурирование»).

5 РЕЖИМЫ РАБОТЫ МОДЕМА

Модем может находиться в следующих режимах работы:

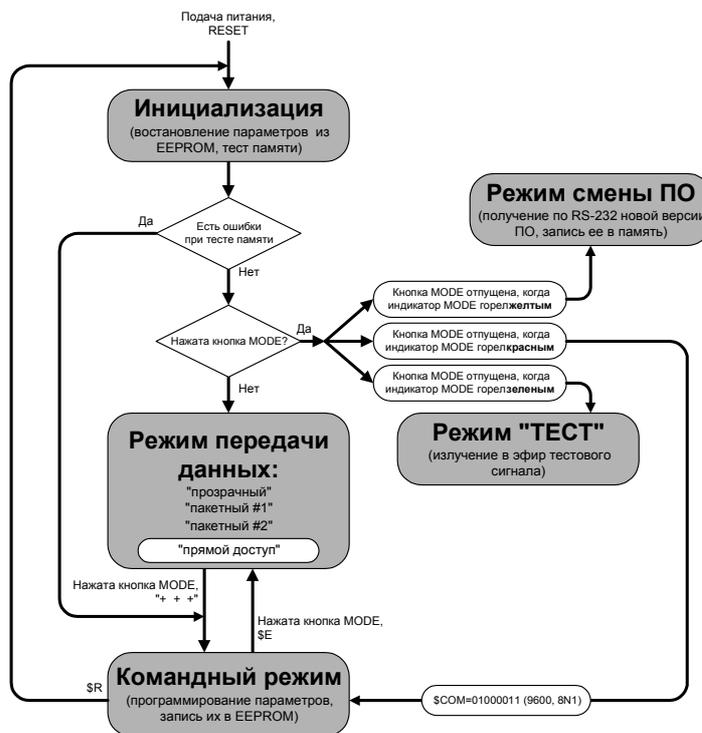
- режим **«Инициализация»** (вспомогательный);
- **Командный** режим (вспомогательный);
- режим **«ТЕСТ»** (вспомогательный);
- один из режимов передачи данных: **«Прозрачный»**, **«Пакетный #1»** (модем → терминал), **«Пакетный #2»** (модем ← терминал), **«Прямой доступ»**.

«Основным» (рабочим) режимом модема является один из режимов передачи данных. Остальные режимы – вспомогательные и используются для конфигурации параметров модема, тестирования и т.д.

При подаче питания и при отсутствии ошибок в тесте памяти модем анализирует флаг включения режима «Прямой доступ» (см. раздел «Активизация режима «Прямой доступ»») и переходит в этот режим, если флаг установлен. Иначе модем переходит в режим передачи данных, установленный командой **\$MDA**.

Переход во вспомогательные режимы производится с использованием кнопки MODE. Для этого следует подавать питание модема при нажатой кнопке MODE. Подачу питания можно заменить кратковременным нажатием кнопки RESET, а нажатие кнопки MODE – замыканием контакта \overline{CTR} на «землю» (цепь GND). В этом случае индикатор MODE начнет последовательно (на 2...3 секунды) менять свой цвет, и выбор вспомогательного режима нужно производить отпуская кнопку MODE в нужный момент:

- если кнопка MODE отпущена, когда индикатор MODE горит **красным**, модем переходит в **командный** режим;
- если кнопка MODE отпущена, когда индикатор MODE горит **зеленым**, модем переходит в режим **«ТЕСТ»**;
- если кнопка MODE отпущена, когда индикатор MODE горит **желтым** (красный+зеленый), модем переходит в режим **«Смена ПО»**.



5.1 РЕЖИМ «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»

В данный режим модем переходит сразу после включения питания, а также при сбросе модема кнопкой RESET или командой **\$R** из командного режима.

В режиме инициализации происходит:

- тестирование памяти (ОЗУ);
- начальная инициализация внутренних переменных модема значениями по умолчанию, хранящимися в EEPROM;
- анализ нажатия кнопки MODE при подаче питания.

Из данного режима модем может перейти:

- в командный режим (если обнаружены ошибки в тесте памяти);
- в один из вспомогательных режимов (если при подаче питания была нажата кнопка MODE);
- в один из режимов передачи данных (во всех остальных случаях).

5.2 РЕЖИМ «КОМАНДНЫЙ»

В данный режим модем может перейти:

- из режима «Инициализация» при отпускании нажатой при подаче питания кнопки MODE, когда индикатор MODE горел красным;
- из режима «Инициализация» при ошибке в процессе тестирования памяти;
- из любого режима передачи данных (кроме режима «Прямой доступ») при нажатии кнопки MODE;
- из режима передачи данных (кроме режима «Прямой доступ» или «Пакетный#2») при получении по последовательному интерфейсу трех последовательных символов «+» с интервалом между символами (1...3) с. Как минимум 2 с до начала и 2 с после окончания последовательности символов «+» не должно быть никаких других символов;
- из режима «Пакетный#2» при получении строки **\$<2\$>**.

В первом случае модем переходит в командный режим с заведомо известными параметрами последовательного интерфейса по умолчанию: 9600, 8N1. В остальных случаях параметры последовательного интерфейса определяются ранее заданными командой **\$COM** значениями.

При переходе в командный режим индикатор MODE загорается красным цветом, и на последовательный порт выводится примерно следующее сообщение:

```
'SPECTR-433' mcv: 2.01(00) pfv: 02.01
(c)OOO 'PATEOC' 22/09/2004
433-435 MHz band
COMMAND MODE
OK>
```

В командном режиме внешнее устройство (источник/получатель данных) DTE (Data Terminal Equipment), передавая по интерфейсу RS-232 или RS-485 соответствующие команды, имеет возможность изменить различные параметры работы модема.

Все команды, посылаемые в модем, должны начинаться с префикса **\$**(0x24) и заканчиваться символами CR и LF (0x0D,0x0A) - клавиша **Enter**. Команды должны вводиться с использованием символов в верхнем регистре. Допускается редактирование вводимой команды (до нажатия клавиши **Enter**) с помощью следующих клавиш:

- **Backspace** («Забой») - отменяет последний введенный символ;
- **Escape** («Отмена») - отменяет всю введенную последовательность символов.

В случае ввода неизвестной модему команды выводится сообщение **«ER»**.

Если команда введена правильно, но содержит некорректные параметры, выдается сообщение «??».

Если команда и параметры верны, выдается строка «OK».

Например:

```
OK> $PLEN=250
```

```
OK> $PLEn=250
```

```
ER> $PLEN=2A0
```

```
??>
```

Подробное описание команд модема приведено в разделе «Команды управления модемом».

5.3 РЕЖИМ СМЕНЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (ПО)

В этом режиме имеется возможность сменить версию ПО (обновление микропрограммы) модема с помощью персонального компьютера с терминальной программой.

В режим смены ПО модем переходит из режима «Инициализация» при отпускании нажатой при подаче питания кнопки MODE, когда индикатор MODE горел желтым (красный+зеленый).

Для смены версии ПО следует:

- подключить модем (по интерфейсу RS-232) к COM-порту персонального компьютера;
- запустить на компьютере терминальную программу со следующими параметрами COM-порта:
 - количество бит данных - 8
 - скорость - 57 600 бод
 - четность - нет
 - количество стоповых бит - 1
 - управление потоком - аппаратное (CTS/RTS);
- перевести модем в режим смены ПО, как описано выше. При этом модем установит перечисленные выше параметры интерфейса RS-232 и выдаст на COM-порт компьютера следующее сообщение:

```
(c)PATEOC  
SPEKTR-433.bv2.01  
Ready to update microcode:
```

- отправить файл **xxx.prg** в режиме текстового файла (ASCII).

По окончании передачи в случае правильного обновления микропрограммы на COM-порт компьютера выдается следующее сообщение:

```
+++++YYYY
```

где YYYY - число обновленных блоков.

После программирования необходимо выйти из режима смены ПО («пересбросив» модем), а также проверить контрольную сумму, выполнив в командном режиме команду [\\$CRC](#).



Обновление версии программного обеспечения возможно только по интерфейсу RS-232 модема с использованием аппаратного управления потоком (сигналы CTS и RTS).

5.4 РЕЖИМ «ТЕСТ»

В этот режим модем входит из режима «Инициализация» при отпускании нажатой при подаче питания кнопки MODE, когда индикатор MODE горел зеленым.

В режиме «Тест» модем циклически передает в эфир последовательность данных, записанных в регистрах по адресам \$FC...\$FF (см. режим «Данные для команды \$TEST»).

Режим «Тест» предназначен для технологических измерений параметров модема.

Аналогичную передачу можно включить и в командном режиме с помощью команды [\\$TEST 3](#).

Для выхода из режима «Тест» следует «пересбросить» модем.

5.5 РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ «ПРОЗРАЧНЫЙ»

В данный режим модем может перейти из следующих режимов работы модема при условии, что не установлен флаг активизации режима «Прямой доступ» (см. раздел «Активизация режима «Прямой доступ») и установлен режим «Прозрачный» командой [\\$MDA](#):

- из режима «Инициализация» при отсутствии ошибок в тесте памяти и при условии, что при подаче питания не была нажата кнопка MODE;
- из командного режима с помощью команды [\\$E](#) или нажатии кнопки MODE.

В этом режиме образованный модемом канал приема/передачи данных "скрыт" от пользователя:

- Все данные, поступившие на последовательный порт модема, доставляются на последовательный порт адресуемого модема (или модемов, если используется широковещательный или групповой адрес), и наоборот;
- Все данные, принятые из эфира, выдаются на последовательный порт модема, если адресованы ему.

При использовании модема в режиме «Прозрачный» канал связи скрыт от внешнего оборудования – все, что приходит на последовательный порт модема передается в эфир, а все, что принимается из эфира, отправляется на последовательный порт. Такой режим следует использовать во всех случаях, когда адресация и логическое взаимодействие объектов в системе обеспечивается на более высоком уровне внешним оборудованием, например, при внедрении модемов в уже существующие системы. При этом не требуется менять программное обеспечение в уже работающей системе.

В режиме «Прозрачный» канал связи модем-модем можно считать удлинителем последовательного интерфейса с некоторыми ограничениями:

- при передаче данных в канале существуют задержки, величина которых зависит от скорости данных в эфире, режима помехоустойчивого кодирования, времени переключения прием/передача и т.д.;
- модем не может выдать данные в эфир «сплошным потоком», как они поступают на последовательный порт, а разбивает входной поток на порции («пакеты») заданной длины (до 256 байт, см. раздел «\$PLEN - максимальный размер пакета данных в эфире»). Поэтому при передаче блоков данных, длина которых больше заданной длины пакета в эфире, на приемном конце данные также появляются «порциями». В этом случае могут возникнуть определенные проблемы с объединением таких пакетов в единый блок (в широковещательном режиме), если объекты в системе равноправны, и в любой момент времени любой модем может осуществлять передачу своей информации. Решение такой проблемы, если она возникает, должно производиться на более высоком уровне системы или с помощью активизации режима конкатенации данных см. "Буферизация принятых из эфира данных. Конкатенация данных".

Передача данных в эфир начинается в следующих случаях:

- прошло максимально допустимое время задержки с момента приема первого или последнего байта информации с последовательного порта (см. раздел «\$PACT - время удержания пакета неполной длины в передающем буфере модема»);
- с последовательного порта получен заранее заданный командой [\\$EODS](#) символ передачи данных (если разрешен режим передачи данных по символу [\\$EODS](#)). Возможность передачи самого символа EODS определяется флагом TxEODS, задаваемого командой [\\$MDA](#);
- внутренний буфер модема на исходящие данные полон.

Вне зависимости от перечисленных выше случаев передача может осуществляться, если во внутреннем буфере модема находится максимально допустимое количество байт для одного пакета (флаг bFullPacActionDis команды [\\$MDA](#)).

Независимо от приема данных от DTE модем принимает данные из эфира. Если принятый пакет адресован модему (см. раздел «Адресация и примеры организации сетей») и информация, содержащаяся в пакете, не содержит ошибок, она записывается во внутренний буфер модема и при первой возможности передается на последовательный порт.

5.6 РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ «ПАКЕТНЫЙ»

Как говорилось выше, при использовании модема в режиме «Прозрачный» канал связи скрыт от внешнего оборудования – все, что приходит на последовательный порт модема передается в эфир, а все, что принимается из эфира, отправляется на последовательный порт. Такой режим следует использовать во всех случаях, когда адресация и логическое взаимодействие объектов в системе обеспечивается на более высоком уровне внешним оборудованием.

Существует и другой способ построения систем передачи данных, при котором логическое взаимодействие и адресацию объектов можно организовать на уровне модемов, используя для этого режим «Пакетный».

Использование режима «Пакетный» позволяет адресовать данные конкретному модему (модемам) и знать, от какого модема получены данные из эфира без входа в командный режим и изменения TXID (команда [\\$TXID](#)).

Название режима «Пакетный» никак не связано с особенностями работы модемов в эфире (данный режим имеет отношение только к обмену данными между модемом и внешним оборудованием по последовательным интерфейсам RS-232 или RS-485) и означает лишь, что данные, которые модем ожидает на свой последовательный порт (и которые выдает на порт при приеме из эфира), должны иметь определенную структуру (пакет).

Работа модема в пакетном режиме никак не сказывается на работе удаленного модема, режим работы которого может быть и пакетным и прозрачным.

В зависимости от «направления» существуют два пакетных режима:

- в сторону модема (DCE) пакетный режим называется «**Пакетный #2**». В этом режиме данные, подаваемые на последовательный интерфейс модема, должны иметь определенный формат (структуру);
- в сторону внешнего оборудования (DTE) – «**Пакетный #1**». В этом режиме принятые из эфира данные модем выдает на свой последовательный интерфейс в определенном формате.

Оба режима могут быть активизированы независимо друг от друга (см. раздел «\$MDA, \$VMDA - режим работы модема»), например, в сторону модема (DCE) может быть прозрачный режим, а в сторону DTE – «Пакетный #1» и наоборот.

В пакетном режиме имеется также возможность полного конфигурирования (изменения параметров) как локального, так и удаленного (по радиоканалу) модема.

В пакетный режим модем может перейти из следующих режимов работы модема при условии, что не установлен флаг активизации режима «Прямой доступ» (см. раздел «Активизация режима «Прямой доступ»»), а в регистре **\$MDA** установлены биты включения нужного пакетного режима:

- из режима «Инициализация» при отсутствии ошибок в тесте памяти и при условии, что при подаче питания не была нажата кнопка MODE;
- из командного режима с помощью команды **\$E** или нажатии кнопки MODE.

При использовании пакетного режима данные, направляемые в модем внешним устройством (выдаваемые модемом для внешнего устройства) по последовательному интерфейсу, в общем виде должны иметь (имеют) следующую структуру:

DLE, STX, NETID, CMD, {DATA}, DLE, ETX, где

DLE - символ «\$»;

STX - символ «<»;

NETID – адрес модема в сети RS-485 или RS-232 в формате 4 HASFs (равен адресу, задаваемому командой **\$MYID** для радиосети);

CMD – команда пакета в формате 2 HASFs;

DATA – пользовательские данные;

ETX - символ «>».

Все управляющие символы (NETID, CMD и вспомогательные данные) передаются в HEX формате в коде ASCII верхнего регистра ('0'...'9', 'A'...'F'). Здесь и далее принимается сокращение **HASFs** –Hex символ в верхнем регистре в формате ASCII.

Параметр NETID необходим для адресации модемов внутри сети RS-485. Если используется соединение по RS-232, назначение параметра NETID теряет свой смысл, однако он в любом случае должен быть корректно установлен.

Следует учесть, что при работе в сети RS-485 в настоящей версии модема не реализован алгоритм предотвращения коллизий. Поэтому необходимо последовательно входить в сеанс связи с каждым модемом, подключенным в сеть RS-485, и не посылать широковещательных пакетов для группы модемов, работающих в пределах одной сети RS-485. Данное ограничение также касается и прозрачного режима.

Управление потоком при подключении по RS-232 осуществляется так же, как и в режиме "Прозрачный" (с помощью сигнала RTS/CTS).



Если в поле «DATA» встречается символ «\$», для обеспечения прозрачности он должен быть дублирован.

5.6.1 РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ «ПАКЕТНЫЙ #1» (DCE - DTE)

Команды режима «Пакетный #1»

Тип / формат: '00' / \$<NETID,00,TO_ID,FROM_ID,DATA\$>

Значение: Информационный пакет от модема **FROM_ID** модему **TO_ID**.

Примечание: Размер поля DATA не более 256 байт. Для обеспечения прозрачности данных символы «\$» в поле DATA дублируются.

Пример: \$<00010000011234hello\$> - данные "hello" от модема 1234 модему 0001.
\$<000100FFFF1234hello\$> - данные "hello" от модема 1234. Данные переданы в широковещательном режиме.

Тип / формат: '1x' / \$<NETID,1x, DATA\$>

Значение: **Команда 10:**

Формат команды: **10AAAAALLL**

Нет связи с модемом AAAA, потеряно LLLL байт данных.

Данное сообщение выдается после заданного командой **\$RETRY** числа безуспешных попыток получить подтверждение (ACK) об успешном приеме информационного (индивидуального) пакета с модемом AAAA только в режиме «Пакетный #2» (DTE-DCE). Неподтвержденные модемом AAAA данные теряются.

Пример: \$<0001 10 1234 001A\$> - невозможно установить связь с модемом 1234; потеряно 0x001A (26) байт данных.

Команда 11:

Формат команды: **11AAAA**

Обмен данными с модемом AAAA успешно завершен. Адрес AAAA может быть как групповым, так и индивидуальным.

Пример: \$<0001 11 1234\$> - обмен данными с модемом 1234 успешно завершен.

Команда 12:

Формат команды: **12AAAAALLL**

Значение **AAAA, LLLL** – 4 HASFs

Модем AAAA не отвечает, потеряно LLLL байт данных.

Данное сообщение выдается после заданного командой **\$RETRY** числа безуспешных попыток получить подтверждение (ACK) об успешном приеме информационного (индивидуального) пакета с модемом AAAA и только в режиме «Пакетный #2» (DTE-DCE). Не подтвержденные модемом AAAA данные теряются.

Пример: \$<0001 12 1234 001A\$> - модем 1234 не отвечает; потеряно 0x001A (26) байт данных (пробелы вставлены для наглядности).

Тип / формат: '20' / \$<NETID,20, TOID, DATA_SIZE_GET\$>

Значение: Модем принял из DTE устройства DATA_SIZE_GET байт данных, предназначенных для передачи модему TOID.

Примечание: Данное сообщение выдается только в режиме «Пакетный #2» (DTE-DCE); оно является локальным подтверждением о приеме данных.
DATA_SIZE_GET – hex значение (4 ASCII цифры).

Пример: \$<0001201234001A\$> - модем принял от DTE 0x001A (26) байт данных, предназначенных для передачи модему 1234.

Тип / формат: '30' / \$<NETID,3х, {DATA} \$>

Значение: **Команда 30:**

Формат команды: **30** (поле DATA отсутствует).

Данное сообщение выдается, если модем принял со стороны DTE ошибочную команду. Команда считается ошибочной, если старший полубайт значения команды равен 0, а младший не является допустимой командой. Список доступных команд см. в разделе «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)».

Пример: \$<000130\$> - модем 0x0001 принял ошибочную команду.

Команда 31:

Формат команды: **31**,cmd.

Модем принял со стороны DTE команду cmd с неверными параметрами. Нарушение формата команды означает, что в команде поля с неверным значением.

Пример:

\$<0001040000FF\$> \$<00013104\$> - модем принял команду 0400 (удаленный опрос модема), однако поле адреса не может быть групповым, на что выдано соответствующее предупреждение.

Команда 32:

Формат команды:

32 (поле DATA отсутствует)

Данное сообщение выдается, если модем принял со стороны DTE данные, не представленные в коде ASCII там, где они должны быть в данном коде.

Пример:

\$<000100h\$<000132\$> - модем принял команду 00 (передача данных), однако поле не представлено в коде ASCII.

Команда 33:

Формат команды: **33**, **ADR**

Число байт данных, предназначенных для передачи модему **ADR**, превышает максимально допустимое значение для одного пакета (см. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)»). Все принятые данные для модема **ADR** удаляются из буфера модема.

Команда 34:

Формат команды: **34**, **ADR**

Нарушена прозрачность данных, предназначенных для передачи модему **ADR**.

Пример:

\$<000100020002hello\$s

\$<0001340002\$>

Команда 35:

Формат команды: **35**, **ADR**

Число пользовательских полубайт данных в ASCII формате, предназначенных для передачи модему **ADR**, нечетно (например, в команде записи профиля).

Команда 36:

Формат команды: **36**,**ADR**

Пользовательские данные, предназначенные для передачи модему **ADR**, приняты не в коде ASCII (например, в команде записи профиля).

Команда 37:

Формат команды: **37**,**ADR**

Размер пользовательских данных, предназначенных для передачи модему **ADR**, равен 0 (например, в команде записи профиля).

Тип / формат: '4x' / \$<NETID,4x, DATA\$>

Значение: **Команда 40:**

Формат команды: **40SSSS**

Сообщает размер свободного буфера модема на исходящие данные. Данное сообщение является ответом на команду в сторону модема (см. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)»). Поле SSSS – (4 HASFs).

Пример: \$<0001 **40** 2000\$> - размер буфера равен 0x2000 байт (8 Кбайт).

Команда 41:

Ответ на команду локального опроса **0301** (см. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)»).

Пример: \$<0001 **41**\$>

Команда 42:

Данная команда посылается модемом после включения питания и прохождения режима инициализации.

Пример: \$<0001 **42**\$> (пробелы вставлены для наглядности).

Тип / формат: '50' / \$<NETID,50, DATA\$>

Значение:

Выдача информации о приеме BER пакета

Формат поля DATA: AAAA LL FF EEEE NN RR, где:

AAAA – адрес отправителя BER пакета (4 HASFs);

LL – длина пакета (2 HASFs);

FF – признак FEC (2 HASFs);

EEEE – число ошибок (4 HASFs);

NN – порядковый номер BER пакета (2 HASFs);

RR – уровень RSSI при приеме заголовка BER пакета (2 HASFs).

Пример: \$<0002 **50** 0001 45 00 **0001** 03 07\$>

Принят BER пакет длиной 69 (0x45) байт без кода FEC. Число ошибок - 1, порядковый номер пакета - 3. Уровень RSSI при приеме заголовка пакета - 7

\$<0002 **50** 0001 46 0F **0000** 02 06\$>

Принят BER пакет длиной 70 (0x46) байт с кодом FEC. Число ошибок - 0, порядковый номер пакета - 2. Уровень RSSI при приеме заголовка пакета - 6 (пробелы вставлены для наглядности).

Тип / формат: '6x' / \$<NETID,6x, DATA\$>

Значение: **Команда 60:**

Формат команды: **60**hhhhAABBCCDDEE

Выдача строки версии локального/удаленного модема (ответ на команду **0400**, см. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)»).

hhhh – адрес локального/удаленного модема (4 HASFs).

AA,BB,CC,DD,EE – 2 HASFs. Расшифровку см. в разделе «История версий».

Пример:

	cmd	hhhh	AA	BB	CC	DD	EE
\$<0001	60	0004	00	11	00	01	00\$>

Пробелы вставлены для наглядности.

Команда 61:

Формат команды: **61**{DATA}

Выдача локального/удаленного профиля (ответ на команду **0401**, см. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)»).

{DATA} – профиль. Каждый байт профиля передается двумя кодами в ASCII.

Команда 62:

Формат команды: **62**{DATA}

Выдача локального профиля, загружаемого по команде [\\$IEE](#) (ответ на команду **0402**, см. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)»).

{DATA} – профиль. Каждый байт профиля передается в формате 2-HASFs.

5.6.2 РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ «ПАКЕТНЫЙ #2» (DTE - DCE)

Команды режима «**Пакетный #2**»

Команда: '00' / \$<NETID,00,TYPE, TXID,DATA\$>

Значение: Пакет данных, предназначенных для передачи модему **TXID**.

Значение поля **TYPE** (2 HASFs):

Биты:

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	Link_Mode	I	FEC2	FEC1	FEC0

Link_Mode – задает режим обмена. Если бит Link_Mode = 1, происходит обмен с модемом в режиме без установления соединения; при этом адрес TXID не должен быть групповым.

I – перемежение: 1 – перемежение выключено, 0 – перемежение включено.

FEC2...FEC0 – задает возможность передавать данные с кодом FEC.

Таблица кодировки кода FEC аналогична кодировке при вводе командой [\\$DFEC](#).

Разрядность данных (8 или 7 бит) определяется автоматически. Для обеспечения прозрачности данных символы **\$** в поле **DATA** должны дублироваться.

Пример: \$<0001**0010**1234hello\$>

Команда модему **0001** передать модему **1234** строку «hello» в режиме без установления соединения.

\$<0002**0001**FF02hello\$>

Команда модему **0002** передать группе модемов **02** строку «hello» в широкополосном режиме с включенным помехоустойчивым кодом RS(7.3).

<p>Команда: '01' / \$<NETID,01,TYPE\$></p> <p>Значение:</p> <p>Примечание:</p>	<p>Группа команд управлением автоматическим (циклическим) режимом.</p> <p>Значение поля TYPE (2 HASFs):</p> <p>00 - Начать запись потока команд для циклического режима (см. раздел «Работа в автоматическом (циклическом) режиме»).</p> <p>Данная команда не записывается в очередь команд модема и исполняется немедленно.</p> <p>01 - Остановить запись потока команд и активизировать циклический режим работы (см. раздел «Работа в автоматическом (циклическом) режиме»).</p> <p>Данная команда не записывается в очередь команд модема и исполняется немедленно.</p> <p>Циклический режим работы активизируется после выполнения всех команд, следующих до начала записи потока команд для циклического режима.</p> <p>02 - Остановить циклический режим работы (см. раздел «Работа в автоматическом (циклическом) режиме»).</p> <p>Остановка циклического режима работы происходит после завершения текущей транзакции в эфире (если таковая имеет место).</p> <p>Циклический режим работы заканчивается также при приеме модемом пакетов со стороны DTE с командой 00.</p> <p>Данная команда записывается в очередь команд модема и выполняется после обработки текущих команд (если таковые имеются).</p>
<p>Команда: '02' / \$<NETID,02,TYPE,VAL\$></p> <p>Значение:</p> <p>Пример:</p> <p>Число байт в буфере:</p>	<p>Команда управлением текущими параметрами передачи данных в эфир. Поле VAL – 2 HASFs.</p> <p>Значение поля TYPE (2 HASFs):</p> <p>00 - Задержка DELAY_SEC (0...255 секунд) между последовательными транзакциями модема с модемами. Если задержка равна 0, пакеты передаются непрерывно. Команда активизируется после передачи текущего пакета. Данный параметр имеет смысл применять в циклическом режиме. Передача данных/опрос модемов должен происходить с периодом, отличным от нуля.</p> <p>01 - Число RETRY_NUM ретрансляций пакетов, требующих подтверждения.</p> <p>Данное значение активизируется только при передаче индивидуальных пакетов (см. \$RETRY).</p> <p>02 - Число BCMAX_NUM передач копий широковещательного пакета (0...255).</p> <p>\$<0001 0200 0A\$> - команда модему 0001 – после передачи текущего пакета происходит задержка на 10 секунд.</p> <p>\$<0001 0201 05\$> - команда модему 0001 - 5 попыток для успешной передачи пакета, требующего подтверждения.</p> <p>\$<0002 0202 03\$> - команда модему 0002 - каждый широковещательный пакет передается по 3 раза.</p> <p>(Пробелы вставлены для наглядности)</p> <p>0</p>
<p>Команда: '03' / \$<NETID,03,CMD_ID\$></p> <p>Значение:</p>	<p>Значение поля CMD_ID (2 HASFs):</p> <p>00 - Получить размер свободного буфера модема на исходящие данные.</p> <p>Ответом на команду является пакет с типом 40, посылаемый модемом в DTE в режиме передачи данных "Пакетный #1" (DCE-DTE).</p> <p>01 - Локальный опрос модема.</p> <p>Ответом на команду является пакет с типом 41, посылаемый модемом в DTE в режиме передачи данных "Пакетный #1" (DCE-DTE).</p> <p>02 – Вход в командный режим</p> <p>03 – Аппаратный сброс модема.</p>

Команда: '04' / \$<NETID,04,TYPE,ID \$>

Значение: Поле ID – 4 HASF символа.

Значение поля **TYPE** (2 HASFs):

00 – Опрос модема ID. Ответом на данную команду является ASCII строка версии модема. Если ID совпадает с MYID, опрос осуществляется локально, иначе - удаленного модема ID.

01 – чтение профиля модема. Ответом на данную команду является команда 61. Если ID совпадает с MYID, профиль считывается у локального модема, иначе - у удаленного модема ID.

02 - чтение профиля модема, загружаемого по команде [\\$IEE](#). Ответом на данную команду является команда 62. Данный профиль считывается только у локального модема, при этом параметр ID игнорируется.

Команда: '05' / \$<NETID,05,00,ID,TO,PROFILE\$>

Значение: Команда записи профиля в модем.

Поле **ID** (4 HASFs): адрес конфигурируемого модема. Если ID равен MYID локального модема, запись профиля происходит локально, иначе – профиль передается удаленному модему ID для последующей записи.

Поле **TO** (2 HASFs): определяет тайм-аут на выполнение команды. Тайм-аут задается в интервалах, кратных 1 с. Если запись профиля происходит локально, параметр TO игнорируется.

Поле **PROFILE**: новый профиль модема. Каждый байт профиля передается в виде 2 HASFs. Число байт профиля должно быть четно и не должно превышать размер профиля. Число байт профиля может быть меньше размера всего профиля. В данном случае будут изменены только первые n байт профиля модема.

Пример: \$<0001 0500 1234 05 1233FFFF\$> - команда модему 0001 передать первые 4 байта профиля модему 1234 с тайм-аутом выполнения 5 с. После выполнения команды записи профиля модем 1234 будет иметь следующие параметры: TXID=FFFF, MYID=1233 (пробелы вставлены для наглядности).

Команда: '06' / \$<NETID,06,00,ID,TO \$>

Команда сброса удаленного модема.

Поле **ID** (4 HASFs): адрес удаленного модема. Если ID равен MYID локального модема, сброс происходит локально, иначе осуществляется попытка сбросить удаленный модем. Локальный сброс аналогичен команде 0303 за исключением того, что сброс по команде 0303 происходит мгновенно, а команда 0600MYID ставится в очередь на выполнение.

Поле **TO** (2 HASFs): определяет тайм-аут на выполнение команды. Тайм-аут задается в интервалах, кратных 1 с. Если сброс осуществляется локально, поле TO игнорируется.

Команда: '07' / \$<NETID,07,TYPE,ID,FREQT, FREQR,AR,TO\$>

Установка частоты и скорости передачи по эфиру удаленного или локального модема

Поле **TYPE** (2 HASFs): признак записи в EEPROM значения частоты и скорости после выполнения команды.

00 – запись в EEPROM не происходит;

01 – после установки параметров эфира осуществляется запись в EEPROM.

Поле **ID** (4 HASFs): адрес удаленного модема. Если ID равен MYID локального модема, параметры эфира устанавливаются на локальном модеме.

Поле **FREQT** (4 HASFs): значение частоты передачи. Задается в единицах, кратных 1 кГц, начиная с частоты 433000 кГц:

433000 = 0x0000

433001 = 0x0001

.....

434000 = 0x03E8

.....

435000 = 0x07D0

Если нет необходимости изменять частоту передатчика, старший бит счетчика должен быть установлен в 1 (например, 8000 в коде ASCII: 0x38 0x30 0x30 0x30).

Поле **FREQR** (4 HASFs): значение частоты приема. См. поле FREQT.

Поле **AR** (2 HASFs): скорость обмена по эфиру. Расшифровку значений см. в разделе «\$AR – скорость передачи данных по эфиру». Если нет необходимости изменять скорость, бит 7 должен быть установлен в 1 (например, 80 в коде ASCII: 0x38 0x30).

Поле **TO** (2 HASFs): определяет тайм-аут на выполнение команды. Тайм-аут задается в интервалах, кратных 1 с. Если установка параметров осуществляется локально, поле TO игнорируется.

Пример: \$<0001 0700 0001 03E8 03E8 06 03\$>

Локальная установка частоты передачи и приема 434000 кГц. Скорость передачи – 38400 бит/с.

Пример: \$<0001 0700 0002 03E8 83E8 06 03\$> - установка частоты передачи 434000 кГц у удаленного модема 0002, скорость передачи – 38400 бит/с, тайм-аут на выполнение команды – 3 с.

Пример: \$<0001 0701 0001 83E8 83E8 00 03\$> - локальная установка скорости передачи 4800 бит/с. Новое значение скорости будет записано в EEPROM.

Пробелы вставлены для наглядности.

5.6.3 РАБОТА В АВТОМАТИЧЕСКОМ (ЦИКЛИЧЕСКОМ) РЕЖИМЕ

Модем может работать в автоматическом (циклическом) режиме, при этом он должен находиться в режиме передачи данных «Пакетный#2». В автоматическом режиме модем опрашивает удаленные модемы на наличие данных для передачи и/или передает фиксированные данные модемам (группе модемов).

Число пакетов автоматического режима работы ограничено только внутренним буфером модема для передачи данных (регистр [\\$RG25](#)).

Данный режим удобно применять в радиосети, имеющей одну «базовую» станцию, которая последовательно опрашивает удаленные объекты. В этом режиме исключается коллизия пакетов, т.к. передачу инициирует только базовая станция.

5.7 РЕЖИМ «ПРЯМОЙ ДОСТУП»

В этом режиме модем предоставляет внешнему устройству «прямой доступ к эфиру» (точнее, к модулятору и демодулятору встроенного приемопередатчика). Для обмена данными в эфире внешнее устройство при этом может использовать собственные протоколы, способы помехоустойчивого кодирования, адресации и т.д.

Для выбора режима «Прямой доступ» необходимо:

- установить переключку «Интерфейс» на плате модема в положение «RS-232»;
- если необходимо, задать в «командном» режиме параметры, относящиеся к приемопередатчику (рабочую частоту, мощность, девиацию, ширину полосы приемника, режим работы приемника, скорость данных в эфире, включить или выключить синхронизатор);
- установить значение регистра по адресу [\\$F2](#) в значение 0x87 (см. разделы «\$RG - запись технологических параметров модема» и «Активизация режима «Прямой доступ»»);
- перезапустить модем (выключить/включить питание или кратковременно нажать кнопку RESET на плате модема).

В режиме «Прямой доступ» меняется назначение сигналов интерфейса RS-232:

RTS (RX/TX)	Вход переключения «Прием»/«Передача»
CTS (ACK)	Выход сигнала квитирования (подтверждения) переключения «Прием»/«Передача»
TXD (DIN)	Вход последовательных данных для передачи в эфир.
RXD (DOUT)	Выход принятых из эфира последовательных данных.

Интерфейс RS-485 в этом режиме не работает.

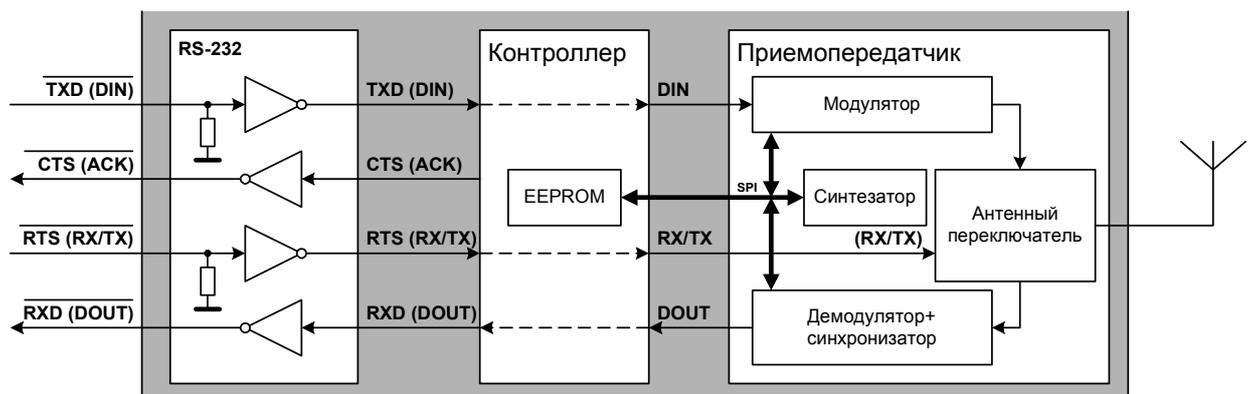


Рис. 5.1 Схема работы модема в режиме «Прямой доступ»

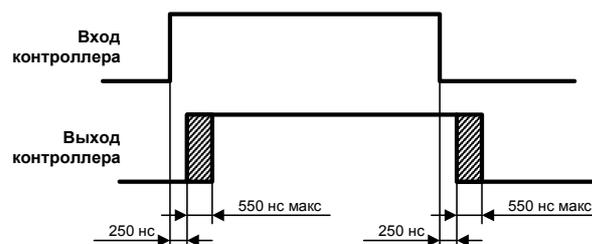


Обратите внимание, что сигналы на входных/выходных контактах интерфейса RS-232 модема отличаются от «внутренних» (логических) сигналов не только электрическими уровнями, но и инвертируются встроенным формирователем RS-232:

- (-12В...+1,2) В на RS-232 соответствует логической 1 «внутри»;
- (+2,4...+12) В на RS-232 соответствует логическому 0 «внутри».

Описание сигналов и временные диаграммы соответствуют «внутренним» сигналам модема.

Контроллер модема при включении питания (или сбросе) осуществляет инициализацию и установку заданных рабочих параметров приемопередатчика и начинает «транслировать» сигналы TXD и RXD от интерфейса RS-232 к приемопередатчику и наоборот. Возникающее при этом «дрожание» фазы сигналов (джиттер) не превышает 550 нс, что позволяет пренебрегать им даже при высоких скоростях данных.



Для переключения режимов «Прием»/«Передача» используется сигнал RX/TX со входа RTS модема, при этом состояние «1» соответствует режиму «Прием», а состояние «0» – «Передача». На переключение в режим «Передача» встроенному приемопередатчику требуется время порядка 250 мкс. Для «информирования» внешнего устройства о завершении процесса переключения и готовности передавать данные в эфир контроллер выставляет сигнал квитирования (подтверждения) CTS (ACK) в состояние «0». Использование этого сигнала необязательное – внешнее устройство может просто выждать время не менее 250 мкс после установки сигнала RTS (RX/TX) в «0».

В режиме «Передача» (RX/TX=ACK=0) последовательные данные DIN со входа TXD модема поступают непосредственно на модулятор и передаются в эфир. При этом состоянию DIN=0 соответствует частота $F_0 - \Delta F$, а состоянию DIN=1 - частота $F_0 + \Delta F$, где F_0 – установленная номинальная рабочая частота, а ΔF – установленная девиация частоты. Входные данные не синхронизируются, вопрос соблюдения нужной скорости в эфире (если это нужно) должен решаться внешним устройством.

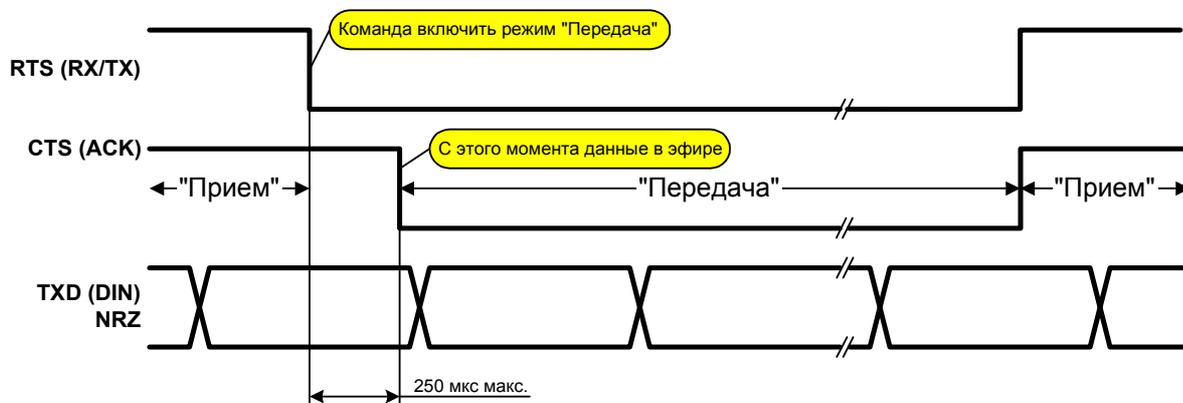


Рис. 5.2 Передача данных в режиме «Прямой доступ»

В режиме «Прием» (RX/TX=1) при выключенном синхронизаторе (см. раздел «Активизация режима «Прямой доступ») принятые из эфира демодулированные данные DOUT подаются непосредственно на выход RXD модема. Если включен синхронизатор, сигнал DOUT «выделяется» из сигнала с выхода демодулятора приемника с учетом заданной скорости данных в эфире. В этом случае сигнал на выходе DOUT наиболее «чистый» (меняет состояние не чаще, чем один раз за бит-период в соответствии с установленной скоростью), но для корректного функционирования встроенного синхронизатора необходимо соблюдение следующих условий:

- скорость данных (BR) на входе приемника (в эфире) не должна отличаться от установленной в модеме более, чем на 5%;
- пакеты данных должны начинаться с преамбулы (последовательность 010101...) длиной не менее 24 бит;

- поток данных после этого должен иметь по меньшей мере один переход от «0» к «1» или наоборот на каждые 8 бит.

Таким образом, при включенном синхронизаторе можно пользоваться только набором скоростей в эфире, который позволяет программировать модем в командном режиме: 4 800, 9 600, 19 200 и 38 400 бод. При выключенном же синхронизаторе можно использовать любую (даже «нестандартную») скорость обмена данными вплоть до 76 800 бод, при этом внешнее устройство само должно заботиться о выделении данных из сигнала DOUT.

При выборе скорости данных (BR) следует правильно выбирать подходящую девиацию частоты передатчика (ΔF) и ширину полосы пропускания приемника (BW). Как правило, девиация устанавливается в диапазоне $\Delta F = (1...2) \times BR$, при этом необходимая полоса приемника должна быть $BR > 2 \times (BR + \Delta F)$.

Рекомендуемые соотношения этих параметров:

Скорость данных (BR), бод	Девиация частоты передатчика (ΔF), кГц	Ширина полосы приемника (BW), кГц
4 800	5	10
	20	40
9 600	10	20
	20	40
19 200	20	40
	40	200
38 400	40	200
	100	200

Индикатор MODE в режиме «Прямой доступ» мигает зеленым с частотой, пропорциональной скорости данных, принятых из эфира (сигнал DOUT), или красным с частотой, пропорциональной скорости данных, принятых от внешнего устройства (сигнал DIN).

В режиме «Прямой доступ», в отличие от других режимов передачи данных, не анализируется уровень входного сигнала (RSSI) на входе приемника, поэтому индикатор RX/TX в режиме «Прием» всегда горит зеленым.

В режиме «Прямой доступ» не работает кнопка MODE, поэтому для отмены этого режима необходимо сначала войти в командный режим, перезапустив модем (питанием или кнопкой RESET) при нажатой кнопке MODE (см. раздел «Режимы работы модема»), снять флаг включения режима «Прямой доступ» (см. раздел «Активизация режима «Прямой доступ»») и вновь перезапустить модем.

5.8 РЕТРАНСЛЯЦИЯ ПАКЕТОВ

Модем способен ретранслировать пакеты других модемов, не утрачивая своих основных функций.

В системе может быть до 8 ретрансляторов, номера которых задаются командой [\\$RPTN](#). Адреса ретранслируемых пакетов задаются командой [\\$RID](#).

В каждом пакете, передаваемом в эфир, находится специальное ретрансляционное поле (РП), которое обрабатывается каждым активным ретранслятором. Модем, работая в режиме ретранслятора, принимая кадр из эфира, анализирует РП и адреса RIDxx. Если в РП отсутствует маркер ретрансляции для данного модема и адрес в пакете совпал с одним из RIDxx, принятый кадр записывается во внутреннюю ретрансляционную очередь, работающую по принципу FIFO (первый вошел, первый вышел). Всего в очереди одновременно может находиться до 8 пакетов. Пакеты, предназначенные для ретрансляции, могут быть

задержаны в буфере очереди на заданное время. Время удержания данных в очереди программируется технологическим параметром RPT_DELAY ([\\$RG28](#)). По истечении времени RPT_DELAY пакеты передаются в эфир.

Ретрансляция сообщений, находящихся в очереди, имеет меньший приоритет по сравнению с передачей собственных данных модема. Ретрансляция информационных пакетов происходит только в случае правильного приема всех данных пакета (в случае приема данных пакета с ошибками, информационный пакет не ретранслируется).

Поскольку модем в эфире работает в полудуплексном режиме, при применении ретрансляторов общая скорость передачи уменьшается прямо пропорционально количеству активных ретрансляторов, задействованных в процессе передачи данных между абонентами.

Для активизации режима ретрансляции достаточно присвоить модему уникальный ретрансляционный номер (команда [\\$RPTN](#)) и ввести хотя бы один адрес отправителя/получателя, пакеты которого необходимо ретранслировать (команда [\\$RID](#)).

Модем способен выполнять некоторые интеллектуальные функции над очередью пакетов, предназначенных для ретрансляции:

- удаление одинаковых пакетов от одного и того же отправителя или для одного и того же получателя (кроме широковещательных пакетов);
- коррекция последовательности потока пакетов от абонентов (абонентам), находящихся в режиме «точка-точка» с установлением соединения в случае, если в очереди находятся «конфликтующие» пакеты. Пример работы функций коррекции см. в разделе «Структура данных команд \$LOG и \$SCAN. История обмена. Примеры».

Более подробно о дополнительных возможностях по ретрансляции см. в разделе «Расширенные возможности приема и ретрансляции пакетов».

5.9 РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПО ЭФИРУ (ГАРАНТИИ ДОСТАВКИ ДАННЫХ АДРЕСАТУ)

Модем может работать в эфире в двух основных режимах – широковещательный (или групповой) и индивидуальный («точка-точка»).

5.9.1 ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ

Модем автоматически работает в широковещательном режиме, если параметр TXID не является индивидуальным (см. раздел «Адресация и примеры организации сетей»). В этом случае модем отправляет в эфир «широковещательные» пакеты, которые «слышат» все модемы (или группа модемов).



Поскольку в широковещательном режиме нет возможности реализовать механизм подтверждений, гарантия правильности доставки пакета данных адресату в этом режиме отсутствует.

Вероятность доставки пакетов может быть увеличена вспомогательными методами:

- включением помехоустойчивого кодирования (см. раздел «Формат пакета в эфире. Помехоустойчивое кодирование»);
- уменьшением длины пакета в эфире (см. раздел «\$PLEN - максимальный размер пакета данных в эфире»);
- дублированием пакетов в эфире (см. раздел «\$BPM - максимальное число одинаковых широковещательных пакетов»);
- снижением скорости передачи в эфире (см. раздел «\$AR – скорость передачи данных по эфиру»).

Если скорость выдачи данных на последовательный порт много ниже общей скорости поступления данных из эфира и приемный буфер заполнен, возможна потеря информации т.к. пакет данных, не уместившийся в приемный буфер, удаляется. Пути

решения данной проблемы описаны в разделе «Буферизация принятых из эфира данных. Конкатенация данных».

5.9.2 Индивидуальный режим («ТОЧКА-ТОЧКА»)

Для работы в индивидуальном режиме (точка-точка) параметр TXID не должен являться широковещательным или групповым. В этом случае модем отправляет в эфир «индивидуальные» пакеты, которые «слышит» только модем, параметр MYID которого равен TXID передающего модема.



При получении «индивидуального» пакета модем автоматически отправляет подтверждение о его приеме отправителю этого пакета. Отправитель же при неполучении такого подтверждения повторяет пакет. Таким образом в режиме «точка-точка» имеются гарантии доставки данных.

Количество и другие параметры, связанные с подтверждениями могут программироваться (см. раздел «Команды управления модемом»).

Получая индивидуальный пакет, модем создает фактическое или мнимое соединение с этим модемом, начиная при этом вести статистику приема пакетов от него. По способу соединения индивидуальный режим разделяется на два подрежима:

- режим с установлением соединения;
- режим без установления соединения.

Режим с установлением соединения

В данном режиме создается фактическое соединение с модемом. Фазе обмена данными предшествует фаза установления соединения. Если модем, находящийся в режиме установления соединения, находится еще и в режиме «Пакетный #2», то по окончании фазы передачи данных происходит процедура разъединения. На каждый правильно принятый информационный пакет автоматически отправляется короткое подтверждение (ACK). В случае, если данные приняты с ошибками, подтверждение об этом не отправляется. В режиме с установлением соединения имеется возможность использовать одно подтверждение на несколько пакетов данных (см. раздел «\$MAXP - число пакетов, передаваемых в эфир без ожидания подтверждения»), что увеличивает пропускную способность канала радиосвязи. В случае если параметр \$MAXP отличен от 1, на приемном модеме следует установить параметр \$RESPT который определяет задержку отправки подтверждения на случай, если удаленный модем передает несколько пакетов с ожиданием группового подтверждения. Параметр \$RESPT не активизируется (подтверждение передается сразу же) в случае, если получен последний пакет в последовательности пакетов, требующих подтверждения (признак последнего пакета передается в заголовке пакета). Если параметр \$RESPT равен 0, задержка отправки подтверждения отсутствует.

Данный режим автоматически устанавливается, если параметр \$TXID является любым адресом, отличным от широковещательного или группового. Данный режим рекомендуется применять для работы только двух модемов в режиме «точка-точка».

Модем в режиме с установлением соединения в определенный момент времени может поддерживать активным только одно соединение. При этом он способен принимать широковещательные пакеты и отправлять подтверждения на пакеты режима без установления соединения.

В случае, если скорость выдачи данных на последовательный порт много ниже общей скорости поступления данных из эфира и приемные буферы заполнены, передающему модему передается специальный кадр неготовности приема. Таким образом, потеря данных из-за несоответствия скоростей исключена.

Режим без установления соединения

Данный режим активизируется автоматически при условии, что параметр \$TXID является любым адресом, отличным от широковещательного или группового, но заканчивается префиксом NL. На каждый правильно принятый информационный пакет

автоматически отправляется короткое подтверждение (ACK). В случае, если данные приняты с ошибками, подтверждение об этом не отправляется. Данный режим является усовершенствованием режима с установлением соединения. Фазы соединения и разрыв соединения отсутствуют.

При приеме пакета режима без установления соединения происходит мнимое соединение с отправителем пакета, после чего начинается вести история принятых пакетов. Одновременно возможно ведение до 25 мнимых соединений. В случае установления нового соединения при наличии активных 25 соединений, информация о его состоянии записывается на место самого последнего активного соединения.

Данный режим удобно использовать в режиме «Пакетный #2» с индивидуальной адресацией, т.к. значительно сокращается время передачи данных (фазы установления и разрыва соединения отсутствуют) – до 3-4 раз по сравнению с режимом с установлением соединения.

Также данный режим необходимо устанавливать, если необходима гарантия доставки информации базе в случае построения радиосети в режиме «звезда». Базовый модем (центр звезды) может работать в широкопередаточном режиме.

Базовая станция работает с исполнительным оборудованием (ИО) через модемы ## 1-5. Предполагается, что в пакетах базовой

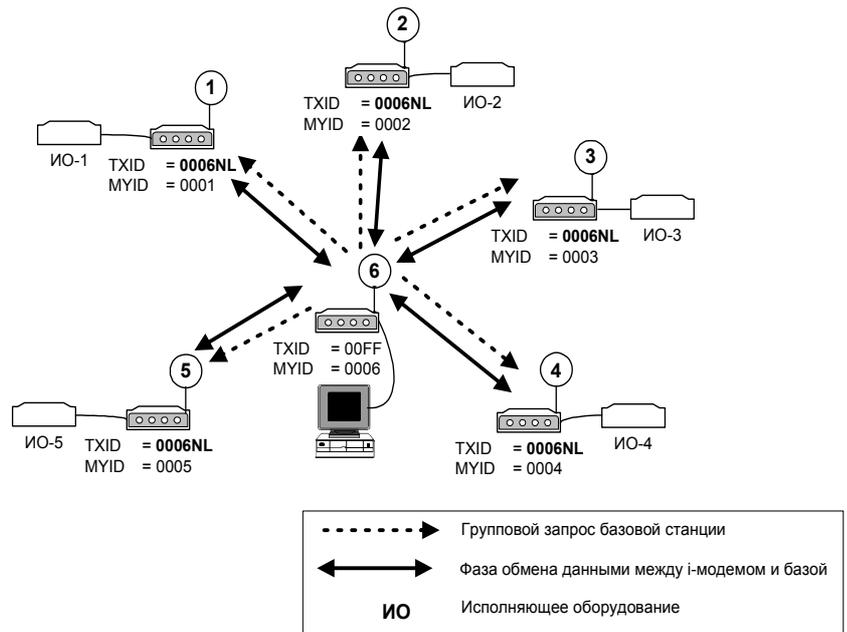
станции существует внутренняя адресация для ИО-х. Базовая станция передает данные в групповом режиме. Базовый модем и модемы, подключенные к ИО-х, работают в прозрачном режиме. Гарантия доставки данных до ИО-х со стороны базового модема отсутствует. В случае неполучения ответа на свой запрос базовая станция должна повторить его через определенный тайм-аут (если данный алгоритм обмена заложен во взаимодействие между базой и модемами на уровне протокола обмена). Модемы ИО-х настроены на связь с базовым модемом в режиме индивидуальный (точка-точка) без установления соединения. Все данные, приходящие на последовательный порт модема от ИО-х будут гарантированно доставлены до базового модема. Проблем со множественным соединением (как в режиме с установлением соединения) не возникает.

В случае, если управляющая программа на базовой станции может быть модернизирована пользователем, базовый модем, работая в режиме «Пакетный #2», может периодически передавать данные (запросы от базовой станции) на ИО-х в режиме без установления соединения. Это значительно уменьшит время опроса всех ИО-х при существующей гарантии доставки информационных пакетов.

Если скорость выдачи данных на последовательный порт много ниже общей скорости поступления данных из эфира и приемные буферы заполнены, передающему модему не передается подтверждение о приеме пакета, что вынуждает его повторить передачу пакета данных через время, задаваемое параметром **\$ACKT**. Таким образом, потеря данных из-за несоответствия скоростей исключена.

5.9.3 АНАЛИЗ ЗАНЯТОСТИ ЭФИРА

Во избежании потери данных, вызванных помехами и коллизиями в эфире (в случае, если несколько модемов одновременно пытаются передать данные на



одной частоте), в модеме реализован алгоритм анализа занятости эфира перед выходом в режим «Передача».

Признаком занятости эфира может быть:

- наличие в эфире пакета от другого такого же модема. Использование этого признака не предупреждает потери данных, вызванные наличием в эфире помех от любых других источников, кроме модемов СПЕКТР 433;
- превышение «физического» уровня сигнала (RSSI) на антенном входе модема установленного порога (задается командой [\\$RST](#)). Этот признак учитывает любые помехи в эфире, вызывающие повышение уровня сигнала на входе модема, независимо от их происхождения. Проверку на этот признак можно отключить сбросом бита **bRSSI_ON_CHGRANT** (команда [\\$AIR](#)).

Перед каждым выходом в режим «Передача» модем проверяет занятость эфира. В случае, если эфир «свободен», происходит передача текущего пакета, иначе модем ожидает его освобождения.

Процедура ожидания освобождения эфира состоит в последовательной проверке занятости эфира через случайно формируемые в определенном диапазоне промежутки времени. При этом имеется возможность задания двух вариантов диапазона, в границах которого выбирается случайный промежуток времени. Выбор варианта производится установкой бита **bCH_GRANT_x4WSLT** (команда [\\$AIR](#)). Для более продолжительного, а следовательно и более надежного анализа следует устанавливать «четырёхкратный» временной диапазон. Такая установка актуальна только при большой вероятности коллизий в сети. Если же эта вероятность мала или вовсе отсутствует (например, если система не подразумевает «самостоятельных» выходов модемов в эфир), можно обойтись и «стандартной» установкой бита **bCH_GRANT_x4WSLT**.

В случае необходимости алгоритм анализа занятости эфира можно отключить, установив бит [bBYPASS CH GRANT](#) (команда [\\$AIR](#)).

5.10 БУФЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ, ВХОДЯЩИХ ПО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМУ ПОРТУ

На входящие со стороны DTE данные модем имеет внутренний буфер размером 8 Кбайт. При максимальной длине информационного пакета (256 байт) в буфере может находиться до 32 пакетов. Применение внутреннего буфера исключает потерю данных из-за разницы в скоростях обмена по последовательному порту и в эфире. Буфер имеет структуру FIFO («первым вошел, первым вышел»).

Модем имеет параметр (регистр [\\$RG22](#)), с помощью которого можно изменять размер буфера. Буфер на входящие данные имеет максимальный размер 8 Кбайт (32 блока по 256 байт). Параметр [\\$RG22](#) задает число блоков. Значения 0, 32, а также значения вне диапазона 0...32, соответствуют максимальному значению размера буфера.

При передаче данных через модемы внешние устройства могут использовать стандартные протоколы передачи данных (файлов), такие как XMODEM, XMODEM 1K, ZMODEM, KERMIT и т.д. Однако, не все протоколы корректно функционируют при буферизации данных, поэтому, прежде чем использовать внешний протокол передачи данных, необходимо опытным путем настроить параметр [\\$RG22](#).

Состояние буфера индицирует светодиод MODE – загорается зеленым при наличии в буфере данных для отправки в эфир. При заполнении буфера светодиод мигает зеленым с интервалом примерно раз в 100 мс. Как только данные из буфера отправлены в эфир, светодиод гаснет (в режиме «точка-точка» - только при получении подтверждения о доставке).

5.11 БУФЕРИЗАЦИЯ ПРИНЯТЫХ ИЗ ЭФИРА ДАННЫХ. КОНКАТЕНАЦИЯ ДАННЫХ

На принятые из эфира данные в модеме предусмотрены 16 буферов по 256 байт каждый. Каждый 256-байтный буфер может быть «виртуально» расширен до 1024 байт. Таким образом, суммарный размер буфера составляет 16 Кбайт.

Информационный пакет от каждого модема направляется в индивидуальный буфер. В случае, если скорость обмена по эфиру намного превышает скорость обмена по последовательному порту, в приемном буфере могут содержаться до 16 информационных пакетов от различных модемов. Данные приемных буферов последовательно передаются на последовательный порт модема в порядке поступления их из эфира.

Некоторые протоколы передачи данных подразумевают тайм-аут между символами внутри непрерывного сообщения. Размер непрерывного сообщения может превышать максимальный размер пакета, передаваемого в эфир модемом. В случае неустойчивой (с повторами) связи модемов тайм-аут между последовательными пакетами может намного превышать тайм-аут между символами пакетов сообщения, заложенный в протокол между двумя оконечными устройствами. Следующие рисунки иллюстрируют это.

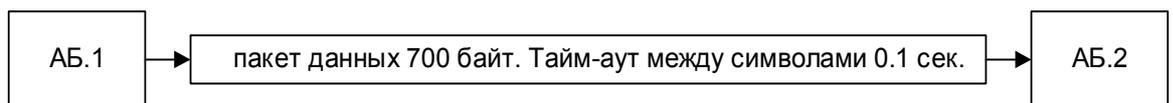


Рис. 5.3 Прямое соединение устройств

В схеме на Рис. 5.3 модемы соединены напрямую. Тайм-аут между символами пакета отсутствует.

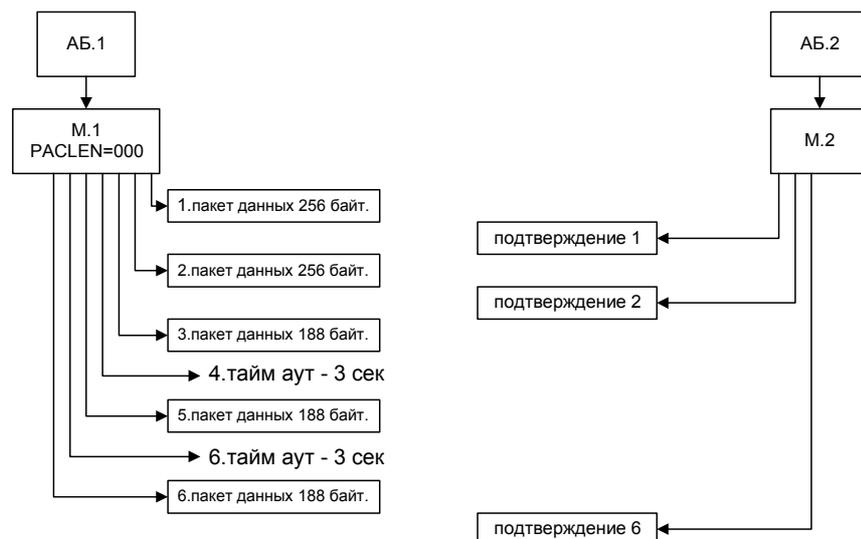


Рис. 5.4 Соединение устройств через модемы

Предположим, что из-за плохой связи на пакет №3 не было получено подтверждение. Также после тайм-аута №4 не было получено подтверждение на пакет №5. В итоге, данные размером 700 байт были доставлены, но с промежутком 6 с. Если тайм-аут внутри сообщения меньше 6 с, то полученные данные будут не приняты AB.2 из-за ошибки тайм-аута.

Подобная ошибка может возникнуть не только из-за повторов передач пакетов. Она может возникнуть даже при хорошей связи между радиомодемами, но при тайм-ауте между символами внутри сообщения меньше суммы времени переключения на передачу модема и времени доставки сообщения от M.1 к M.2.

Как правило, конечный пользователь программы обслуживания конечных модемов не может изменить временные параметры протокола обмена.

Для предотвращения подобных эффектов в модеме может быть использована конкатенация данных общего объема, не превышающего 1024 байт. Пакеты данных, поступающие из эфира, буферизируются модемом. Время буферизации (удержания) данных модемом задается в секундах параметром LINKBUFTO ([\\$RG26](#)). Буферизация

данных происходит только в том случае, если параметр [\\$RG26](#) отличен от 0, иначе данные выдаются на последовательный порт модема по мере поступления из эфира.

В случае разрешения буферизации данных выдача принятых данных на последовательный порт модема происходит в следующих случаях:

- **буфер размером 1024 байт полон.** Приходящие данные поступают быстрее заданного тайм-аута удержания. Общий размер данных превышает или равен 1024 байт;
- **получен признак последних данных.** В заголовке пакета передается специальный признак «наличия дополнительных данных» (НДД) или «последние данные» (ПД). Если получен признак НДД, данные записываются во внутренний буфер и запускается тайм-аут удержания. Если получен признак ПД, пришедшие данные вместе с буферизированными немедленно выдаются на последовательный порт модема;
- **произошел тайм-аут удержания данных в буфере конкатенации.** Если не получены данные с признаком ПД и истек тайм-аут удержания в буфере, накопленные данные передаются в последовательный порт модема или удаляются (бит **DelLinkDataByTimeOut** команды [\\$MDB](#)).

Если нет необходимости применять буферизацию приходящих данных из эфира, каждый 256 байтный блок может быть «виртуально» расширен до 1024 байт. Данное свойство полезно применять в том случае, если скорость по эфиру намного превышает скорость выдачи данных по последовательному порту. Однако, следует учитывать, что при большом количестве данных и скорости в эфире, много большей чем по последовательному порту, в любом случае возможна потеря данных в широкополосном (групповом) режиме. В этом случае необходимо либо устанавливать соизмеримые скорости по эфиру и последовательному порту, либо не посылать большие объемы данных непрерывным потоком, либо переводить обмен данными в индивидуальный режим. Как правило, установка скорости по последовательному интерфейсу большей, чем скорость эфира, устраняет эту проблему.

Каждый приемный блок может быть расширен до 1024 байт для дополнительного приема данных от конкретного модема только при соблюдении следующих условий:

- в текущий момент нет свободных приемных буферов. В любом другом случае очередной пакет данных записывается в любой свободный буфер;
- в текущий момент времени среди приемных буферов есть буфер с данными от конкретного модема, находящийся в очереди на передачу в последовательный порт модема;
- в текущий момент времени на последовательный порт модема не выдается блок данных от конкретного модема;
- в принимающем модеме запрещена конкатенация данных.

Чтобы разрешить увеличение буфера до 1024 байт, необходимо установить в «0» бит [\\$MDB.bVirtIncRxBufferTo1024Disable](#), при этом параметр LINKBUFTO ([\\$RG26](#)) должен быть равен 0 (конкатенация запрещена).

5.12 КАРТА ОЗУ МОДЕМА.

В данном разделе определены некоторые адреса внешнего ОЗУ модема, которые могут быть полезны в отладочных целях. Значение ОЗУ по желаемому адресу может быть прочитано с помощью команды [\\$Shhhh](#). Назначение адресов может меняться от версии к версии микрокода модема.

Адрес (диапазон)	Назначение
0x0000...0x2000	Буфер на входящие данные со стороны последовательного интерфейса модема
0x3000...0x7000	16 приемных буферов на входящие данные со стороны радиоэфира
0x7D00...0x7E00	Буфер для записи журнала обмена по эфиру
0x8700...0x8F00	Буфер памяти, заполняемый значением ОЗУ удаленного модема при

0x9100

выполнении команды [\\$RMEM](#)
256 байтный блок для записи результатов приема BER пакетов

5.13 РАБОТА МОДЕМА НА СКОРОСТИ 76 800 БОД

Модем имеет возможность работы в эфире на скорости 76 800 бод. Для этого необходимо установить бит **bHI_SPEED** (команда [\\$MDB](#)).

В этом режиме имеются следующие ограничения:

- параметры, установленные командой [\\$AR](#), игнорируются (скорость в эфире устанавливается равной 76 800 бод, девиация частоты передатчика - ± 100 кГц, ширина полосы пропускания приемника – 200 кГц);
- в качестве помехоустойчивого кодирования (FEC) нельзя использовать коды Рида-Соломона, поэтому командами [\\$DFEC](#), [\\$RFEC](#) и [\\$RAFEC](#) необходимо задать тип FEC, соответствующий коду HAM(12.8) или выключить FEC;
- по той же причине нельзя указывать параметры, соответствующие использованию кодов Рида-Соломона, в других командах (таких, как [\\$TBER](#) и [\\$RBER](#)).

Другие ограничения при работе на скорости 76 800 бод отсутствуют.

6 УДАЛЕННОЕ КОНФИГУРИРОВАНИЕ

В модеме имеется возможность удаленного конфигурирования. Под удаленным конфигурированием подразумевается способность удаленного модема выполнять принятые от ведущего модема команды, не относящиеся к процессу передачи данных. Для понимания процесса удаленного конфигурирования вводится понятие *профиля*. Под профилем понимается набор и структура всех параметров модема, необходимых для его работы. Профиль модема хранится в EEPROM.

Все команды удаленного конфигурирования передаются в режиме точка-точка и требуют подтверждения о получении на уровне протокола передачи данных по эфиру.

Некоторые команды требуют тайм-аута на исполнение. Тайм-аут необходим в случае отсутствия подтверждения о получении команды. В этом случае ведущий модем повторяет команду, а ведомый, получив ее, сбрасывает тайм-аут ожидания. При истечении тайм-аута считается, что ведущий модем получил подтверждение. Величину тайм-аута следует устанавливать с учетом параметра [АСКТ](#) и времени прохождения данных через ретрансляторы (если таковые имеются).

В качестве примера, объясняющего необходимость тайм-аута, можно привести следующую ситуацию. Ведущий модем посылает профиль ведомому модему 0001. В профиле установлен новый параметр MYID=0002. Запрос на запись профиля проходит от ведущего модема, но по каким-либо причинам (например, из-за плохой связи), подтверждение от ведомого модема не доходит до ведущего. В случае малого значения тайм-аута или же его отсутствия, ведомый модем выполнит команду записи профиля и изменит свой MYID, в то время, как ведущий модем продолжит посылать команду для модема со «старым» MYID. При этом конфигурирование ведомого модема будет затруднено, т.к. неизвестно, отсутствует ли связь между модемами или же сменился MYID ведомого модема.

Команды удаленного конфигурирования разделены на две группы:

- редактирование профиля удаленного модема;
- тестирование удаленного модема.

6.1 РЕДАКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ

Редактирование профиля возможно как в режиме программирования, так и в пакетном режиме.

В пакетном режиме обновление профиля осуществляется двумя командами – считывание и запись. Редактирование происходит вне модема. Профиль может быть обновлен не полностью. Обновление профиля происходит, начиная с начального адреса. Если профиль, предназначенный для записи, содержит n байт ($n <$ размера профиля), будут обновлены первые n -байт профиля. Для редактирования профиля в пакетном режиме необходимо четко представлять структуру и взаимосвязь данных в профиле.

В командном режиме обновление профиля происходит с помощью трех процедур: считывание, редактирование, запись. Поскольку у модема уже существует собственный профиль, который с некоторыми изменениями может быть записан в удаленный модем, процедура считывания удаленного профиля в некоторых случаях может быть пропущена. В отличие от редактирования профиля в пакетном режиме, профиль в командном режиме переписывается целиком. При изменении профиля в командном режиме пользователю нет необходимости знать структуру и взаимосвязь данных в профиле, все изменения делаются с помощью текстовых команд, а взаимосвязь параметров осуществляется автоматически.

6.1.1 СТРУКТУРА ПРОФИЛЯ

Параметр	Кол-во байт	Адрес	Примечание
Основные параметры			
MYID	2	0x00	Собственный адрес модема (команда \$MYID)
TXID	2	0x02	Адрес получателя (команда \$TXID)
AIR_SYS1	1	0x04	Системный регистр. Биты 7...5: уровень RSSI (команда \$RST). Биты 4...3: выходная мощность (\$PWR). Биты 2...0: скорость передачи данных (\$AR).
AIR_SYS2	1	0x05	Системный регистр. Бит 7...5: тип FEC, задаваемого командой \$RAFEC без признака перемежения. Бит 4: признак режима передачи данных без установления соединения. Биты 3...0: параметры, заданные командой \$MNL .
AIR_SYS3	1	0x06	Системный регистр. Бит 7: признак включения перемежения для команды \$DFEC (0 – перемежение включено, 1 - выключено). Биты 6...4: тип FEC, задаваемого командой \$DFEC . Бит 3: признак включения перемежения для команды \$RFEC (0 – перемежение включено, 1 - выключено). Биты 2...0: тип FEC, задаваемого командой \$RFEC .
AIR	1	0x07	Параметры, заданные командой \$AIR
MDA	1	0x08	Параметры, заданные командой \$MDA
MDB	1	0x09	Параметры, заданные командой \$MDB
COM	1	0x0A	Параметры, заданные командой \$COM
ACKT	1	0x0B	Параметры, заданные командой \$ACKT
PACLEN	1	0x0C	Параметры, заданные командой \$PLEN
RETRY	1	0x0D	Параметры, заданные командой \$RETRY
MAXPAC	1	0x0E	Параметры, заданные командой \$MAXP
DCD_MODE	1	0x0F	Параметры, заданные командой \$DCD
PACTIME	1	0x10	Параметры, заданные командой \$PACT
RESPTIME	1	0x11	Параметры, заданные командой \$RESPT
BCMAX	1	0x12	Параметры, заданные командой \$BPM
BCTIME	1	0x13	Параметры, заданные командой \$BPT
RPTNUM	1	0x14	Параметры, заданные командой \$RPTN
EODS	1	0x15	Параметры, заданные командой \$EODS
Технологические параметры			
Далее описываются 2-х байтные битовые идентификаторы, расположение которых соответствует следующим правилам: <ul style="list-style-type: none"> • старший байт расположен по младшему адресу; • каждый бит 16 разрядного слова отвечает за одну ячейку таблицы; • в старшем байте биты отвечают за ячейки 15...08, в младшем - за ячейки 07...00. 			
XID_ID	2	0x16	Идентификаторы таблицы для расширенных возможностей по приему и ретрансляции пакетов. Значение бита XID_ID _{xx} : 0 - ячейка XX содержит адрес PID ; 1 - ячейка XX содержит адрес RID .
ACCEPT	2	0x18	Идентификаторы приема/не приема пакетов с активизированной маской. Значение бита ACCEPT _{xx} : 0 - не принимать пакет S ₁ ="-" (см. команды \$RID , \$PID); 1 - принимать пакет S ₁ ="+ " (см. команды \$RID , \$PID); Если ячейка не содержит маску для анализа РП, соответствующий бит регистра ACCEPT не имеет смысла.
RPT_DIR	2	0x1A	Идентификаторы адреса при ретрансляции пакетов. Значение бита RPT_DIR _{xx} : 0 - при ретрансляции тестируется адрес отправителя пакета; 1 - при ретрансляции тестируется адрес получателя пакета; Если ячейка не содержит идентификатор повторителя (RID), соответствующий бит регистра RPT_DIR не имеет смысла.

RPT0MASK	2	0x1C	Признаки разрешения ретрансляции пакетов со значением «0» в области РП. Значение бита RPT0MASK _{XX} : 0 - не повторять пакеты с нулевым значением РП; 1 - не повторять пакеты с нулевым значением РП. Если ячейка не содержит идентификатор повторителя (RID), соответствующий бит регистра RPT_DIR не имеет смысла.
MASK_OR	2	0x1E	Идентификаторы логической операции «ИЛИ» между запрограммированной маской и РП пакета. Значение бита MASK_OR _{XX} : 0 - операция «ИЛИ» не активирована; 1 - операция «ИЛИ» активирована.
MASK_AND	2	0x20	Идентификаторы логической операции «И» между запрограммированной маской и РП пакета. Значение бита MASK_AND _{XX} : 0 - операция «И» не активирована; 1 - операция «И» активирована.

Взаимосвязь соответствующих битов для ячейки XX в регистрах MASK_OR и MASK_AND:

MASK_AND_{XX} = 0, MASK_OR_{XX} = 0 - ячейка XX не содержит активной маски: в случае, если идентификатор ячейки PID, это означает активизацию виртуального адреса базовой станции.

MASK_AND_{XX} = 0, MASK_OR_{XX} = 1 - ячейка XX содержит активную маску, которая обрабатывается с РП пакета операцией «ИЛИ».

MASK_AND_{XX} = 1, MASK_OR_{XX} = 0 - ячейка XX содержит активную маску, которая обрабатывается с РП пакета операцией «И».

MASK_AND_{XX} = 1, MASK_OR_{XX} = 1 - ячейка XX не содержит активного идентификатора (пустая ячейка).

Технологические параметры общего назначения

TX_BUF_SZ	1	0x22	Старший байт размера передающего буфера модема. Не должен превышать 0x20 (эквивалент 8 Кбайт). При неверном значении автоматически устанавливается в значение 0x20.
-	1	0x23	Резерв
PREDCDTIME	1	0x24	Время пред установки сигнала DCD в режиме DCD232 и RS485, ×400 мкс
POSTDCDTIME	1	0x25	Время пост установки сигнала DCD в режиме DCD232 и RS485, ×400 мкс
LINKBUFTO	1	0x26	Время удержания данных в приемном буфере, ×1 с
DATAOPENT	1	0x27	Назначение временно не определено
RPT_DELAY	1	0x28	Время удержания данных повторителем, ×10мс
RS485_GTIME	1	0x29	Защитный интервал для предотвращения коллизий в режиме DCD232 и RS485, ×10 мс

Адреса в ячейках таблицы расширенного приема и ретрансляции пакетов.

ID_00	2	0x2A	Старшая часть адреса расположена по «младшему» адресу. Адрес ID_XX соответствует XX ячейке.	ID_08	2	0x3A
ID_01	2	0x2C		ID_09	2	0x3C
ID_02	2	0x3E		ID_10	2	0x3E
ID_03	2	0x30		ID_11	2	0x40
ID_04	2	0x32		ID_12	2	0x42
ID_05	2	0x34		ID_13	2	0x44
ID_06	2	0x36		ID_14	2	0x46
ID_07	2	0x38		ID_15	2	0x48

Маска для анализа РП пакета

MASK_00	1	0x4A	MASK_08	1	0x52
MASK_01	1	0x4B	MASK_09	1	0x53
MASK_02	1	0x4C	MASK_10	1	0x54
MASK_03	1	0x4D	MASK_11	1	0x55
MASK_04	1	0x4E	MASK_12	1	0x56
MASK_05	1	0x4F	MASK_13	1	0x57
MASK_06	1	0x50	MASK_14	1	0x58
MASK_07	1	0x51	MASK_15	1	0x59

Частота передатчика и приемника			
T_FREQ	2	0x5A	Задается в единицах, кратных 1 кГц, начиная с частоты 433000 кГц: 433000 = 0x0000 433001 = 0x0001 434000 = 0x03E8 435000 = 0x07D0
R_FREQ	2	0x5C	См. T_FREQ

Структура профиля может меняться от версии к версии.

6.2 УДАЛЕННОЕ КОНФИГУРИРОВАНИЕ В КОМАНДНОМ РЕЖИМЕ

Удаленное конфигурирование в командном режиме осуществляется с помощью ввода соответствующих текстовых команд:

- \$RPRF – чтение профиля удаленного модема;
- \$WPRF – запись профиля удаленного модема;
- \$EPS - начать редактирование удаленного профиля;
- \$EPE - остановить редактирование профиля удаленного модема.

Команды конфигурирования передаются в режиме с подтверждением, поэтому, в случае отсутствия вызываемого модема или в случае плохой связи происходит повтор команды. Если по истечении ненулевого параметра RETRY (см. раздел «\$RETRY - число ретрансляций пакетов, требующих подтверждения») нет связи с модемом, выполнение команды прекращается. Выполнение команды также прекращается в случае вмешательства пользователя. Для принудительного прекращения вызова модема в терминальной программе необходимо послать символ пробела (0x20). Каждое действие по выполнению команды удаленного конфигурирования сопровождается соответствующим комментарием. В процессе обработки команды в командном режиме кнопка **MODE** отключается.

Примеры выполнения команд удаленного конфигурирования:

```
OK> $RPRF 0002
```

```
OK>                                     Чтение профиля модема 0002. Чтение прошло
*** tx (press space to stop)           удачно.
*** tx done
OK>
```

```
OK> $RETRY=004
```

```
OK> $RPRF 0003
```

```
OK>                                     Чтение профиля модема 0003. Модем 0003
*** tx (press space to stop)           отсутствует или не доступен из-за плохой связи в
*** tx,att                             эфире. После четырех попыток выполнение команды
*** tx,att                             прекращено.
*** tx,att
*** retry count exceeded
OK>
```

```
OK> $RCHK 0004
```

```
OK>                                     Чтение версии модема 0004. Модем 0004 отсутствует
*** tx (press space to stop)           или не доступен из-за плохой связи в эфире. После
*** tx,att                             вмешательства пользователя выполнение команды
*** tx,att                             прекращено.
*** tx,att
*** tx,att
*** tx,att
*** user break
OK>
```

6.3 ТЕСТИРОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ С УДАЛЕННЫМ МОДЕМОМ

Для проверки качества связи между модемами введены команды тестирования [\\$TBER](#) и [\\$RBER](#). С помощью данных команд можно передать BER пакеты (специальные пакеты для подсчета соотношения количества ошибок на бит) удаленному модему или заставить удаленный модем передавать BER пакеты. При этом имеется возможность временно (на время выполнения команды) изменить параметры канала связи (рабочую частоту и скорость данных в эфире). При получении команды [\\$RBER](#) удаленный модем отправит подтверждение о ее приеме и начнет отправку в эфир тестовых пакетов с заданными параметрами. Ведущий же модем при получении подтверждения о приеме команды начнет принимать эти тестовые пакеты и подсчитывать количество в них ошибок. Удаленный модем по окончании отправки пакетов восстановит параметры канала связи (если они изменялись), ведущему же модему необходимо ввести команду [\\$IRF](#) для восстановления этих параметров.

Такое тестирование удобно использовать для исследования качества канала связи при необходимости изменения его параметров (например, перед сменой рабочей частоты и/или скорости данных в эфире). При этом появляется возможность убедиться, что связь с новыми параметрами будет надежна, перед тем как окончательно менять параметры. Для подобного тестирования можно придерживаться следующей последовательности действий:

- послать удаленному модему команду начать передачу BER пакетов на требуемой частоте или скорости;
- принимая BER пакеты, оценить качество прохождения данных;
- в случае принятия решения об изменении параметров радиоканала записать в удаленный модем профиль с новыми характеристиками радиоканала;
- изменить те же характеристики радиоканала в профиле локального модема и перезагрузить его.

7 ФОРМАТ ПАКЕТА В ЭФИРЕ. ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ

Перед передачей в эфир данные проходят следующие этапы предварительной обработки:

- проверка входных данных на формат 7 бит. Сжатие пакета в случае положительного результата тестирования;
- разбиение пакета на 32-байтные блоки и вычисление 8-битной контрольной суммы для каждого блока;
- добавление избыточности (помехоустойчивое кодирование) в случае активации этой функции;
- перемежение информации внутри 32-байтного блока (в случае активации);
- рандомизация (в случае активации).

Модем автоматически проверяет каждый блок данных, готовый для передачи, на наличие в нем только 7-битных слов. Если все байты в информационном блоке являются 7-битными (старший бит равен 0), происходит сжатие массива (старшие «0» удаляются). В случае приема из эфира информационного пакета с 7-битными словами, происходит обратная процедура перевода 7-битных слов в 8-битные. Таким образом, при передаче, например, 64 любых символов в диапазоне (0x00...0x7F) информационное поле сообщения «сжимается» до 56 байт по сравнению с обычными 8 битными символами. При передаче 256 7-битных слов выигрыш составит 32 байта.

После проверки данных на формат 7 бит информация разбивается на блоки по 32 байта. Если последний блок меньше 32 байт, он также считается блоком (дополнение до 32 байт не происходит).

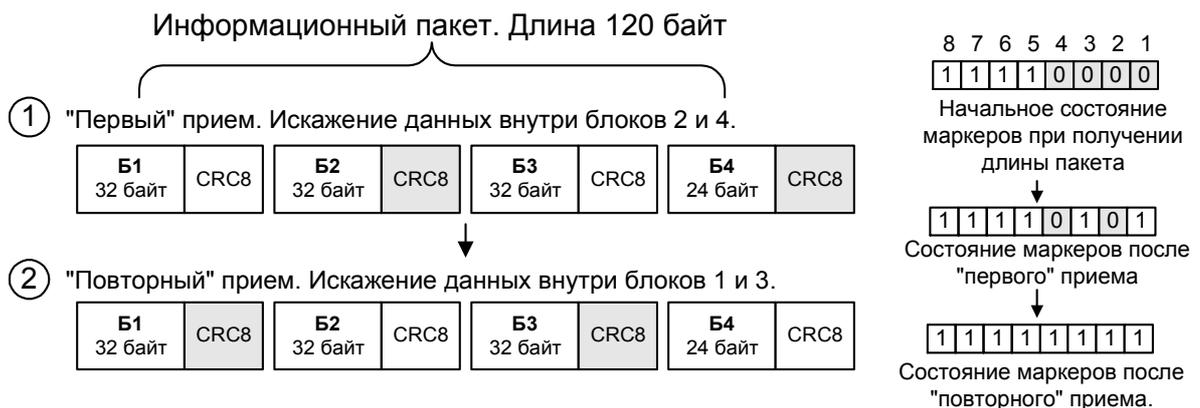
Далее для каждого блока вычисляется 8-битная контрольная сумма (CRC8), которая передается в эфир после информационного блока. Применение контрольной суммы обеспечивает обнаружение одиночных пакетов ошибок длиной до 8 бит, а также 99,998% комбинаций всех других пакетов ошибок.

После добавления контрольной суммы каждый блок данных кодируется помехоустойчивым кодом (если эта функция активизирована) и производится его перемежение (если функция перемежения активна).

При приеме данных из эфира модем создает переменную маркеров правильности приема каждого блока для каждого текущего информационного пакета: после процедур декодирования информации и декомпрессии из 7-битного в 8-битное слово модем вычисляет контрольную сумму каждого блока и сравнивает ее с полученной из эфира. Если контрольные суммы совпадают, маркер для этого блока устанавливается в «1», а соответствующий блок копируется во внутренний буфер. Иначе маркер устанавливается в «0», а блок игнорируется. Если после обработки пакета все маркеры равны «1», данные считаются корректными и заносятся в очередь на передачу в последовательный порт модема. Иначе ожидается повторный прием данного пакета (если это подразумевается установленным режимом работы модемов). При приеме другого (нового) информационного пакета переменная маркеров сбрасывается в «0».

Применение «технологии» маркеров уменьшает время достоверной и гарантированной передачи информации в случае непрохождения пакета с первого раза (внешние помехи, отражения, затухание сигнала).

Иллюстрация работы маркеров приводится на следующем рисунке.



Как видно из рисунка, после «первой» передачи всего пакета контрольная сумма у блоков 2 и 4 не совпадает с принятой, а блоки 1 и 3 приняты без ошибок. После второй передачи блоки 1 и 3 приняты с ошибками, в то время как блоки 2 и 4 приняты без ошибок. Благодаря маркерам для «восстановления» полного пакета в данном случае потребовалась только одна повторная передача, поскольку нет необходимости повторять пакет до тех пор, пока все блоки одновременно будут приняты корректно.

Использование маркеров эффективно в любых режимах работы модема по эфиру, кроме широковещательного, при условии, что информационный пакет передается 1 раз (параметр **\$BPM** равен 1).

7.1 ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ

Для уменьшения повторных передач информационных пакетов и, следовательно, для увеличения пропускной способности радиоканала, а также для более надежной передачи данных в модеме, кроме использования подтверждений, можно использовать прямое исправление ошибок. Для этого в модеме реализованы несколько способов помехоустойчивого кодирования (FEC): 4 вида кодов Рида-Соломона (RS) и код Хэмминга (HAM).

Признак используемого кода передается в заголовке пакета, поэтому нет необходимости устанавливать одинаковый тип кода на приемном и передающем модемах – любой модем способен принимать пакеты с любым типом кода.

Сравнительные характеристики кодов приведены в следующих таблицах.

RS (7,5) Каждый элемент состоит из 3 информационных бит. Каждое кодовое слово состоит из 7 элементов: 5 информационных (15 бит) и 2 проверочных (6 бит). Мощность кода – исправление 1 ошибки в 1 кодовом слове (3 информационных бита). Число информационных бит для кода RS(7,5) в блоке не кратно 32 байт (256 бит), поэтому блок состоит из 18 кодовых слов или 270 бит, что эквивалентно 33,75 байт полезной информации.

RS (7,3) Каждый элемент состоит из 3 информационных бит. Каждое кодовое слово состоит из 7 элементов: 3 информационных (9 бит) и 4 проверочных (12 бит). Мощность кода – исправление 2 ошибок в 1 кодовом слове (6 информационных бит). Число информационных бит для кода RS(7,3) в блоке не кратно 32 байт (256 бит), поэтому блок состоит из 29 кодовых слов или 261 бит, что эквивалентно 32,625 байт полезной информации.

- RS (15,11)** Каждый элемент состоит из 4 информационных бит. Каждое кодовое слово состоит из 15 элементов: 11 информационных (44 бит) и 4 проверочных (16 бит). Мощность кода – исправление 2 ошибок в 1 кодовом слове (8 информационных бит). Число информационных бит для кода RS(15,11) в блоке не кратно 32 байт (256 бит), поэтому блок состоит из 6 кодовых слов или 264 бит, что эквивалентно 33 байт полезной информации.
- RS (15,9)** Каждый элемент состоит из 4 информационных бит. Каждое кодовое слово состоит из 15 элементов: 9 информационных (36 бит) и 6 проверочных (24 бит). Мощность кода – исправление 3 ошибок в 1 кодовом слове (12 информационных бит). Число информационных бит для кода RS(15,9) в блоке не кратно 32 байт (256 бит), поэтому блок состоит из 8 кодовых слов или 288 бит, что эквивалентно 36 байт полезной информации.
- HAM(12,8)** Каждый элемент состоит из 1 информационного бита. Каждое кодовое слово состоит из 12 элементов: 8 информационных (8 бит) и 4 проверочных (4 бит). Мощность кода – исправление 1 ошибки в 1 кодовом слове (1 информационный бит) и обнаружение 2 ошибок. Число информационных бит для кода HAM(12,8) в блоке кратно 32 байт (256 бит), поэтому блок состоит из 32 кодовых слов, что эквивалентно 32 байтам полезной информации.

	Число исправляемых				Скорость кода
	символов в кодовом слове	ошибок без перемежения, бит	ошибок с перемежением в блоке на 32 байта (непрерывный пакет), бит байт		
RS (7,5)	1	3	54	6,75	0,714
RS (7,3)	2	6	174	21,75	0,429
RS (15,11)	2	8	48	6	0,733
RS (15,9)	3	12	96	12	0,600
HAM(12,8)	1	1	32	4	0,667
Нет	0	0	0	0	1,000

Использование FEC приводит к снижению «информационной» скорости данных в эфире. Коэффициент снижения называется «скоростью» кода. Например, при использовании кода RS(7,3) при «физической» скорости в эфире 38 400 бод получим «информационную» скорость $38\,400 \times 0,429 = 16\,474$ бод. Несмотря на снижение скорости, использование FEC может быть оправдано, поскольку уменьшает количество повторных пакетов, таким образом снижая общее время, требуемое для доставки информации.

В модеме реализована возможность выбирать тип используемого кода независимо для информационных пакетов, отправляемых в эфир, для ретранслируемых пакетов, и для пакетов, отправляемых в ответ на команды для удаленного конфигурирования. Для выбора типа кода имеются следующие команды:

\$DFEC Выбор типа кода для передаваемых в эфир информационных данных.

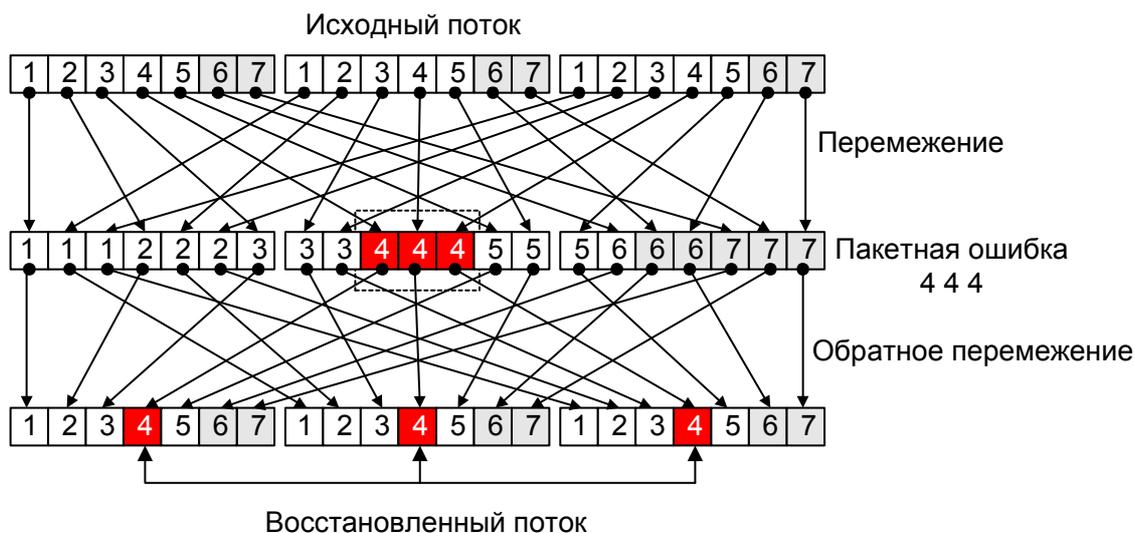
\$RFEC Выбор типа кода, используемого при ретрансляции пакета. Каждый активный ретранслятор использует установленный тип кода при ретрансляции пакетов. Таким образом, можно гибко выбирать способы кодирования в зависимости от условий приема в различных сегментах сети передачи данных, увеличивая тем самым пропускную способность.

\$RAFEC Выбор типа кода для данных, посылаемых в качестве ответа на команду удаленного конфигурирования. Не рекомендуется выключать помехоустойчивый код в этом случае.

7.2 ПЕРЕМЕЖЕНИЕ

На практике часто искажаются не отдельные биты, а целые последовательности информационных бит (затухание и переотражение сигнала, кратковременные активные помехи), поэтому при использовании FEC эффективно применение перемежения информационных и проверочных символов.

Процедура перемежения иллюстрируется на следующем рисунке для кода RS(7,5). Процесс перемежения для остальных кодов аналогичен.



Процесс перемежения заключается в передаче сначала первых элементарных символов каждого кодового слова, потом вторых, третьих и так далее. В случае возникновения пакетной ошибки после процедуры деперемежения ошибки равномерно распределяются в каждом кодовом слове. При этом повышается вероятность исправления ошибок в принятых данных.

Включение/выключение процедуры перемежения для различных пакетов независимо (как и при выборе типа FEC) осуществляется заданием аргументов «I» (Interleaving – перемежение включено) и «N» (перемежение включено) в командах [\\$DFEC](#), [\\$RFEC](#) и [\\$RAFEC](#).

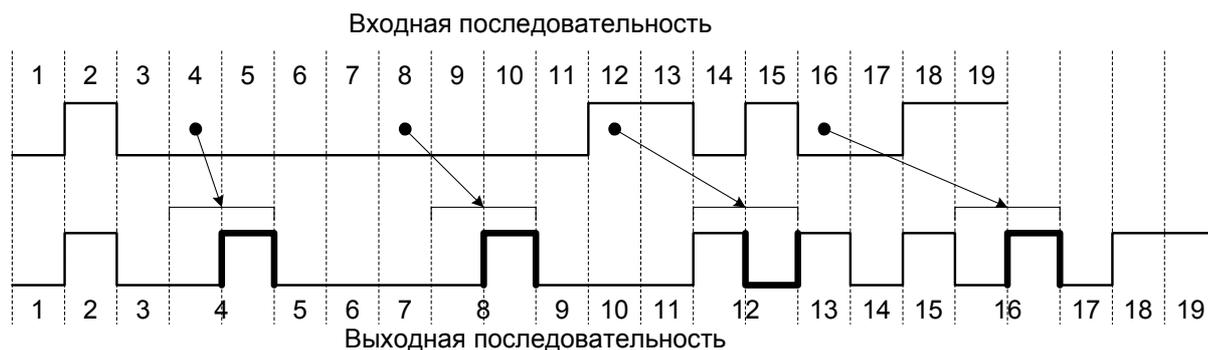
При выборе типа FEC и активации перемежения необходимо учитывать характер помех в эфире, а также конкретное приложение или режим работы модема. Например, в режиме «точка-точка», когда неправильно принятый пакет будет ретранслирован, как правило целесообразно использовать менее мощные коды или вовсе обойтись без них. В режиме же «точка - много точек» (широковещательный) гарантия доставки данных отсутствует и для повышения вероятности доставки оправдано использование того или иного типа FEC.

7.3 РАНДОМИЗАЦИЯ (СКРЕМБЛИРОВАНИЕ)

Для корректного функционирования приемника модема при выделении данных из эфира поток данных не должен иметь длинных (более 8 бит) последовательностей «0» или «1». Для обеспечения этого условия в модеме реализована возможность включить рандомизатор (скремблер) при формировании пакета, отправляемого в эфир. Рандомизатор построен на основе 16-битного генератора псевдослучайной последовательности (ПСП). Вероятность наличия в потоке данных длинных

последовательностей «0» или «1» уменьшается. Для включения/выключения рандомизатора используется соответствующий бит, устанавливаемый командой [\\$AIR](#).

Рандомизация не может полностью исключить вероятность появления в потоке длинных последовательностей «0» или «1», поэтому с целью повышения надежности при приеме данных в модеме реализована функция принудительной вставки в поток данных «перепадов» уровней. Для этого некоторые биты в потоке данных дублируются своими инверсными значениями. Командой [\\$MNL](#) задается количество бит (от 0 до 15), передаваемых в эфир без изменений, после чего в выходной поток вставляется 1 бит, являющийся инверсией предыдущего. Таким образом, выходной поток данных будет обязательно иметь необходимые перепады. Естественно, при этом снижается эффективная скорость в эфире. Пример функционирования команды [\\$MNL=4](#) иллюстрируется на следующем рисунке.



Рекомендуемое значение параметра [\\$MNL](#) – 8 (если не включена рандомизация) или 15 (если рандомизация включена).

8 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Технологические параметры модема располагаются в EEPROM, начиная с адреса 0xFO. Технологические параметры не являются частью профиля и поэтому не могут быть изменены удаленно. Они также не затрагиваются командой **\$IEE** и могут быть изменены только командой **\$RG**.

8.1 КОРРЕКЦИЯ ЧАСТОТЫ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА

Значение рабочей частоты встроенного приемопередатчика модема может быть смещено от номинального значения на небольшую величину (единицы килогерц). При изготовлении модемов производится измерение рабочей частоты каждого модема и при необходимости производится программная коррекция ее значения.

Для коррекции необходимо активизировать режим коррекции, установив значение регистра по адресу **\$FO** в значение 0x78 (120 dec). При любом другом значении **\$FO** коррекция частоты не производится.

При включенном режиме коррекции частота встроенного приемопередатчика смещается на величину, задаваемую регистром по адресу **\$F1**. Значение смещения задается в единицах, кратных 500 Гц с учетом знака.

Для вычисления значения смещения следует:

- измерить с помощью анализатора спектра значение рабочей частоты модема F_p при выключенной коррекции (или при нулевом смещении $\$F1=000$). Для этого следует включить режим «Тест» с выдачей в эфир последовательности 101010... (см. раздел «**\$TEST** - перевод модема в режим «Тест»). Значение F_p соответствует центральной частоте спектра;
- определить с точностью 500 Гц ошибку (отклонение от номинальной частоты F_n) $\Delta F = F_p - F_n$;
- вычислить значение смещения (в единицах) $\Delta = \Delta F / 500$ Гц;
- прибавить к полученному значению 128, если отклонение положительное.

Полученное значение теперь нужно записать в регистр **\$F1**, включить режим коррекции (если он еще не включен) и перезапустить модем.

Например, если рабочая (измеренная) частота модема (без коррекции) равна 434002,6 кГц при номинале 434000 кГц, то смещение равно $(2500 \text{ Гц} / 500 \text{ Гц}) + 128 = 5 + 128 = 133$ (2600 Гц округлили до ближайшего кратного 500 Гц).

Другой пример: рабочая (измеренная) частота модема (без коррекции) равна 433998,8 кГц при номинале 434000 кГц. Смещение в этом случае равно $(1000 \text{ Гц} / 500 \text{ Гц}) = 2$ (1200 Гц округлили до ближайшего кратного 500 Гц).



Коррекция частоты нужна только при настройке модема при производстве. Не меняйте установленные изготовителем параметры коррекции, в противном случае существует возможность некорректной работы модемов.

8.2 АКТИВИЗАЦИЯ РЕЖИМА «ПРЯМОЙ ДОСТУП»

Модем имеет режим прямого доступа к эфиру (см. раздел «Режим «Прямой доступ»). Для включения этого режима необходимо активизировать флаг прямого доступа, установив значение регистра по адресу **\$F2** в значение 0x87. При любом другом значении регистра **\$F2** режим «Прямой доступ» выключен. По адресу **\$F3** находятся дополнительные флаги, связанные с режимом «Прямой доступ».

Конфигурация регистра \$F3:

Бит	Назначение
7...1	-
0	bRxBitSynchronizer

bRxBitSynchronizer – включение синхронизатора при приеме данных из эфира. Синхронизатор включен, если бит bRxBitSynchronizer установлен в «1».

Подробнее о работе модема в режиме «Прямой доступ» см. в разделе «Режим «Прямой доступ»».

8.3 ДАННЫЕ ДЛЯ КОМАНДЫ \$TEST

По адресам FC...FF располагаются данные, которые в режиме «ТЕСТ» (или по команде [\\$TEST 3](#)) передаются циклически в эфир.

9 АДРЕСАЦИЯ И ПРИМЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ

9.1 АДРЕСАЦИЯ

В модеме возможно использование 65535 (0000...FFFF) адресов, 65024 из которых являются индивидуальными, 511 - групповыми и 1 - широковещательный.

- Адрес является **широковещательным**, если он равен FFFF.
- Адрес является **групповым**, если он начинается или заканчивается "шаблоном" FF.
- Все остальные адреса являются **индивидуальными**.

Каждый модем имеет два адреса – адрес отправителя (собственный) и адрес получателя. Адрес отправителя задается командой [\\$MYID](#), адрес получателя - командой [\\$TXID](#).

Адрес получателя может быть индивидуальным, групповым или широковещательным.

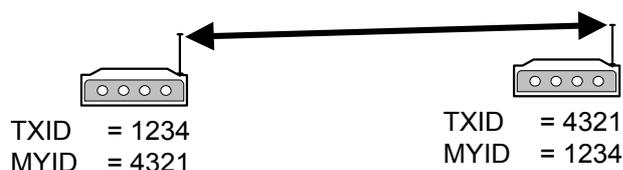
Адрес отправителя может быть только индивидуальным.

Модемы в сети могут быть объединены в группы (в группе может быть до 255 модемов), две первые или последние цифры их «собственного» адреса должны быть одинаковыми. Например, адреса 1200, 1201,...12FE образуют группу. Для передачи данных всем адресатам данной группы необходимо адресу получателя присвоить значение 12FF.

Пакеты, передаваемые в эфире, содержат информацию об адресах, на основании этой информации каждый принявший пакет модем может судить о «принадлежности» и «назначении» данного пакета. Таким образом, нет необходимости в отдельном признаке способа распределения данных между модемами («точка-точка», «групповой» или «широковещательный»), режим работы задается только адресами. Например, если один из модемов имеет TXID=12FF, его пакеты будут «принимать» (то есть передавать принятые данные на последовательный порт) все модемы, адреса MYID которых начинаются с 12. Если же, например, адрес TXID=0205, его пакеты будет «принимать» только модем с адресом MYID=0205.

Два или более модема не могут иметь одинаковый MYID.

9.2 РЕЖИМ «ТОЧКА – ТОЧКА» С УСТАНОВЛЕНИЕМ СОЕДИНЕНИЯ



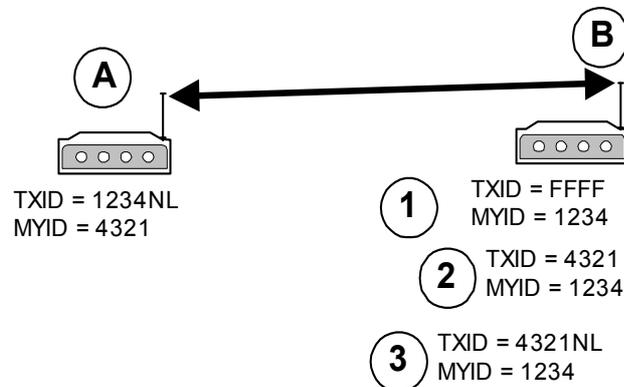
В данном режиме гарантируется доставка данных адресата (или констатируется невозможность доставки): отослав «индивидуальный» пакет, модем ожидает подтверждения приема со стороны получателя и повторяет пакет при неполучении подтверждения по истечении тайм-аута [\\$ACKT](#). Для увеличения пропускной способности тракта передачи данных можно использовать посылку нескольких информационных пакетов подряд с ожиданием группового подтверждения. Для программирования числа передаваемых пакетов без ожидания подтверждения необходимо использовать команду [\\$MAXP](#) на передающем модеме. На приемном модеме можно изменять время задержки отправки подтверждения (параметр [\\$RESPT](#)).

В данном режиме принимающий модем способен подтверждать полученный пакет как коротким кадром, так и своим информационным пакетом (если таковой имеется). Чтобы организовать двустороннюю связь между модемами с максимальной

пропускной способностью канала необходимо настроить оба модема на режим с установлением соединения и в зависимости от скорости и частоты поступления данных на последовательный порт каждого из модемов подобрать параметры [\\$MAXP](#) и [\\$RESPT](#).

Оба модема могут работать в режиме «[Прозрачный](#)». В этом случае для передачи данных между внешним оборудованием могут быть использованы такие стандартные протоколы передачи файлов, как XMODEM, ZMODEM, KERMIT и т.д.

9.3 РЕЖИМ «ТОЧКА – ТОЧКА» БЕЗ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ

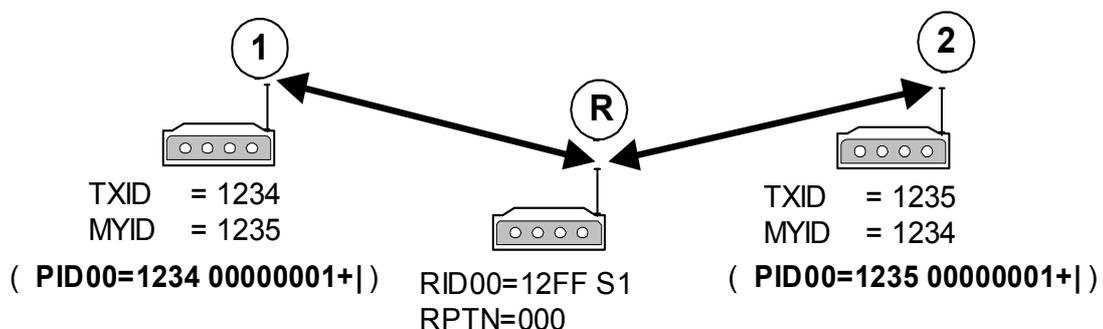


В данном режиме гарантируется доставка данных адресата: отослав «индивидуальный» пакет, модем ожидает подтверждения приема со стороны получателя и повторяет пакет при неполучении подтверждения по истечении тайм-аута [\\$ACKT](#).

Данный режим более предпочтителен по сравнению с режимом с установлением соединения, если скорость опроса группы абонентов более важна, чем время, занимаемое фазами обмена информацией.

В случае, если модем А находится в пакетном режиме, время передачи данных абоненту В много меньше, т.к. отсутствуют стадии установления и завершения соединения. Однако, в отличие от режима с установлением соединения, процесс передачи данных работает по схеме «данные-подтверждение», т.е. данные подтверждаются только коротким кадром, который не может содержать данные от модема, подтверждающего прием. Также следует заметить, что в данном режиме любой модем может поддерживать несколько виртуальных соединений в режиме «точка-точка» в случае необходимости построения многоточечной сети, что увеличивает вероятность прохождения информационных пакетов, однако несколько снижает общую пропускную способность радиоканала.

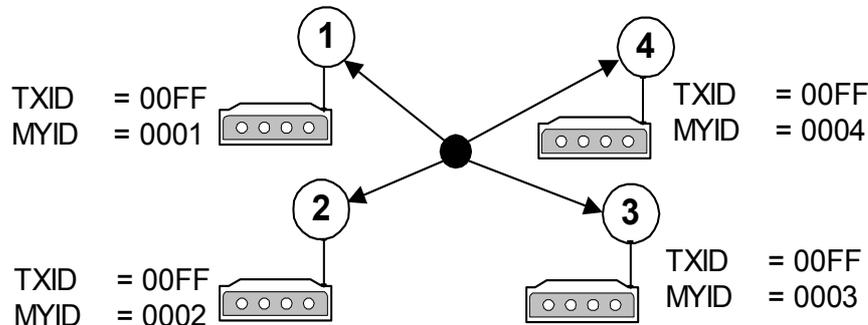
9.4 РЕЖИМ «ТОЧКА – ТОЧКА» С ПОВТОРИТЕЛЕМ



Режим аналогичен режиму «точка – точка» без повторителя. Режим активизируется установкой параметров, показанных на рисунке вне скобок. Такая конфигурация не исключает приема модемами 1 и 2 «прямых» пакетов друг от друга.

Чтобы отфильтровать такие пакеты, можно добавить установки, приведенные на рисунке в скобках. В этом случае модемы 1 и 2 будут реагировать только на ретранслируемые пакеты. Такая конфигурация удобна при ненадежной «прямой» связи между модемами.

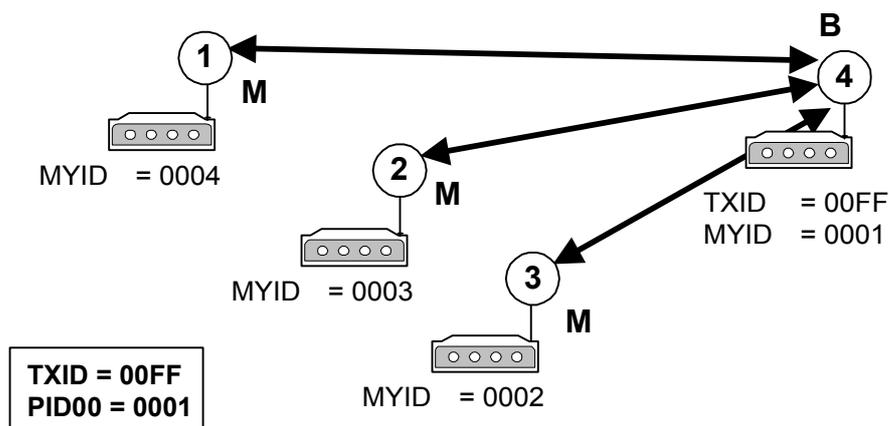
9.5 РЕЖИМ «ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ» БЕЗ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ (МНОГОТОЧЕЧНЫЙ)



Модемы 1, 2, 3, 4 являются равноправными членами сети и могут принимать пакеты друг от друга.

9.6 РЕЖИМ «ТОЧКА - МНОГО ТОЧЕК» С ОДНОЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИЕЙ

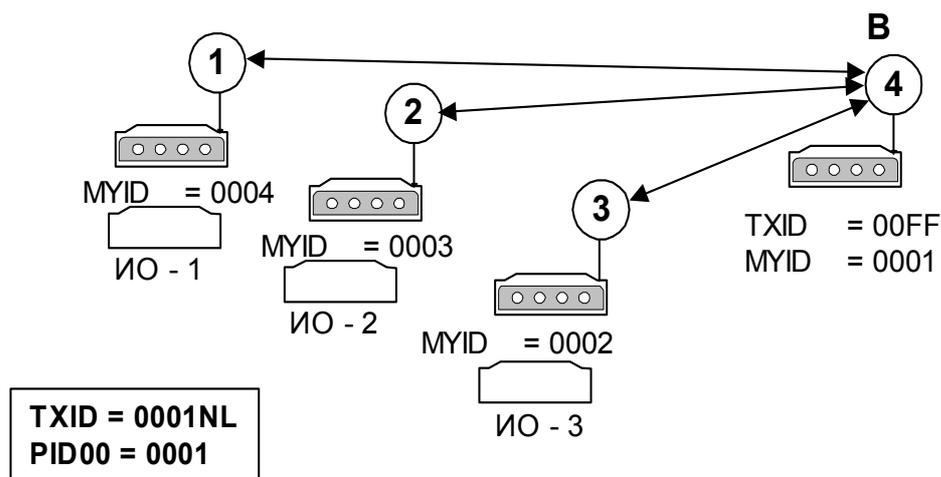
9.6.1 ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ БЕЗ ГАРАНТИИ ДОСТАВКИ СООБЩЕНИЙ



Модемы 1, 2, 3 принимают пакеты только от базовой станции 4. Модем 1 игнорирует пакеты от 2, 3; модем 2 - от 1, 3; модем 3 - от 1, 2, т.к. модемы 1, 2, 3 имеют активный PID, равный MYID базовой станции 4. Базовая станция 4 принимает пакеты от всех модемов, т.к. не имеет ни одного активного PID.

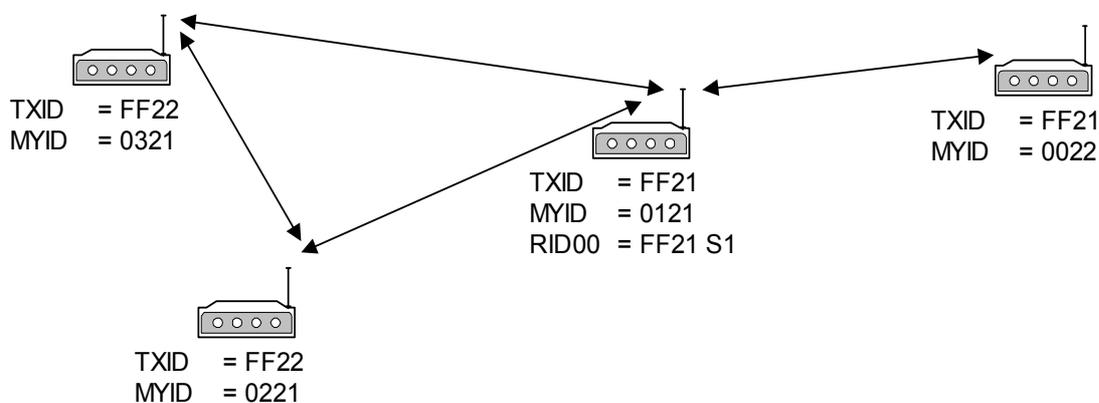
Модемы 1, 2, 3 работают в режиме «Прозрачный». Базовая станция 4 может работать в режиме «Прозрачный» (если модемы 1, 2, 3, 4 имеют протокол обмена информацией с собственной адресацией) или в режиме «Пакетный #1».

9.6.2 ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ С ГАРАНТИЕЙ ДОСТАВКИ СООБЩЕНИЙ



Данный режим является более предпочтительным и наиболее применим в реальных условиях, чем широковещательный режим с одной базовой станцией без гарантии доставки сообщения. Конфигурация аналогична предыдущему варианту, за исключением того, что модемы 1, 2 и 3 входят в адресный режим с базовой станцией при передаче данных от исполнительного оборудования (ИО-х). В этом случае информация от ИО-х **гарантированно** передается в ответ на запрос базовой станции. Проблем с множественным соединением не возникает, т.к. каждый модем может поддерживать одновременно несколько виртуальных соединений в режиме точка-точка без установления соединения.

9.7 РЕЖИМ «ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ» С ПОВТОРИТЕЛЕМ



10 РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИЕМА И РЕТРАНСЛЯЦИИ ПАКЕТОВ

В модеме предусмотрены расширенные возможности для ретрансляции и приема пакетов: дополнительный анализ пакета по полученному РП с целью его дальнейшей ретрансляции и/или приема, а также введение виртуальных базовых станций. Любой пакет, предназначенный для расширенной ретрансляции или приема, идентифицируется адресом, который занимает одну ячейку во внутренней таблице модема. Всего может быть запрограммировано 16 различных ячеек. В адресе ячейки может быть как индивидуальный адрес, так и маска на подгруппу или целую группу. Наличие маски (значение 0xFF) означает, что не будет происходить сравнение старших и/или младших значений адресов полученного пакета и адреса ячейки, а окончательное решение будет основываться на сравнении частей адресов, не «закрытых» маской. Каждая ячейка может содержать любой идентификатор адреса (ретрансляция, прием или базовая станция). Таким образом, ячейки необходимо распределять между идентификаторами, исходя из реальной необходимости и по возможности назначать адресацию в радиосети таким образом, чтобы была возможность введения не индивидуальных адресов, а групповых или широкоэвещательных. Идентификатор каждой ячейки автоматически присваивается при выполнении команд **\$RID** и **\$PID**.

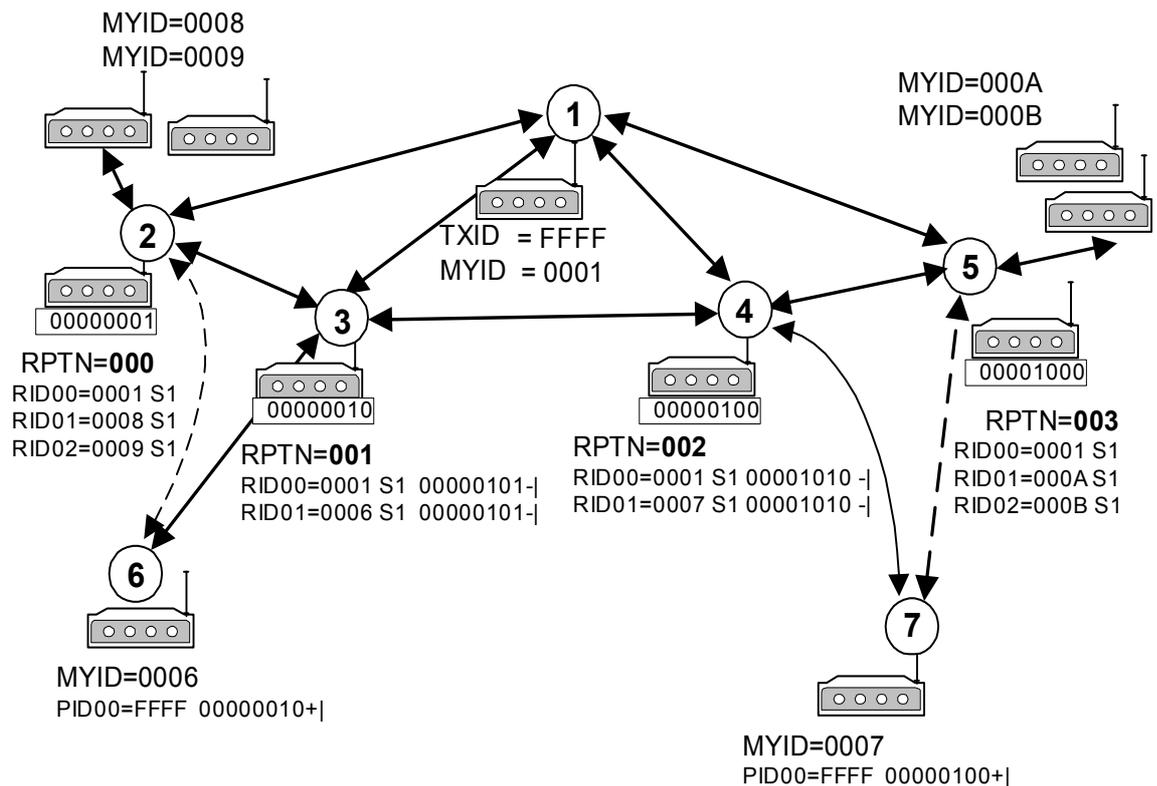
Каждая ячейка может содержать специальную маску для анализа ретрансляционного поля (РП) пакета. При программировании маски предусмотрены две логические операции: «ИЛИ» (символ «|») и «И» (символ «&»). Если маской необходимо выделить один или несколько ретрансляторов, указанных в РП пакета, то используется операция «ИЛИ», если группу – операция «И». Если пакет от ретранслятора (группы ретрансляторов) должен быть обработан, необходимо в команде программирования маски указать знак обработки «+», иначе - «-».

Всего может быть введено до 16 адресов RID. При программировании адресов \$RIDxx вводятся следующие параметры:

- признак адреса повторяемого пакета (адрес отправителя/адрес получателя);
- признак разрешения на повтор пакета с РП, равным «0»;
- специальная маска и логическая операция, которая определяет действие между запрограммированной маской и полученным РП пакета.

Рассмотрим пример необходимости анализа РП пакета на предмет повторения, учитывая специальную маску.

В случае, если два ретранслятора находятся в прямой видимости друг от друга, могут иметь место лишние повторы пакетов. Данная ситуация иллюстрируется на следующем рисунке:



Модемы 3 и 4 «слышат» друг друга и работают в режиме ретрансляторов пакетов для модемов 6, 7 от базовой станции 1.

В данной ситуации модем 3 повторит прямой пакет от модема 1 и пакет, ретранслированный модемами 2, 4. Соответственно, модем 2 повторит пакеты от 1 и 3, 5. Таким образом, в эфир будут переданы 4 лишних ретранслированных пакета.

Для исключения лишних ретрансляций пакета в модеме имеется возможность установить маску на ретрансляцию (не ретрансляцию) уже ретранслированных пакетов другими модемами–ретрансляторами или группой ретрансляторов.

Установка масок у модемов 3, 4 в значение, показанное на рисунке, приведет к тому, что модем 3 не будет ретранслировать пакеты, если они ретранслированы модемами 2, 4, а модем 4 не будет ретранслировать пакеты, если они ретранслированы модемами 3, 5. В данном случае из эфира будут исключены 4 лишних пакета.

Если маска активирована и запрограммирована *на ретрансляцию* пакетов и совпадает с РП принятого пакета, подлежащего ретрансляции, окончательное решение о ретрансляции данного пакета принимается после анализа адресов RIDxx.

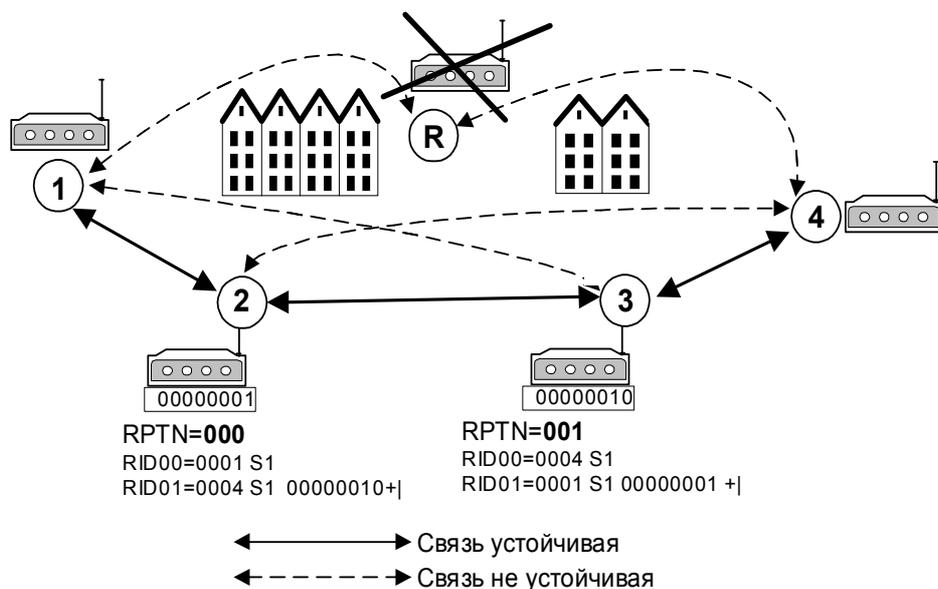
Если маска активирована и запрограммирована *на не ретрансляцию* пакетов и совпадает с РП принятого пакета, подлежащего ретрансляции, анализ адресов RIDx не происходит и пакет, подлежащий ретрансляции, не ретранслируется.

Примеры программирования маски:

Команда	Значение
RID01=0001 S1 10100000+&	Ретранслировать пакеты от абонента 0001 только, если данный пакет уже ретранслирован ретрансляторами 5 И 7. В любом другом случае данный пакет не ретранслируется.
RID15=0001 D1 10100000-&	Не ретранслировать пакеты, предназначенные абоненту 0001, которые уже ретранслированы ретрансляторами 5 И 7. В любом другом случае данный пакет ретранслируется.

RID01=0001 S0 10000001+ 	Ретранслировать пакеты от абонента 0001 только, если данный пакет уже был ретранслирован ретрансляторами 0 ИЛИ 7. В любом другом случае данный пакет не ретранслируется.
RID01=00FF S1 10000001- 	Не ретранслировать пакеты от группы абонентов 00 (0001, 0002...00FE), которые уже были ретранслированы ретрансляторами 0 ИЛИ 7. В любом другом случае пакет от данной группы абонентов ретранслируется.
RID11=AAFF S1 00000000+&	При установке маски в «0» дополнительный анализ РП автоматически запрещается. Пакеты от группы абонентов AA повторяются в не зависимости от состояния поля РП.

Еще один пример:



Прямая связь между модемами 1 и 4 отсутствует. При введении одного ретранслятора R связь «1–R» и «R–4» неустойчивая, поэтому было решено ввести ретрансляторы 2 и 3. Однако, в данной конфигурации получилось так, что обнаружилось прохождение пакетов по путям «1–3» и «2–4», вследствие чего модем 2 будет ретранслировать пакет как от модема 4, так и от модема 3, а модем 3 будет ретранслировать пакет как от модема 2, так и от модема 1. В этом случае эфир будет загружен «лишними» копиями пакетов, что значительно снизит пропускную способность радиоканала в направлении «1–4». Введение соответствующих масок у ретрансляторов 2 и 3 решает проблему. Пакет от абонента 1 будет ретранслирован модемом 3 для абонента 4 только в том случае, если пакет от модема 1 уже ретранслирован модемом 2 и наоборот - пакет от абонента 4 будет ретранслирован модемом 2 для абонента 1 только в том случае, если пакет от модема 4 уже ретранслирован модемом 3.



Программировать анализ маски РП следует только в том случае, если между ретрансляторами существует прямая «видимость» в радиозфире, вследствие чего может увеличиться трафик служебных пакетов в случае их множественной ретрансляции.



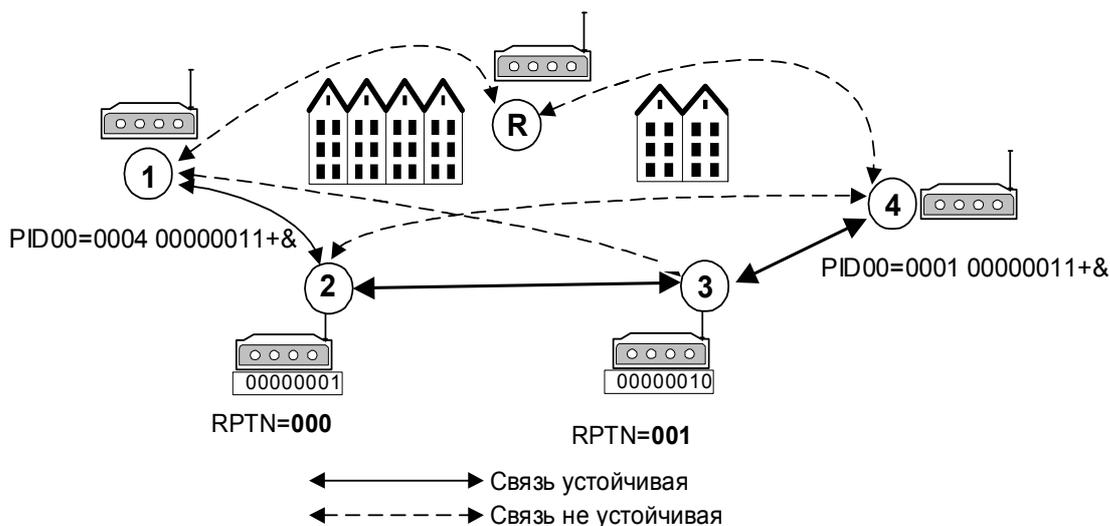
Необходимо иметь ввиду, что активация анализа маски снижает надежность сети, т.к. выход из строя ретрансляционного узла может привести к неработоспособности всего или части тракта передачи данных.

10.1 ПРИЕМ РЕТРАНСЛИРОВАННЫХ ПАКЕТОВ

При соединении двух модемов в режиме «точка-точка» через сеть повторителей (ретрансляторов) желательно исключить дублирование от соседних ретрансляторов некоторых служебных пакетов процесса обмена информацией, т.к. они требуют немедленной реакции и поэтому возможно заполнение эфира лишними пакетами, что уменьшает общую пропускную способность канала.

Для исключения приема повторных (со стороны ретранслятора), ранее принятых не через ретранслятор или уже принятых через другой ретранслятор пакетов, имеется возможность установить маску на прием/игнорирование пакетов только от определенных ретрансляторов или группы ретрансляторов. Программирование приема пакета от определенных ретрансляторов осуществляется командой [\\$PIDxx](#). Всего может быть запрограммировано до 16 значений PID. Синтаксис ввода и логика маски аналогична маске при анализе РП процесса ретрансляции пакетов.

Рассмотрим предыдущий пример:



В случае отсутствия у модема 1 маски на прием и при передаче абонентом 4 абоненту 1 индивидуального сообщения, абонент может получить два запроса - от ретранслятора 2 и ретранслятора 3. В итоге в эфир будет передано 2 кадра подтверждения. Модем 4 корректно обработает данную ситуацию, однако общая скорость передачи уменьшится.

При установке у абонента 1 маски в значение 00000011+& модем 1 передаст подтверждение на информационный пакет от модема 4 только в том случае, если данный информационный пакет пройдет путь «4–3–2». В любых других случаях модем 1 на информационный пакет от абонента 4 реагировать не будет. Установка маски в значение 00000011+& у абонента 4 имеет такой же смысл при передаче информационного кадра, требующего подтверждения, от абонента 1 к абоненту 4.

Примеры программирования маски:

Команда	Значение
\$PID00 = 0001 10100000+&	Принимать пакет(ы) от абонента 0001 только, если он был ретранслирован ретрансляторами #5 И #7. В любом другом случае данный пакет игнорируется.
\$PID10 = 0004 10100000-&	Не принимать пакет от абонента 0004, который был ретранслирован ретрансляторами #5 И #7. В любом другом случае данный пакет принимается.
\$PID07 = 0011 10000001+ 	Принимать пакет(ы) от абонента 0011 только, если он уже был ретранслирован ретрансляторами #0 ИЛИ #7. В любом другом случае данный пакет игнорируется.

\$PID03 = 00FF 10000001- Не принимать пакет(ы) от группы 00, который был ретранслирован ретрансляторами #0 ИЛИ #7. В любом другом случае данный пакет принимается.

\$PID00 = 0001 00000000+& При установке маски в «0» дополнительный анализ РП автоматически запрещается.



Программировать анализ маски РП следует в только в том случае, если между конечным абонентом и цепочкой ретрансляторов существует «прямая видимость» в радиоэфире, вследствие чего может увеличиваться трафик служебных пакетов в случае их множественной ретрансляции.



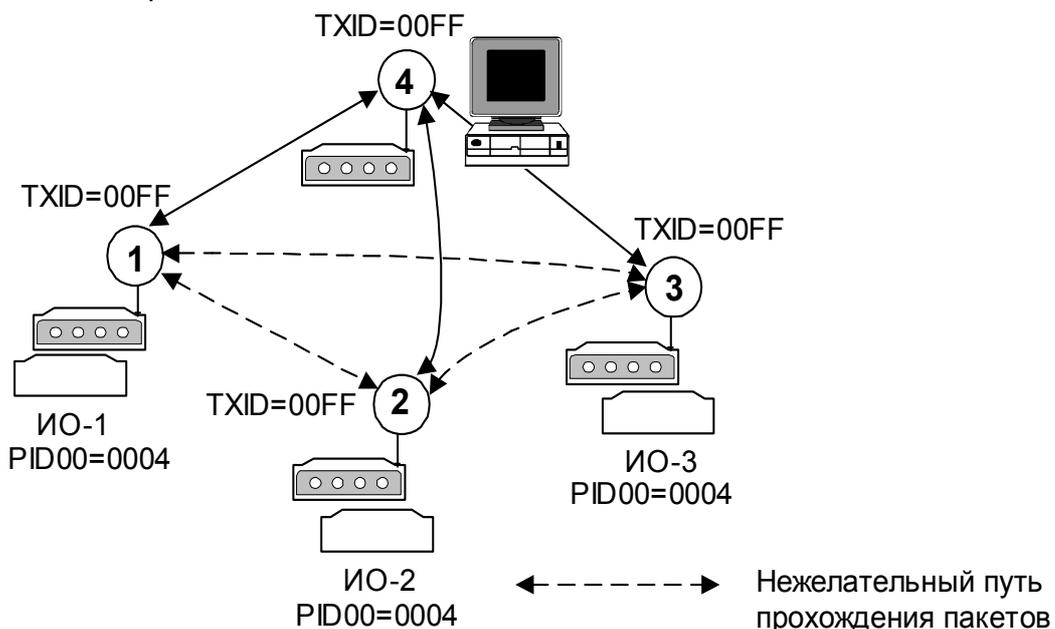
Необходимо иметь ввиду, что активация анализа маски снижает надежность сети, т.к. выход из строя ретрансляционного узла может привести к неработоспособности тракта передачи данных конечного абонента.

10.2 ИГНОРИРОВАНИЕ ПАКЕТОВ

В модеме реализована возможность игнорирования пакетов от определенных абонентов или приема пакетов только от определенного абонента (группы абонентов). Данное свойство удобно использовать при организации радиосети в ширококвещательном режиме с одной или несколькими базовыми станциями, когда прием пакетов от абонентов, не являющихся базовой станцией, нежелателен. Адрес базовой станции задается командой **\$PIDxx**, в которой отсутствует маска анализа ретрансляционного поля. Всего может быть введено до 16 индивидуальных или групповых адресов базовых станций. Значение 0xFF в старшем или младшем байте данного адреса PID означает, что при анализе PID данный байт не будет анализироваться, т.е. имеется возможность замаскировать целую группу абонентов.

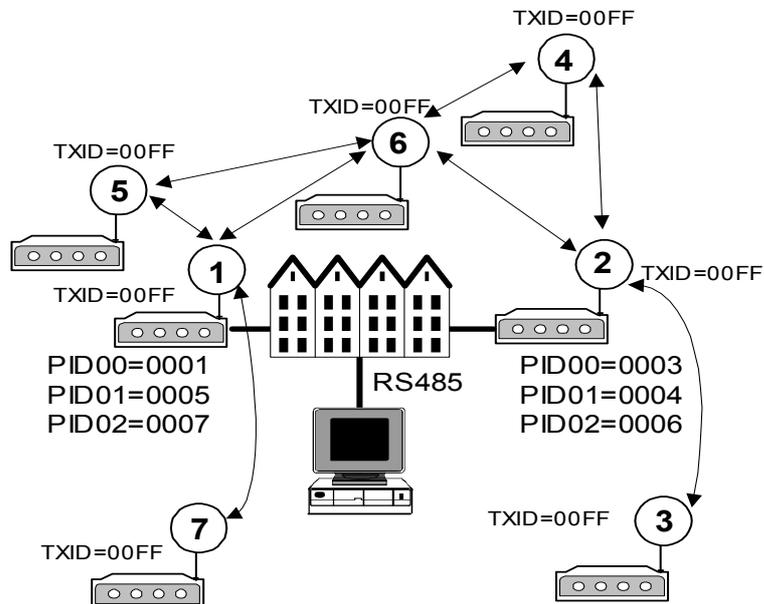
Программирование базовых станций также может потребоваться в случае, если несколько модемов, соединенные в сеть RS-485, работают на несколько базовых станций. В этом случае получение ширококвещательного пакета может вызвать коллизию в сети, хотя пакет может быть предназначен только одному абоненту, подключенному в сеть RS-485.

Рассмотрим пример конфигурации сети с одной базовой станцией, работающей в ширококвещательном режиме.



Базовая станция 4 передает широковещательный запрос на сеть модемов 1, 2, 3. Каждое ИО, получив свой запрос, передает ответ в модем, работающий также в широковещательном режиме. Если, например, для ИО модема 3 необходимо не допустить получение информации от ИО других модемов, достаточно установить в модеме 3 значение PID, равное 0004. В этом случае на последовательный порт модема 3 будет поступать информация только от базовой станции 4.

Коллизии в сети RS-485 могут возникнуть, например, в следующей системе:



Объекты расположены по разные стороны большого здания. При использовании одной базовой станции охватить всю сеть сбора информации не представляется возможным. Поэтому было принято решение установить два базовых модема 1 и 2 по разные стороны здания. В данной ситуации выяснилось, что пакет от модема 6 проходит как в модем 1, так и в модем 2. Оба модема при этом одновременно выдают эти пакеты в сеть RS-485, что вызывает коллизию. Установка соответствующих значений PID на модемах 1 и 2 решает проблему. В данной конфигурации модем 1 будет игнорировать данные от модема 6. Информация от модема 6 будет поступать в центральный пункт только через модем 2.



Если модемом получен пакет, содержащий информацию для удаленной конфигурации, он обрабатывается независимо от того, находится ли адрес отправителя пакета в списке активированных адресов виртуальных базовых станций или нет.

11 КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ МОДЕМОМ

Команда	Краткое описание	Активизация	Запись в EEPROM	Значение по умолчанию (после команды \$IEE)	Единица измерения
\$ACKT	Время ожидания подтверждения	↓	S	20	100 мс
\$AIR	Параметры канала связи	S + R	S	0	-
\$AR	Установка скорости по радиоэфире	S + R	S	1	-
\$BPM	Максимальное число широковещательных пакетов	↓	S	1	-
\$BPT	Пауза между широковещательными пакетами	↓	S	0	10 мс
\$COM	Режим работы последовательного порта	S + R	S	11100011	-
\$CRC	Проверка контрольной суммы микропрограммы	↓	-	-	-
\$DCD	Режим сигнала DCD	S + R	S	0	-
\$DMP(R)	Вывод локального или удаленного профилей	↓	-	-	-
\$E	Выход из командного режима	↓	-	-	-
\$EODS	Символ передачи данных в прозрачном режиме	S + R	S	FF	-
\$EPS	Начать редактирование профиля	↓	-	-	-
\$EPE	Остановить редактирование профиля	↓	-	-	-
\$FEC	Тип (FEC) для информационных пакетов	S + R	S	7	-
\$FREQ	Установка частоты передачи и приема	S + R	↓	433920, 433920	1 кГц
\$IEE	Загрузить профиль по умолчанию	↓	-	-	-
\$IRF	Установка скорости и частоты в исходное состояние	↓	-	-	-
\$LID(R)	Список RID и PID локального или удаленного профилей	↓	-	-	-
\$LOG(R)	Журнал радиоэфира локального или удаленного модема	↓	-	-	-
\$LMEM	Блокировка ведения журнала удаленного модема	↓	-	-	-
\$MAXP	Макс. число пакетов, передаваемых без подтверждения	↓	S	1	пакет
\$MDA	Режим модема A	S + R	S	0	-
\$MDB	Режим модема B	S + R	S	00001000	-
\$MNL	Число бит, передаваемых без инверсии последнего бита	↓	S	0	Бит
\$MYID	Собственный адрес модема	↓	S	\$IEE	-
\$PACT	Время удержания пакета в передающем буфере	↓	S	30	10 мс
\$PID	Адрес пакета для расширенного приема	↓	S	запрещение	-
\$PLEN	Размер пакета в эфире	↓	S	128	Байт
\$PWR	Мощность передатчика	S + R	S	3	-
\$R	Перезагрузка локального/удаленного модема	↓	-	-	-
\$RAFEC	Тип FEC для ответов на команды удал. конфигурирования	S + R	S	1	-
\$RBER	Запрос на передачу BER пакетов	↓	-	-	-
\$RCHK	Получение версии удаленного модема	↓	-	-	-
\$RG	REGISTER	↓	↓	-	-
\$RID	ID пакета для ретрансляции	↓	S	запрещение	-
\$RESPT	Время задержки отправки подтверждения	↓	S	0	10 мс
\$RETRY	Число попыток	↓	S	0	-
\$RFEC	Тип FEC при ретрансляции	S + R	S	-	-
\$RMEM	Чтение внешнего ОЗУ удаленного модема	↓	-	-	-
\$RPNT	Номер повторителя	↓	S	255	-
\$RST	Уровень RSSI	↓	S	7	-
\$RSS	Сканирование RSSI	↓	-	-	-
\$RPRF	Чтение удаленного профиля	↓	-	-	-
\$\$S	Запись параметров в ЭНОЗУ	↓	-	-	-
\$SCAN	Сканирование эфира	↓	-	-	-
\$Shhhh	Дамп ОЗУ модема	↓	-	-	-
\$TEST	Переход в режим «Тест»	↓	-	-	-
\$TBER	Передача BER пакетов	↓	-	-	-
\$TXID	Адрес получателя	↓	S	FFFF	-
\$WPRF	Запись удаленного профиля	↓	-	-	-
\$XID	Удаление ID в таблице ID	↓	S	-	-

Условные обозначения в полях «Активизация» и «Запись в EEPROM»:

- ↵ - после ввода команды;
- S – после команды **\$S**;
- S+R – после команд **\$S** и **\$R**.

11.1 \$DMP(R) – ВЫВОД ПРОФИЛЯ (УДАЛЕННОГО) МОДЕМА

Вывод профиля:

\$DMP ↵,
\$DMPR ↵,

С помощью этой команды можно вывести информацию о всех текущих параметрах модема (профиль модема).

Пример:

```

OK> $DMP
FREQ=433920,433920  AR=7  RST=7
TXID=0001          PWR=3  MNL=10
MYID=0003          FEC=  --
RETRY=000  RPTN=255  RFEC=  --  I
BPM  =001  BPD  =000  AIR=00000000
ACKT  =020  DCD  =000  MDA=00000000
PLEN  =000  PACT=030L  MDB=00001000
RESPT=000  MAXP=001  COM=11100011
EODS  =FF          RAFEC=R(7,3)  I
$22=20 $23=0A $24=01 $25=01
$26=00 $27=00 $28=0A $29=00
OK>

```

11.2 \$FREQ - ИЗМЕНЕНИЕ ЧАСТОТЫ ПРИЕМА/ПЕРЕДАЧИ

Ввод частоты:

\$FREQ=TTTTTT,RRRRRR ↵, где
TTTTTT - частота передачи в кГц (433000...435000);
RRRRRR - частота приема в кГц (433000...435000).



Несмотря на то, что частоты приема и передачи в модеме задаются независимо, поддерживается прием и передача только на одной частоте. Таким образом, следует задавать одинаковые значения частот приема и передачи.

Пример:

```

OK> $FREQ 432000,435000
ER: T freq out of range
ER> $FREQ 433000,432000

ER: R freq out of range
ER> $FREQ 434000,434000

OK>

```



Модем позволяет устанавливать частоту в диапазоне (433...435) МГц, что позволяет организовывать несколько различных частотных каналов связи. При этом помните, что использовать без получения разрешений органов ГосСвязьНадзора можно только диапазон (433,92±0,2%) МГц (433,05216...434,78784). При установке частоты учитывайте также ширину спектра излучаемого сигнала (см. раздел «\$AR – скорость передачи данных по эфиру»).

11.3 \$MYID - ИЗМЕНЕНИЕ СОБСТВЕННОГО АДРЕСА МОДЕМА

Изменение собственного адреса модема:

\$MYID=hhhh ↵, где

hhhh - любое число в формате 4 HASFs, кроме FFFF, FFxx или xxFF.

Здесь и далее **HASFs** – Hex символ в верхнем регистре в формате ASCII (например: A, 8, F).

Команда позволяет задавать собственный адрес модема (см. раздел «Адресация и примеры организации сетей»).

11.4 \$TXID - ИЗМЕНЕНИЕ АДРЕСА ВЫЗЫВАЕМОГО МОДЕМА

Изменение адреса вызываемого модема:

\$TXID=hhhh(NL)↵, где

hhhh - любое число в формате 4 HASFs.

Команда позволяет задавать адрес получателя пакетов, устанавливая тем самым режим работы модема в эфире. (см. разделы «Режимы работы по эфиру (гарантии доставки данных адресату)» и «Адресация и примеры организации сетей»).

Ввод значений вида FFFF, FFxx или xxFF означает широкоэвещательный (групповой) режим передачи данных.

Ввод значений, отличающихся от FFFF, FFxx или xxFF, означает режим «точка-точка» с модемом, чей адрес MYID совпадает с введенным значением hhhh.

При вводе значений с постфиксом NL включается режим «точка-точка» с модемом hhhh без установления фактического соединения.

Пример:

```

OK> $TXID=12FF
*** broadcast mode
OK> $TXID=1234

OK> $TXID=1234NL
*** NoLink create mode
OK>

```

11.5 \$AR – СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЭФИРУ

Изменение скорости:

\$AR=d ↵, где

d- десятичная цифра (0...7).

AR	Скорость (BR), бит/с	Девияция (ΔF), кГц	Ширина полосы приемника (BW), кГц
0	4800	±5	10
1	4800	±20	40
2	9600	±10	20
3	9600	±20	40
4	19200	±20	40
5	19200	±40	200
6	38400	±40	200
7	38400	±100	200

С помощью этой команды задаются параметры передачи данных в эфире. При этом для каждого значения скорости имеется возможность выбрать два варианта связанных с ней параметров – девиации частоты передатчика и ширины полосы приемника.

При выборе варианта следует иметь ввиду, что большее значение девиации делает связь более надежной, но при этом расширяется полоса частот, занимаемая

сигналом в эфире. Примерно оценить ширину спектра можно по следующей формуле:
 $4 \times BR \times \Delta F$.

Модемы могут работать друг с другом только при одинаково заданных параметрах.



В модеме реализован также высокоскоростной режим работы в эфире (76 800 бод). Для включения этого режима служит бит bHI_SPEED (команда \$MDB). В этом режиме параметры, заданные командой \$AR, игнорируются и накладываются некоторые ограничения (см. раздел «Работа модема на скорости 76 800 бод»).

11.6 \$PWR – УСТАНОВКА МОЩНОСТИ ПЕРЕДАТЧИКА

Изменение мощности:

$\$PWR=d$ ↓, где

d- десятичная цифра (0...3).

PWR	Значение относительно номинала (10 мВт), дБ
0	0
1	+3
2	+6
3	+9



Использовать без получения разрешения органов ГосСвязьНадзора можно только модем с выходной мощностью не более 10 мВт.

11.7 \$MNL – ЧИСЛО БИТ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ БЕЗ ИНВЕРСИИ ПОСЛЕДНЕГО БИТА

Изменение числа:

$\$MNL=dd$ ↓, где

dd - десятичное число (0...15).

Ведущие нули при вводе должны присутствовать. Технические особенности работы модема не позволяют ему принимать длительные последовательности данных, состоящие подряд из одних «нулей» или «единиц». Поэтому при передаче данных модем «добавляет» обязательный «перепад», дублируя каждый dd бит его инверсией. Это снижает реальную скорость передачи данных в эфире. Если данные для передачи не содержат длинных последовательностей, можно устанавливать \$MNL=15, иначе рекомендуется устанавливать \$MNL=8. При \$MNL=00 дублируется каждый бит данных (скорость снижается вдвое). Подробно см. в разделе «Рандомизация (скремблирование)».

11.8 \$AIR, \$VAIR - ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЭФИРУ

Изменение параметров передачи данных по эфиру:

$\$AIR=bbbbbbb$ ↓, где b- двоичная цифра

Изменение отдельного бита регистра ARA:

$\$bAIRn=v$, где

n- номер бита (7...0);

v – значение бита (0, 1).

N	Назначение	1	0
7	bRA_NO_INTERLEAVE Перемежение данных в информационных пакетах, являющихся ответами на команды удаленного конфигурирования. Рекомендуется устанавливать командой \$RAFEC.	Нет	Да

6	bENB_SOF_DIFF_1BIT Разрешать начинать принимать заголовок пакета в случае, если стартовый байт (после преамбулы) отличается от истинного на 1 бит (в случае ошибочного приема). Рекомендуется устанавливать в «1» в условиях плохой связи.	Да	Нет
5	bRAND_DATA Рандомизация данных (см. раздел «Рандомизация (скремблирование)»).	Да	Нет
4	bCH_GRANT_x4WSLT Постскалер периода (Wait SLoT Time) автоматического сканирования сигнала в процедуре анализа эфира при начале передачи пакета. Установка в «1» означает более продолжительное сканирование эфира (см. раздел «Анализ занятости эфира»).	x4	x1
3	bBYPASS_CH_GRANT Пропустить процедуру анализа эфира перед началом передачи (см. раздел «Анализ занятости эфира»).	Да	Нет
2	bRSSI_ON_CHGRANT Анализировать сигнал RSSI для доступа в эфир (см. раздел «Анализ занятости эфира»).	Да	Нет
1	bTX_FILTER Фильтровать данные в приемопередающем тракте модема перед передачей	Да	Нет
0	bTRX_MODE Режим работы приемопередатчика: <ul style="list-style-type: none"> ▪ режим высокой чувствительности (Ч); ▪ режим высокой линейности (Л). 	Л	Ч

11.9 \$DFEC – тип FEC для информационных пакетов

$\$DFEC = dI$, где

d – тип помехоустойчивого кода (FEC) (0...7);

I – признак перемежения (I или N).

Этой командой устанавливается тип используемого помехоустойчивого кода и включается/выключается перемежение для информационных пакетов.

Тип FEC программируется в соответствии со следующей таблицей:

Значение d	Тип FEC
0	RS (7.5)
1	RS (7.3)
2	RS (15.11)
3	RS (15.9)
4	HAM (12.8)
5	HAM (12.8)
6	Код выключен
7	Код выключен

При установке признака перемежения I в значение «I» перемежение включено, в значение «N» - выключено. Если помехоустойчивое кодирование не используется (d=6, 7), признак I не имеет значения (данные без FEC передаются без перемежения), однако должен быть корректно введен. Подробности см. в разделе «Помехоустойчивое кодирование».

11.10 \$RFEC –тип FEC ПРИ РЕТРАНСЛЯЦИИ

\$RFEC=dl, где

d – тип помехоустойчивого кода (FEC) (0...7);

l – признак перемежения (I или N).

Значения аргументов аналогичны параметрам команды **\$DFEC**.

С помощью этой команды выбирается тип помехоустойчивого кода, который будет использован при ретрансляции активным ретранслятором информационного пакета. Подробности см. в разделе «Помехоустойчивое кодирование».

Чтобы разрешить изменение значения FEC для ретранслируемого пакета, необходимо установить бит **bRptFecChange** (команда **\$MDB**).

11.11 \$RAFEC –тип FEC ПРИ ОТВЕТЕ НА КОМАНДУ УДАЛЕННОГО КОНФИГУРИРОВАНИЯ

\$RAFEC=dl, где

d – тип помехоустойчивого кода (FEC) (0...7);

l – признак перемежения (I или N).

Значения аргументов аналогичны параметрам команды **\$DFEC**.

С помощью этой команды выбирается тип помехоустойчивого кода, который будет использован в ответах на команды удаленного конфигурирования. Подробности см. в разделе «Помехоустойчивое кодирование».

11.12 \$COM, \$bCOM - ПАРАМЕТРЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПОРТА

Изменение параметров передачи данных по последовательному порту:

\$COM=bbbbbb, где

b- двоичная цифра.

Изменение отдельного бита регистра COM:

\$bCOMn=v, где

n- номер бита (7...0);

v – значение бита (0, 1).

Конфигурация регистра **COM**:

Бит	Назначение
7	bCOM_PARITY#2
6	bCOM_PARITY#1
5	bCOM_PARITY#0
4	bINVERT_DCD
3	bRTS_SENS
2	bCOM_RATE#2
1	bCOM_RATE#1
0	bCOM_RATE#0

Описание регистра **COM**:

Бит	Значение	1	0
bCOM_RATE#2...0	Скорость обмена данными по RS-232 и RS-485, бод		
000	2 400		
001	4 800		
010	7 200		
011	9 600		
100	19 200		

101	38 400		
110	57 600		
111	115 200		
bRTS_SENS	Анализ сигнала RTS	Да	Нет
bINVERT_DCD	Инвертировать сигнал DCD	Да	Нет
bCOM_PARITY#2...0	Значение 9 бита в посылке по RS-232 или RS-485		
000	Even бит четности		
001	Odd бит нечетности		
010	Space уровень "0"		
011	Mark уровень "1"		
100...111	None 9 бит не передается		

Команда используется для конфигурации параметров последовательных интерфейсов (см. разделы «Интерфейсы RS-232 и RS-485» и «Режим передачи данных «Прозрачный»).



Не допускается использовать скорость обмена данными по последовательным интерфейсам, равную 112 200 бод, при установленной в эфире скорости 76 800 бод.

11.13 \$EODS - СИМВОЛ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ПРОЗРАЧНОМ РЕЖИМЕ

Изменение символа:

\$EODS=hh ↓, где h- шестнадцатеричная цифра (00...FF):

00...7F – режим передачи данных по символу разрешен (символ 00...7F);

80...FF – режим передачи данных по символу запрещен.

Данный параметр активизируется только в режиме «Прозрачный». Получение с последовательного порта установленного символа модем считает признаком окончания блока данных и отправляет данные в эфир, даже если длина этого блока меньше заданного размера пакета. Возможность передачи самого символа EODS определяется флагом TxEODS, задаваемым командой \$MDA.

11.14 \$MDA, \$bMDA - РЕЖИМ РАБОТЫ МОДЕМА

Изменение режима работы модема:

\$MDA=bbbbbbb ↓, где b- двоичная цифра.

Изменение бита регистра MDA:

\$bMDAn=v, где n- номер бита (7...0), v – значение бита (0, 1).

N	Назначение	Значение	
		1	0
7	-		
6	bTxEODS Передавать символ окончания данных в прозрачном режиме	Да	Нет
5	bGt10msDuration Инкремент системного таймера, мс (отображается в командах \$LOG(R) и \$SCAN).	Да	Нет
4	IgnoreTXID Игнорировать внутренний параметр TXID при обмене данными с абонентом с отличным TXID.	Да	Нет

3	TxDatаOnPoll Функция временно не определена.	Да	Нет
2	FullPacActionDis Запретить передавать данные в режиме «прозрачный» при накоплении данных на 1 пакет (\$PLEN) – передача данных происходит только при выполнении условий передачи данных (см. раздел «Режим передачи данных «Прозрачный»).	Да	Нет
1	PAC#2 Пакетный режим в сторону DCE (модем). См. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)».	10	1000
0	PAC#1 Пакетный режим в сторону DTE (терминал). См. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #1» (DCE - DTE)».	Да	Нет

11.15 \$ACKT - ВРЕМЯ ОЖИДАНИЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ В РЕЖИМЕ «ТОЧКА-ТОЧКА»

Изменение времени ожидания подтверждения:

\$ACKT=ddd↓, где

ddd - десятичное число (000...255). Ведущие нули должны присутствовать.

Шаг 100 мс. Значение 000 соответствует 256.

Если по истечении времени ACKT с момента окончания отправки пакета не получено подтверждения о доставке от адресуемого модема, отправка пакета повторяется (см. раздел «Индивидуальный режим («точка-точка»)»).

11.16 \$PACT - ВРЕМЯ УДЕРЖАНИЯ ПАКЕТА НЕПОЛНОЙ ДЛИНЫ В ПЕРЕДАЮЩЕМ БУФЕРЕ МОДЕМА

Изменение времени:

\$PACT=dddX ↓, где

ddd - десятичное число (000...255, ведущие нули должны присутствовать, шаг 10 мс, значение 000 соответствует 256);

X – значение «L» или «F».

Значение «F» (First) соответствует отсчету времени с момента прихода на последовательный порт модема первого байта.

Значение «L» (Last) соответствует отсчету времени с момента прихода на последовательный порт модема последнего байта.

По истечении заданного времени модем выдает данные в эфир, даже если длина блока данных меньше заданной длины пакета в эфире (см. раздел «Режим передачи данных «Прозрачный»)»).

Признак «F/L» хранится в бите **bPackTimeLastFirst** регистра **\$MDB**.

11.17 \$MDB, \$bMDB - РЕЖИМ РАБОТЫ МОДЕМА

Изменение режима работы модема:

\$MDB=bbbbbbb↓, где

b- двоичная цифра.

Изменение бита регистра MDB:

\$bMDBn=v, где

n- номер бита (7...0);

v – значение бита (0, 1).

N	Назначение	Значение	
		1	0
7	bHI_SPEED Включить «высокоскоростной» (76 800 бод) режим работы модема по эфиру (см. раздел «Работа модема на скорости 76 800 бод»).	Да	Нет
6	-		
5	bShortACKEnb Разрешать передавать укороченный пакет являющийся подтверждением на информационный пакет. Каждому пакету в эфире предшествует заголовок фиксированный длины в независимости от типа пакета. Заголовок состоит из адреса получателя и отправителя, размера информационного поля, типа пакета, номера и признаков помехоустойчивого кодирования, перемежения и т.д. Пакеты являющиеся подтверждением несут избыточную информацию (длина пакета, тип FEC и т.д.) которая игнорируется на приемной стороне. Установка бита bShortACKEnb заставляет передатчик передавать укороченный пакет подтверждение. Установка бита bShortACKEnb у принимающего модема разрешает ему анализировать приходящие данные из эфира на предмет укороченного пакета т.к. заранее нельзя установить какой размер заголовка будет у пришедшего пакета - обработка и принятие решения осуществляется по приему последнего байта заголовка пакета. Отличие заголовков осуществляется по анализу старт-символа пакета.	Да	Нет
4	bRPT_FEC_CHANGE Разрешать изменять значение FEC при ретрансляции (см. раздел «\$RFEC –тип FEC при ретрансляции»).	Да	Нет
3	bPackTimeLastFirst Устанавливается командой \$PACT . 1 – Тайм-аут на передачу по последнему байту 0 - Тайм-аут на передачу по первому байту	Да	Нет
2	bVirtIncRxBufferTo1024Disable Запретить виртуальное увеличение приемного буфера до 1024 байт (см. раздел «Буферизация принятых из эфира данных. Конкатенация данных»).		
1	bOnlyFromRepeaters Принимать данные только от повторителей.	Да	Нет
0	bDelLinkDataByTimeOut Удалить накопленные данные, если произошел тайм-аут ожидания следующих данных при конкатенации (см. раздел «Буферизация принятых из эфира данных. Конкатенация данных»).	Да	Нет

11.18 \$RESPT - ВРЕМЯ ЗАДЕРЖКИ ОТПРАВКИ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ В РЕЖИМЕ «ТОЧКА-ТОЧКА»

Изменение времени задержки отправки подтверждения:

\$RESPT=ddd ↓, где

ddd - десятичное число (000...255). Ведущие нули должны присутствовать.

Шаг 10 мс. Значение 000 означает отсутствие задержки.

Параметр активизируется только в режиме «точка-точка» (см. раздел «Индивидуальный режим («точка-точка»)»).

11.19 \$RETRY - ЧИСЛО РЕТРАНСЛЯЦИЙ ПАКЕТОВ, ТРЕБУЮЩИХ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

Изменение числа ретрансляций:

\$RETRY=ddd ↵, где

ddd - десятичное число (000...255). Ведущие нули должны присутствовать.

Значение 000 соответствует бесконечному числу попыток передать пакет, требующий подтверждения.

Данный параметр активизируется только в режиме «Пакетный#2» (см. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (DTE - DCE)»). Если после заданного числа попыток модем не получит подтверждения от удаленного модема, передача данных для этого модема прекращается.

11.20 \$PLEN - МАКСИМАЛЬНЫЙ РАЗМЕР ПАКЕТА ДАННЫХ В ЭФИРЕ

Изменение максимального размера пакета:

\$PLEN=ddd ↵, где

ddd - десятичное число (000...255). Ведущие нули должны присутствовать.

Значение 000 соответствует 256.

Модем разбивает поток данных, поступающих на последовательный порт, на пакеты заданной длины, которые передаются в эфир. Чем меньше размер пакета, тем больше вероятность его прохождения. При хорошей связи размер пакета можно увеличивать.

11.21 \$MAXP - ЧИСЛО ПАКЕТОВ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ В ЭФИР БЕЗ ОЖИДАНИЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ

Изменение числа пакетов, передаваемых в эфир без ожидания подтверждения:

\$MAXP=ddd ↵, где

ddd - десятичное число (000...006). Ведущие нули должны присутствовать.

Параметр активизируется только в режиме «точка–точка» с установлением соединения (см. раздел «Индивидуальный режим («точка-точка»)») и позволяет использовать одно подтверждение на несколько пакетов в эфире, за счет чего можно повысить пропускную способность канала.

11.22 \$DCD - РЕЖИМ СИГНАЛА DCD (ПОРТ RS-232)

Изменение режима DCD:

\$DCD=ddd ↵, где

ddd - десятичное число (000...002). Ведущие нули должны присутствовать.

000 – нормальный режим;

001 – режим сигнализации наличия соединения;

002 – режим сигнализации наличия данных на выходе порта модема.

Подробнее о режимах DCD см. в разделе «Интерфейсы RS-232 и RS-485».

11.23 \$RG - ЗАПИСЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕМА

Изменение технологических параметров модема:

\$RGxx=ddd ↵, где

xx - адрес переменной (шестнадцатеричный);

ddd - значение переменной (десятичный формат).

Получение текущего значения:

\$RGxx? ↵

Операция происходит непосредственно с EEPROM. Во избежание неправильной работы модема без особой необходимости не следует изменять технологические параметры модема.

Подробнее о технологических параметрах см. в разделе «Технологические параметры».

11.24 \$RID - АДРЕС ПАКЕТА, РАЗРЕШЕННОГО ДЛЯ РЕТРАНСЛЯЦИИ

Команда существует в двух вариантах:

\$RIDdd=hhhh Ta ↓

\$RIDdd=hhhh Ta bbbbbbS₁S₂ ↓, где

dd - номер ячейки адреса (2 десятичные цифры 00...15);

T - тип адреса (источник / получатель);

a – разрешение на повторения пакета с РП, равным «0» (двоичная цифра);

bbbbbbb - значение маски (двоичное число);

S₁ – действие над пакетом в случае совпадения маски с ретрансляционным полем пакета (РП);

S₂ – логическая операция между маской и РП пакета;

hhhh: любые 4 HASFs.

a: 0 – 1.

T: S – значение hhhh является адресом отправителя (Source), D – значение hhhh является адресом получателя (Destination).

S₁=«+». В случае совпадения РП с маской bbbbbb пакет может быть ретранслирован после последующего анализа RIDxx, иначе анализ RIDxx не происходит.

S₁=«-». В случае совпадения РП с маской bbbbbb анализ RIDxx не происходит, иначе пакет может быть ретранслирован (после последующего анализа RIDxx).

S₂=«&». Операция «И» между маской RMR и РП.

S₂=«|». Операция «ИЛИ» между маской RMR и РП.

Если анализ маски разрешен, решение о ретрансляции/не ретрансляции пакета производится **только** после анализа RIDxx. Ввод нулевой маски означает автоматический запрет ее анализа. В этом случае параметры S₁ и S₂ не имеют смысла, однако должны быть корректно введены. См. разделы «Ретрансляция пакетов» и «Расширенные возможности приема и ретрансляции пакетов».

Пример: **\$RID00=1234 S1 00010011+&**

Адрес записывается в ячейку 00. Ретранслируются пакеты, в заголовке которых адрес отправителя равен 1234. Пакеты от абонента 1234 с нулевыми значениями РП разрешены для повторения. Пакет от модема 1234 повторяется только в том случае, если он прошел через ретрансляторы 0 и 1 и 4.

\$RID10=03FF D0 00010011+|

Адрес записывается в ячейку 10. Ретранслируются пакеты, предназначенные для группы 03. Пакеты с нулевыми значениями РП не ретранслируются; это означает, что пакет уже должен был ретранслирован каким-либо другим ретранслятором. Пакет группе 03 повторяется только в том случае, если он прошел через ретрансляторы 0 ИЛИ 1 ИЛИ 4.

\$RID15=0122 S0

Адрес записывается в ячейку 15. Ретранслируются пакеты, в заголовке которых адрес отправителя равен 0122. Пакеты от абонента 0122 с нулевыми значениями РП не разрешены для повторения; это означает, что пакет уже должен был повторен каким либо другим ретранслятором.

11.25 \$PID – АДРЕС ПАКЕТА ДЛЯ РАСШИРЕННОГО ПРИЕМА

Команда существует в двух вариантах:

\$PIDdd=hhhh bbbbbbbbS₁S₂↵

\$PIDdd=hhhh , где

dd - номер ячейки адреса (2 десятичные цифры 00...15);

bbbbbbbb - значение маски (двоичное число);

S₁ – действие над пакетом в случае совпадения маски с ретрансляционным полем пакета (РП);

S₂ – логическая операция между маской и РП пакета.

hhhh: любое 4 HASFs

S₁=«+». В случае совпадения РП с маской bbbbbbbb пакет принимается, иначе не принимается.

S₁=«-». В случае совпадения РП с маской bbbbbbbb пакет не принимается, иначе принимается.

S₂ = «&». Операция «И» между маской bbbbbbbb и РП.

S₂ = «|». Операция «ИЛИ» между маской bbbbbbbb и РП.

Если анализ маски разрешен и на основе анализа операции маски над РП пакет может быть принят, окончательное решение о приеме/не приеме пакета принимается на следующем уровне приема пакетов (как при обычном приеме).

Ввод нулевой маски означает автоматический запрет ее анализа. В данном случае параметры S₁ и S₂ не имеют смысла, однако, должны быть корректно введены.

В случае отсутствия маски адрес PID автоматически становится адресом базовой станции.

Программирование адреса базовой станции позволяет исключить выдачу мобильными объектами на последовательный порт информации, полученной в результате приема широкоэмитерных пакетов, предназначенных для базовой станции. Если в модеме есть хотя бы один активный адрес базовой станции, при приеме пакета модем сравнивает адрес отправителя пакета с адресом базовой станции. Если адреса не совпадают, пакет игнорируется (но может ретранслироваться, если адрес получателя/отправителя совпадает с одним из **RIDxx**). См. разделы «Ретрансляция пакетов» и «Расширенные возможности приема и ретрансляции пакетов».

11.26 \$LID(R) - ВЫВОД СПИСКА АДРЕСОВ ДЛЯ РЕТРАНСЛЯЦИИ И РАСШИРЕННОГО ПРИЕМА

Вывод списка локального профиля:

\$LID↵

Вывод списка удаленного профиля:

\$LIDR↵

```

Пример: OK> $LID
#  xID Adr  Rst Mask
-----
00 RID 1234 S1  00010011+&
01 PID 1234      Only (Base)
02 PID 1233      00010011+&
03 ---  ---  ---  -----
04 ---  ---  ---  -----
05 ---  ---  ---  -----
06 PID 1111      Only (Base)
07 ---  ---  ---  -----
08 ---  ---  ---  -----
09 ---  ---  ---  -----
10 RID 00FF D0  00010011+|
11 ---  ---  ---  -----
12 ---  ---  ---  -----
13 PID 2222      01010101-&
14 ---  ---  ---  -----
15 RID 0122 S0
OK>

```

Расшифровку параметров см. в разделах «\$RID - адрес пакета, разрешенного для ретрансляции» и «\$PID – адрес пакета для расширенного приема».

11.27 \$XID – УДАЛЕНИЕ ЯЧЕЙКИ АДРЕСА

\$XIDdd ↓, где,
dd - номер ячейки адреса (десятичное число 00...15).

Команда удаляет ячейку с адресом RID или PID.

```

Пример: OK> $LID
#  xID Adr  Rst Mask
-----
00 RID 1234 S1  00010011+&
01 PID 1234      Only (Base)
02 PID 1233      00010011+&
03 ---  ---  ---  -----
04 ---  ---  ---  -----
05 ---  ---  ---  -----
06 PID 1111      Only (Base)
07 ---  ---  ---  -----
08 ---  ---  ---  -----
09 ---  ---  ---  -----
10 RID 00FF D0  00010011+|
11 ---  ---  ---  -----
12 ---  ---  ---  -----
13 PID 2222      01010101-&
14 ---  ---  ---  -----
15 RID 0122 S0
OK>
Удаление трех начальных ячеек
OK> $XID00
OK> $XID01
OK> $XID02

```

Вывод списка после удаления

```

OK> $LID
#  xID Adr  Rst Mask
-----
00  ----  ----  --  -----
01  ----  ----  --  -----
02  ----  ----  --  -----
03  ----  ----  --  -----
04  ----  ----  --  -----
05  ----  ----  --  -----
06  PID 1111      Only (Base)
07  ----  ----  --  -----
08  ----  ----  --  -----
09  ----  ----  --  -----
10  RID 00FF D0  00010011+|
11  ----  ----  --  -----
12  ----  ----  --  -----
13  PID 2222      01010101-&
14  ----  ----  --  -----
15  RID 0122 S0
OK>

```

11.28 \$RPTN - НОМЕР ПОВТОРИТЕЛЯ МОДЕМА

Изменение номера повторителя:

\$RPTN=ddd ↵, где

ddd - десятичное число (000...007, 255). Ведущие нули должны присутствовать.

Ввод значения 255 означает отключение функции повторителя. Всего в радиосети может быть до 8 повторителей. Каждый повторитель должен иметь уникальный номер. См. разделы «Ретрансляция пакетов» и «Расширенные возможности приема и ретрансляции пакетов».

11.29 \$BPM - МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ОДИНАКОВЫХ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ПАКЕТОВ

Изменение:

\$BPM=hh ↵, где

hh - любое 2 HASFs число. Ведущие нули должны присутствовать.

Значение 00 соответствует 0x100.

Для уменьшения вероятности потери данных в широковещательном режиме (см. раздел «Режимы работы по эфиру (гарантии доставки данных адресату)»), когда подтверждения о доставке отсутствуют, можно последовательно передавать несколько копий широковещательного пакета.

При получении адресатом дублируемые широковещательные пакеты игнорируются.

11.30 \$BPT - ВРЕМЯ МЕЖДУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ ПЕРЕДАЧАМИ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ПАКЕТОВ

Изменение времени:

\$BPT=hh ↵, где

hh - любое 2 HASFs число. Ведущие нули должны присутствовать.

Значение 00 соответствует отсутствию задержки. Шаг 10 мс.

Параметр активизируется только в широковещательном режиме и задает время между последовательной передачей копий широковещательного пакета (см. раздел «\$BPM - максимальное число одинаковых широковещательных пакетов»).

11.31 \$RST – УСТАНОВКА ПОРОГА RSSI (RSSI THRESHOLD)

Изменение порога:

\$RST=d ↵, где

d- десятичная цифра (0...7).

RST	Уровень входного сигнала, dBm
0	<-105
1	-105...-100
2	-100...-95
3, 4	-95...-90
5	-90...-85
6	-85...-80
7	>-80

Используется при анализе занятости эфира (см. раздел «Анализ занятости эфира»).

11.32 \$RSS – СКАНИРОВАНИЕ СИГНАЛА RSSI

Запуск сканирования:

\$RSS ddd ↵, где

ddd- десятичное число (000...255).

Данная команда предназначена для тестового непрерывного сканирования уровня входного сигнала модема (RSSI). Параметр ddd задает период сканирования в единицах, кратных 100 мс.

Результаты сканирования выводятся в формате:

RSSI: MIN CUR MAX, где

MIN – минимальный уровень RSSI в течение всего времени сканирования (значения уровня см. [\\$RST](#));

CUR – текущий уровень RSSI;

MAX – максимальный уровень RSSI в течение всего времени сканирования (кодирование уровня см. [\\$RST](#));

Чтобы остановить режим сканирования, необходимо нажать клавишу «s».

Чтобы обновить значения MIN и MAX, необходимо нажать клавишу «l».

```

Пример: | OK> $RSS 010
          | OK> RSSI: 6 6 6
          | OK> RSSI: 6 6 6
          | OK> RSSI: 6 7 7
          | OK> RSSI: 6 7 7
          | OK> lRSSI: 6 6 6
          | OK> RSSI: 6 6 6
          | OK> RSSI: 6 7 7
          | OK> RSSI: 6 6 7
          | OK> RSSI: 6 6 7
          | OK> s
  
```

11.33 \$RPRF – ЧТЕНИЕ ПРОФИЛЯ УДАЛЕННОГО МОДЕМА

Чтение профиля:

\$RPRF=hhhh ↵, где

hhhh - адрес удаленного модема в формате 4 HASFs, кроме группового (xxFF, FFxx, FFFF).

Используется для чтения профиля удаленного модема (см. раздел «Удаленное конфигурирование»).

11.34 \$WPRF – ЗАПИСЬ ПРОФИЛЯ УДАЛЕННОГО МОДЕМА

Запись профиля:

\$WPRF=hhhh,tt ↵, где

hhhh - адрес удаленного модема в формате 4 HASFs, кроме группового (xxFF, FFxx,FFFF).

tt – тайм-аут на выполнение команды в единицах, кратных 100 мс (в формате 2 HASFs).

Используется для записи профиля удаленного модема (см. раздел «Удаленное конфигурирование»).

11.35 \$EPS - НАЧАТЬ РЕДАКТИРОВАНИЕ УДАЛЕННОГО ПРОФИЛЯ

Начать редактирование профиля:

\$EPS ↵

После ввода этой команды все команды, редактирующие профиль, относятся к профилю удаленного модема. Каждая запись комментируется соответствующим уведомлением.

Пример:

```
OK> $EPS
*** begin edit remote profile
OK> $TXID=FFFF

*** remote in broadcast mode
OK> $TXID=1111NL

*** remote in NoLink create mode
OK> $PLEN=100

*** wr to remote profile
OK>
```

11.36 \$EPE - ОСТАНОВИТЬ РЕДАКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ УДАЛЕННОГО МОДЕМА

Остановить редактирование профиля:

\$EPE ↵

После ввода этой команды все команды, редактирующие профиль, относятся к профилю локального модема.

Пример:

```
OK> $EPE
*** stop edit remote profile
OK>
```

11.37 \$CRC - ПРОВЕРКА КОНТРОЛЬНОЙ СУММЫ (CRC) МИКРОПРОГРАММЫ МОДЕМА

Проверка контрольной суммы:

\$CRC ↵

Пример:

```
Ответ при правильной контрольной сумме:
OK> $CRC
+++++
```

Примерный ответ при неправильной контрольной сумме:

```
OK> $CRC
++++-
```

После выполнения команды происходит перезагрузка модема.

11.38 \$R - ПЕРЕЗАГРУЗКА ЛОКАЛЬНОГО/УДАЛЕННОГО МОДЕМА

С помощью данной команды осуществляется аппаратная перезагрузка (сброс) локального или удаленного модема.

Сброс локального модема:

\$R ↵

Сброс удаленного модема:

\$R hhhh,tt ↵, где

hhhh - адрес удаленного модема в формате 4 HASFs (не может быть групповым).

tt - тайм-аут на выполнение команды в формате 2 HASFs в единицах, кратных 100 мс.

11.39 \$E - ВЫХОД ИЗ КОМАНДНОГО В НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ

Выход из командного режима в режим передачи данных:

\$E ↵



Выполнение этой команды не активизирует изменений, проведенных в командном режиме. Для активации изменений, как правило, необходимо выполнение команд [\\$S](#) и [\\$R](#).

11.40 \$S - ЗАПИСЬ ВНУТРЕННИХ ПЕРЕМЕННЫХ МОДЕМА В EEPROM

Запись переменных модема в EEPROM:

\$S ↵

По этой команде все ранее измененные параметры записываются в EEPROM и вступают в силу после сброса модема (команда [\\$R](#) или кнопка RESET).

После ввода команды необходимо дождаться сообщения о результате выполнения команды, т.к. запись в EEPROM длится не менее 10 мс.

11.41 \$IEE Mhhhh - ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЙ ПАМЯТИ (EEPROM)

Инициализация EEPROM:

\$IEE Mhhhh ↵, где

hhhh – требуемое значение MYID модема.

После ввода команды происходит инициализация параметров, хранящихся в EEPROM значениями по умолчанию. Адрес MYID модема становится равным hhhh.

После выполнения команды происходит автоматический сброс модема.

11.42 \$TEST - ПЕРЕВОД МОДЕМА В РЕЖИМ «ТЕСТ»

Перевести модем в режим «Тест»:

\$TEST d↵, где

d – десятичное число (0...9):

- 0 – тестовая посылка, состоящая из «0»;
- 1 – тестовая посылка, состоящая из «1»;
- 2 – тестовая посылка, состоящая из последовательности 101010101....
- 3 - тестовая посылка, состоящая из циклически передаваемых значений, хранящихся по адресам \$FC...FF EEPROM;
- 4...9 – выключить режим ТЕСТ.

По этой команде модем включает передатчик с заданными параметрами (частота, скорость, девиация и т.д.) и отправляет в эфир заданную последовательность.

11.43 \$TBER – ПЕРЕДАЧА ТЕСТОВЫХ ПАКЕТОВ УДАЛЕННОМУ МОДЕМУ

Перевести модем в режим передачи тестовых пакетов:

\$TBER hhhh,fP,nsss,tt,↓, где

hhhh - адрес удаленного модема (4 HASFs);

f – тип помехоустойчивого кодирования (0...7) (1 HASFs);

P – способ перемежения (символ «I» или «N»);

nn – число тестовых пакетов для передачи (2 HASFs);

ss – размер тестового пакета (2 HASFs);

tt – пауза между пакетами (2 HASFs).

По этой команде модем начинает выдавать в эфир адресные тестовые пакеты, а удаленный модем – принимать и подсчитывать количество ошибок. Для вывода информации о количестве ошибок удаленный модем должен находиться в командном режиме или в режиме «Пакетный #1». Способ ввода типа помехоустойчивого кодирования алогичен вводу в команду **\$DFEC**.

Результаты подсчета выводятся удаленным модемом (в командном режиме) в виде:

L:???,EB:????,N:???,RSSI:? XXX где,

L – длина пакета (байт);

EB – число ошибок в пакете;

N – порядковый номер пакета;

RSSI – уровень RSSI во время приема заголовка пакета;

XXX – тип помехоустойчивого кодирования.

Вероятность ошибки на бит (BER) подсчитывается по формуле $BER=E/(8 \times L)$.

Формат выдачи результатов в пакетном режиме см. в разделе «Режим передачи данных «Пакетный #1» (DCE - DTE)».

Пример: OK> \$TBER 0002,3I,0250,01

```
OK>
*** tx ber packet 002
*** tx ber packet 001
*** tx ber packet 000
OK> $TBER 0002,7N,03FF,02
```

```
OK>
*** tx ber packet 003
*** tx ber packet 002
*** tx ber packet 001
*** tx ber packet 000
OK>
```

Результаты приема:

```
OK> L:080,EB:0000,N:002,RSSI:7 R(15,9)I
OK> L:080,EB:0000,N:001,RSSI:7 R(15,9)I
OK> L:080,EB:0000,N:000,RSSI:7 R(15,9)I
OK> L:255,EB:0000,N:003,RSSI:7 --
OK> L:255,EB:0000,N:002,RSSI:7 --
OK> L:255,EB:0000,N:001,RSSI:7 --
OK> L:255,EB:0000,N:000,RSSI:7 --
OK>
```

11.44 \$RBER – КОМАНДА УДАЛЕННОМУ МОДЕМУ НА ПЕРЕДАЧУ ТЕСТОВЫХ ПАКЕТОВ

С помощью данной команды можно перевести удаленный модем в режим передачи тестовых (BER) пакетов для подсчета количества ошибок. При этом можно явно задать частоту, на которой следует передавать тестовые пакеты, и скорость данных в эфире (см. раздел «Тестирование канала связи с удаленным модемом»).

Запрос на текущей рабочей частоте:

\$RBER HHHH,RFI,NNSS,TPP,↓, где

НННН - адрес удаленного модема (не групповой);
 R – скорость в эфире. Способ ввода аналогичен вводу в команде [\\$AR](#) (1 HASF);
 F – тип помехоустойчивого кодирования. Способ ввода аналогичен вводу в команде [\\$DFEC](#) (1 HASF);
 I – признак перемежения (символ «I» или «N»);
 NN – число тестовых пакетов для передачи;
 SS – размер тестового пакета;
 TT – тайм-аут на выполнение команды;
 PP - пауза между передачей последовательных BER пакетов.

Запрос на частоте, отличной от текущей:

\$RBER НННН,ttttt, RFI,NNSS,ТТP↓, где

ttttt – частота передачи (433000...435000 кГц).

Остальные параметры аналогичны параметрам команды [\\$RBER](#) на текущей частоте.

Результаты приема BER пакетов выводит модем, который запрашивал передачу. Формат вывода описан в команде [\\$TBER](#).

Если BER пакеты запрашивались на частоте или скорости, отличных от текущих установок модема, после приема пакетов следует восстановить установки рабочей частоты и скорости командой [\\$IRF](#) или перезапуском модема ([\\$R](#), кнопка RESET).

Пример:

```
OK> $RBER 0002,63I,0340,0303
OK>
*** tx (press space to stop)
*** tx done
*** waiting ber packets
OK> L:064,EB:0000,N:003,RSSI:7 R(15,9)I
OK> L:064,EB:0000,N:002,RSSI:7 R(15,9)I
OK> L:064,EB:0000,N:001,RSSI:7 R(15,9)I
OK> L:064,EB:0000,N:000,RSSI:7 R(15,9)I
OK>
```

Пример: Текущая частота 433920 кГц, скорость 38400 бод (6):

```
OK> $RBER 0002,434000,17N,0340,0303
OK>
*** tx (press space to stop)
*** tx done
*** waiting ber packets
OK> L:064,EB:0000,N:003,RSSI:7 --
OK> L:064,EB:0000,N:002,RSSI:7 --
OK> L:064,EB:0000,N:001,RSSI:7 --
OK> L:064,EB:0000,N:000,RSSI:7 --
OK> $IRF
OK> $RCHK 0002
OK>
*** tx (press space to stop)
*** tx done
mc:01.00(00) prf:01.00
OK>
```

11.45 \$IRF – ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА В ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ

Установка скорости и частоты в исходное состояние:

\$IRF ↓

После ввода происходит установка рабочей частоты и скорости данных в эфире в исходное состояние.

Данную команду необходимо выполнить после получения результатов подсчета ошибок при использовании команды [\\$RBER](#) на частоте или скорости, отличных от текущих.

11.46 \$RCHK – ЗАПРОС ВЕРСИИ УДАЛЕННОГО МОДЕМА

Запрос версии:

\$RCHK hhhh ↵, где

hhhh – адрес удаленного модема.

Команда может быть использована как для получения версии удаленного модема, так и для обнаружения его в радиосети, т.к. при ответе удаленный модем не выполняет никаких других действий, а размер ответа на данную команду минимальный. Версия удаленного модема выводится текстовой ASCII строкой в виде:

mc:AA.BB(CC) prf: DD.EE

Расшифровка обозначений версий приводится в разделе «История версий».

Пример:

```
OK> $RCHK 00FF
ER: remote cant be broadcast
OK> $RCHK 0002
*** tx (press space to stop)
*** tx done
mc:00.11(00) prf:01.00
OK>
```

11.47 \$RMEM – ЧТЕНИЕ ОЗУ УДАЛЕННОГО МОДЕМА

С помощью данной команды возможно прочитать содержимое ОЗУ удаленного модема. Принятые байты удаленного ОЗУ записываются в область ОЗУ локального модема, начиная с адреса 0x8700. Для вывода содержимого ОЗУ на экран после выполнения команды можно выполнить команду `$S8700 01?`.

Чтение, начиная с начального адреса (режим 1):

\$RMEM aaaa,S(sadr),D(displ), ss ↵, где

aaaa - адрес удаленного модема (не групповой) (4 HASFs);

sadr – стартовый адрес удаленного ОЗУ (4 HASFs);

displ – адрес записи значения удаленного ОЗУ в локальное ОЗУ. Параметр displ задает смещение от начального адреса 0x8700 (4 HASFs);

ss – размер считываемого сегмента (не более 240 байт) (2 HASFs).

Чтение дополнительных данных (режим 2):

\$RMEM aaaa,Ass ↵, где

aaaa - адрес удаленного модема (не групповой);

ss – размер считываемого сегмента (не более 240 байт).

Чтобы считать массив данных, превышающий размер в 240 байт, удобно сначала выполнить команду чтения в режиме 1, а остальные данные «дочитать» командой в режиме 2.

При выполнении команды в режиме 2 подразумевается, что начальные адреса удаленного ОЗУ и адрес записи в локальное ОЗУ модема инициализированы командой в режиме 1.

Пример: Считывание области памяти удаленного модема, отвечающей за прием BER пакетов. Память размером в 256 байт считывается за 2 захода:

```

??> $RMEM 0002,S9100,D0000,80
OK>
*** tx (press space to stop)
*** tx done
OK> $RMEM 0002,A80
OK>
*** tx (press space to stop)
*** tx done
OK>

```

11.48 \$LMEM - блокировка ОЗУ удаленного модема

Блокировка памяти:

\$LMEM aaaa,d ↵, где

aaaa – адрес удаленного модема (не групповой) (4 HASFs);

d - десятичная цифра (0, 1): 1 -блокировка, 0 - снять блокировку.

В текущей версии модема реализована блокировка только участка памяти, в который происходит запись журнала обмена по эфиру. Таким образом, данная команда может быть использована только для чтения журнала событий в эфире для удаленного модема. После чтения участка памяти журнала необходимо разблокировать дальнейшее ведение журнала командой [\\$LMEM aaaa,0](#). Расшифровка считанного журнала в память 0x8700 локального модема осуществляется командой [\\$LOGR](#).

Пример: Типичная последовательность процедуры считывания журнала эфира удаленного модема 0x0002:

```

OK> $LMEM 0002,1 - заблокировать ведение журнала эфира
*** tx (press space to stop)
*** tx done
OK> $RMEM 0002,S7D00,D0000,F0 - считать первые 240 байт
*** tx (press space to stop)
*** tx done
OK> $RMEM 0002,AF0 - считать следующие 240 байт
*** tx (press space to stop)
*** tx done
OK> $RMEM 0002,A20 - считать последние 32 байт
*** tx (press space to stop)
*** tx done – считано 512 байт
OK> $LMEM 0002,0 – разрешить ведение журнала
*** tx (press space to stop)
*** tx done
OK>
OK> $LOGR – расшифровать журнал удаленного модема

```

11.49 \$Shhhh hh – дамп ОЗУ модема

Вывод содержимого ОЗУ:

\$Shhhh h₁h₂↵, где:

h – начальный адрес дампа (4 HASFs);

h₁ – число байт в строке дампа (шестнадцатеричная цифра 0...F). «0» соответствует 16 байтам в строке дампа;

h₂ –шестнадцатеричная цифра. Должна быть всегда 1.

Команда используется для дампа ОЗУ модема в тестовых (отладочных) целях.

```

Пример: ОК> $S0000 01?
0000:68 65 6C 6C 6F 20 6D 79|20 66 72 69 65 6E 64 00|hello my friend.
0010:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
0020:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
0030:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
0040:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
0050:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
0060:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
0070:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
0080:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
0090:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
00A0:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
00B0:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
00C0:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
00D0:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
00E0:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
00F0:00 00 00 00 00 00 00 00|00 00 00 00 00 00 00 00|.....
ОК>

```

11.50 \$LOG(R) - ВЫВОД ЖУРНАЛА СОБЫТИЙ В ЭФИРЕ (УДАЛЕННОГО) МОДЕМА

Вывод журнала:

\$LOG␣

Вывод журнала удаленного модема (предварительно необходимо считать журнал):

\$LOGR␣

Используется для диагностики работы модема. По этой команде на последовательный порт выводится таблица с историей обмена пакетами в эфире.

Расшифровка таблицы приводятся в разделе «Структура данных команд \$LOG и \$SCAN. История обмена. Примеры».

11.51 \$SCAN – СКАНИРОВАНИЕ ЭФИРА

\$SCAN␣

В режиме сканирования эфира функции по передаче данных модема отключены, модем «слушает» эфир и выводит на последовательный порт таблицу событий в эфире. Для выхода из режима SCAN необходимо «пересбросить» модем.

Расшифровка таблицы и примеры приводится в разделе «Структура данных команд \$LOG и \$SCAN. История обмена. Примеры».

11.52 СТРУКТУРА ДАННЫХ КОМАНД \$LOG И \$SCAN. ИСТОРИЯ ОБМЕНА. ПРИМЕРЫ

В модеме имеется кольцевой буфер размером 38 ячеек для хранения заголовков переданных/принятых пакетов. При выполнении команд [\\$LOG](#) и [\\$SCAN](#) сохраненные заголовки пакетов выводятся на последовательный порт в виде таблицы с мнемоническими обозначениями.

Функционально пакеты разделяются на группы:

- пакеты режима «точка – точка» с установлением соединения: **Slnk, Disc, Dm, Ni, Rr, Rej, Rnr, Qry, Ua**;
- пакеты режима «точка – точка» без установления соединения: **Np, Na**;
- пакеты режима «широковещательный»: **Ui**;
- пакеты режима удаленной конфигурации: **Ap, Aa**;
- служебные (псевдо) пакеты: **Att, Nfr**.

Далее приведено краткое описание пакетов:

Slnk (Set link)	Запрос на установление соединения в режиме «точка-точка» с установлением соединения.
------------------------	--

Disc (Disconnect)	Режим отсутствия соединения в режиме «точка-точка» с установлением соединения.
Ua (Unnumbered acknowledge)	Ненумерованное подтверждение в режиме «точка-точка» с установлением соединения. Передается в качестве подтверждения на служебные запросы (пакеты Slnk, Disc).
Ni (Numbered information) Параметры: NI_NACK, NI_NTX(NACK)	Информационный пакет в режиме «точка-точка» с установлением соединения. Параметр NI_NACK – номер последнего подтвержденного пакета (диапазон: 0...7), NI_NTX(NACK) - номер передаваемого пакета (неподтвержденного, диапазон: 0...7).
Rr (Reciever ready) Параметр: RR_NACK	Подтверждение на информационный пакет Ni в режиме «точка-точка» с установлением соединения. Параметр RR_NACK означает, что принимающий модем готов принимать информационный пакет Ni с порядковым номером RR_NACK. (пакет Ni с номером NI_NTX(NACK), равным RR_NACK). Диапазон: 0...7.
Rej (Reject) Параметр: REJ_NNACK	Неприем информационного пакета Ni в режиме «точка-точка» с установлением соединения. Параметр REJ_NNACK означает, что передающий модем должен повторить передачу пакета (пакетов), начиная с номера REJ_NNACK. Диапазон: 0...7.
Rnr (Reciever not ready) Параметр: RNR_NNACK	Неприем информационного пакета Ni в режиме «точка-точка» с установлением соединения. Параметр RNR_NNACK означает, что передающий модем должен повторить передачу пакета (пакетов), начиная с номера RNR_NNACK, ввиду неготовности принимающего модема принимать данные (например, из-за несоответствия скоростей по последовательному интерфейсу между передающим и принимающим модемами). Диапазон: 0...7.
Qry (Query) Параметр: ??	Описание временно отсутствует
Np (Numbered packet) Параметр: NP_nn	Информационный пакет в режиме «точка-точка» без установления соединения. Порядковый номер пакета равен NP_nn. Диапазон: 00-31.
Na (Numbered acknowledge) Параметр: NA_NACK	Подтверждение на информационный пакет Np в режиме «точка-точка» без установления соединения. Параметр NA_NACK означает, что передающий модем может передавать пакеты с номером NA_NACK + 1. Диапазон: 00 - 31.
Ap (Auxillary packet) Параметр: AP_nn	Информационный пакет в режиме удаленной конфигурации. Порядковый номер пакета равен AP_nn. Диапазон: 00-31.
Aa (Auxillary acknowledge) Параметр: AA_NACK	Подтверждение на информационный пакет Ap в режиме удаленной конфигурации. Параметр AA_NACK означает, что передающий модем может передавать пакеты с номером AA_NACK + 1. Диапазон: 00 -31.
Ui (Unnumbered information)	Информационный пакет в широкополосном режиме.

Параметр: UI_nn	Порядковый номер пакета равен UI_nn. Диапазон: 00-31.
Att (Acknowledge timer time Out)	Перепополнение таймера ожидания подтверждения. Псевдо пакет. Записывается в журнал событий для наглядного отображения тайм-аута.
Nfr (Not frame)	Получен пакет с неизвестным (не поддерживаемым) типом.

Таблица, выводимая на последовательный порт по командам [\\$LOG](#) и [\\$SCAN](#) содержит следующие поля:

#	DIR	To:From	Type	Size	Data	RptMask	Rpt	Time
---	-----	---------	------	------	------	---------	-----	------

Описание полей:

#	Номер принятого/отправленного пакета.
DIR	Направление обмена: R – прием, T – передача.
To:From	Адрес пакета в формате <i>получатель:отправитель</i>
Type	Обозначение типа пакета.
Size	Размер информационного пакета (байт). Размер 000 – соответствует 256 байт.
Data	Признаки полученных данных: F – признак FEC кода в пакете; m/l – признак наличия дополнительных данных, предназначенных для передачи передающим модемом: m (more) – данные есть в передающем буфере передающего модема, l (last) – последние данные (дополнительных данных нет); 7 – формат принятых данных – 7 бит; + - данные приняты без ошибок; r – данные приняты в скремблированном виде.
RptMask	Ретрансляционное поле пакета.
Rpt	Признак ретрансляции пакета локальным модемом. Если символ «*» присутствует напротив принятого пакета – данный пакет подлежит ретрансляции, если символ «*» стоит напротив переданного пакета - пакет был ретранслирован. Признаки состояния пакетов в очереди на ретрансляцию: dF – пакет не был поставлен в очередь, т.к. очередь перепополнена; dQ – пакет был удален или не поставлен в очередь на ретрансляцию, т.к. в очереди уже существует копия данного пакета; dD – пакет не был поставлен в очередь ретрансляции, т.к. была получена ошибка в информационном поле; dP – пакет был удален из очереди на ретрансляцию после активизации интеллектуальной функции коррекции пакетов протокола в режиме «точка-точка» с установлением соединения.
Time	Время передачи/приема пакета в формате чч:мм:сс или мм:сс:10мс (в зависимости от установки бита MDA.bGt10msDuration).

Пример команды **\$LOG**:

OK> \$LOG

#	Dir	To:From	Type	Size	Data	RptMask	Rpt	Time
00	T	0002:0001	Slnk			00000000		00:00:01
01	R	0001:0002	Ua			00000000		00:00:01
02	T	0002:0001	Ni00	001	3I1 7+	00000000		00:00:01
03	R	0001:0002	Rr1			00000000		00:00:01
04	T	0003:0001	Ap00	002	3I1 7+	00000000		00:00:13
05	T	0003:0001	Att					00:00:15
06	T	0003:0001	Ap00	002	3I1 7+	00000000		00:00:15
07	T	0003:0001	Att					00:00:17
08	T	0003:0001	Ap00	002	3I1 7+	00000000		00:00:17
09	T	0002:0001	Ap00	002	3I1 7+	00000000		00:00:26
10	R	0001:0002	Aa00	007	1I1 +	00000000		00:00:26

OK>

Пример команды **\$SCAN**:

'SPECTR-433' mcv:0.30(00) pfv:00.00
 (c)000'PATEOC' 06/04/2004

433-435 MHz band

COMMAND MODE

OK> \$SCAN

scanning...

OK>

#	Dir	To:From	Type	Size	Data	RptMask	Rpt	Time
00	R	0003:0004	Slnk			00000000		00:37.71
01	R	0004:0003	Ua			00000000		00:37.75
02	R	0003:0004	Ni00	001	1 7+	00000000		00:37.77
03	R	0004:0003	Rr1			00000000		00:37.81
04	R	0003:0004	Ni01	195	1 7+	00000000		00:52.74
05	R	0004:0003	Rr2			00000000		00:52.78
06	R	0003:0004	Np00	032	1 7+	00000000		01:07.48
07	R	0004:0003	Na00			00000000		01:07.52
08	R	0003:0004	Np01	005	1 7+	00000000		01:09.35
09	R	0004:0003	Na10			00000000		01:09.38
10	R	0003:0004	Ap02	002	1 7+	00000000		01:16.00
11	R	0004:0003	Aa20	007	1 +	00000000		01:16.07
12	R	0003:0004	Ap03	002	1 7+	00000000		01:24.55
13	R	0004:0003	Aa30	099	1 +	00000000		01:24.67
14	R	FFFF:0004	Ui00	064	1 7+	00000000		01:34.06
15	R	0003:0004	Np00	256	Fm 7+	00000000		02:12.17
16	R	0004:0003	Na00			00000000		02:12.21
17	R	0003:0004	Np01	013	F1 7+	00000000		02:12.80
18	R	0004:0003	Na10			00000000		02:12.82

Пример работы ретранслятора (применение интеллектуальной функции коррекции пакетов протокола в режиме «точка-точка» в режиме с установлением соединения):

```
OK> $LOG
```

#	Dir	To:From	Type	Size	Data	RptMask	Rpt	Time
00	R	0004:0001	Slnk			00000001*		00:06.36
01	T	0004:0001	Slnk			00000011*		00:06.47
02	R	0001:0004	Ua			00000000*		00:06.48
03	T	0001:0004	Ua			00000010*		00:06.59
04	R	0004:0001	Ni00	256	m 7+	00000001*		00:07.22
05	T	0004:0001	Ni00	256	m 7+	00000011*		00:07.43
06	R	0004:0001	Ni01	256	m 7+	00000001*		00:07.54
07	R	0001:0004	Rr1			00000000*		00:07.55
08	T	0004:0001	Ni01	256	m 7+	00000011*		00:07.74
09	R	0004:0001	Ni02	256	m 7+	00000001*		00:07.85
10	T	0001:0004	Rr1			00000010*dP		00:07.86
11	R	0001:0004	Rr2			00000000*		00:07.86
12	R	0004:0001	Ni03	177	l 7+	00000001*		00:08.01
13	T	0004:0001	Ni02	256	m 7+	00000011*		00:08.21
14	T	0001:0004	Rr2			00000010*dP		00:08.22
15	R	0001:0004	Rr3			00000000*		00:08.22
16	T	0004:0001	Ni03	177	l 7+	00000011*		00:08.39
17	T	0001:0004	Rr3			00000010*dP		00:08.40
18	R	0001:0004	Rr4			00000000*		00:08.40
19	T	0001:0004	Rr4			00000010*		00:08.51

```
OK>
```

Как видно из анализа данных команды [\\$LOG](#), модемом был принят пакет 09, когда в очереди пакетов, предназначенных для ретрансляции, уже находился пакет 07. При этом исчез смысл ретрансляции пакета 07 и этот пакет был удален из очереди (запись 10).

Данная ситуация может произойти в сети с несколькими ретрансляторами, если передающий модем имеет параметр [\\$MAXP](#), отличный от 1 и есть данные для передачи, превышающие максимальный размер пакета (256).

Пример работы ретранслятора (удаление дублированных пакетов в очереди пакетов, предназначенных для ретрансляции):

```
OK> $LOG
```

#	Dir	To:From	Type	Size	Data	RptMask	Rpt	Time
00	R	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000000*		00:11.06
01	R	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000000*dQ		00:11.10
02	T	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000010*		00:11.17
03	R	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000000*		00:11.18
04	R	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000000*dQ		00:11.27
05	T	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000010*		00:11.29
06	R	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000000*		00:11.37
07	R	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000000*dQ		00:11.47
08	T	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000010*		00:11.48
09	R	0004:0001	Aa00	007	l +	00000001*		00:11.51
10	R	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000000*		00:11.56
11	T	0004:0001	Aa00	007	l +	00000011*		00:11.63
12	T	0001:0004	Ap00	002	l 7+	00000010*		00:11.74
13	R	0004:0001	Aa00	007	l +	00000001*		00:11.85
14	T	0004:0001	Aa00	007	l +	00000011*		00:11.97
15	R	0004:0001	Aa00	007	l +	00000001*		00:12.09
16	T	0004:0001	Aa00	007	l +	00000011*		00:12.20

```
OK>
```

Как видно из анализа данных команды [\\$LOG](#), было принято подряд 2 пакета, несущих одинаковый информационный смысл (00 и 01). При этом пакет 01 не был поставлен в очередь и удален (запись 01).

12 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

<i>Диапазон рабочих температур, °С:</i>	от минус 40 до +50
<i>Напряжение питания:</i>	от +7 до +15 В
<i>Потребляемый ток:</i>	не более 90 мА (прием) не более 200 мА (передача)
<i>Интерфейсы:</i>	RS-232, RS-485
<i>Скорость данных по посл. порту, бод:</i>	1200, 2400, 4800, 7200, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
<i>формат данных:</i>	8 бит; бит четности: E, O, M, S, N
<i>режим обмена:</i>	асинхронный
<i>контроль потока данных:</i>	аппаратный (CTS/RTS), отключаемый
<i>Диапазон частот:</i>	от 433,05 до 434,79 МГц
<i>Номинальная мощность передатчика:</i>	10 мВт
<i>Девияция частоты:</i>	±5, ±10, ±20, ±40, ±100 кГц
<i>Тип модуляции выходного сигнала:</i>	FSK
<i>Скорость обмена данными в эфире, бод:</i>	4800, 9600, 19200, 38400, 76800
<i>Способы обнаружения и исправления ошибок:</i>	<ul style="list-style-type: none">• CRC8 на 32 байта• (12,8) код Хэмминга, коды Рида-Соломона (7,5), (7,3), (15,11), (15,19)• перемежение• рандомизация
<i>Режимы работы:</i>	<ul style="list-style-type: none">• прозрачный;• пакетный в сторону DTE;• пакетный в сторону DCE;• «прямой доступ»• командный• смена ПО
<i>Размер внутреннего буфера:</i>	32 Кбайт

Для заметок