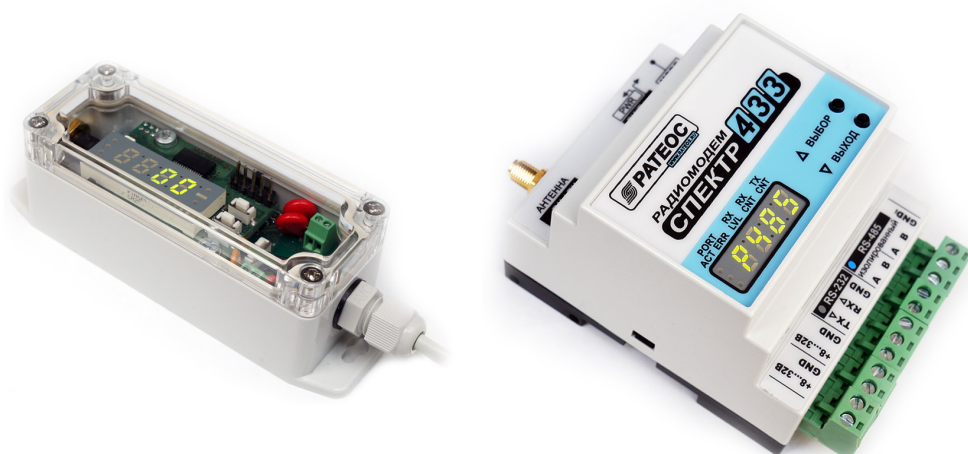


РАДИОМОДЕМ
Спектр 433
исполнения DIN IND и IP65 IND

Руководство по эксплуатации
БАКП.464426.004-07 РЭ
БАКП.464426.004-08 РЭ

Версия руководства: 01.03
Последнее изменение: 29.08.2019



ООО «РАТЕОС»

124482, Москва, Зеленоград, проезд 4922, д.4, стр.1

Тел./Факс : +7 (499) 990-9716

<http://www.rateos.ru> E-Mail: rateos@rateos.ru

© **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.

ООО «РАТЕОС» не передает никаких прав на свою интеллектуальную собственность.

Все торговые марки, упомянутые в данном документе, являются собственностью их владельцев.



Оглавление

1	ИСТОРИЯ ВЕРСИЙ	6
2	ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ	7
2.1	Назначение и общие сведения	7
2.2	Основные принципы работы модема	8
2.3	Совместимость и отличия от других модемов семейства «Спектр 433»	8
2.4	Сопутствующее оборудование и материалы	10
3	КЛЕММЫ, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ	12
3.1	Модем в исполнении DIN IND	12
3.2	Модем в исполнении IP65 IND	12
3.3	Питание	13
3.4	Интерфейсы RS-232 и RS-485	14
3.4.1	Порт RS-232	14
3.4.2	Порт RS-485	15
3.5	Символьный индикатор, кнопки управления ВЫБОР и ВЫХОД	15
3.6	Индикатор RX/TX	15
3.7	Кнопка MODE	16
3.8	Переключатель и индикатор выбора мощности PWR / PWR+	16
4	РАБОТА С МОДЕМОМ	17
4.1	Общие положения	17
4.2	Подключение питания и внешнего оборудования	17
4.3	Подключение антенн	18
4.3.1	Герметизация разъемных соединений	18
4.4	Основные параметры модема, рекомендации по настройке	19
4.4.1	Выбор и параметры последовательных портов RS-232/485 (параметры PCF)	21
4.4.2	Рабочий канал (параметр CH)	22
4.4.3	Скорость обмена данными между модемами в эфире (параметр BR)	23
4.4.4	Выходная мощность передатчика (параметр PA)	24
4.4.5	Параметры ретрансляции (параметр RL)	25
4.4.6	Индивидуальный адрес MYID модема	27
4.4.7	Совместимость с модемами и модулями «Спектр 433» в исполнениях без индикатора	28
4.4.8	Совместимость с радиомодемами «Спектр 9600 GM»	28
4.5	Проверка модемов перед установкой на объект	29
4.5.1	Проверка связи между портами модемов по радио	29
4.5.2	Проверка стыковки модемов с оборудованием	30
4.5.3	Дополнительные настройки оборудования	30
4.6	Переключение между экранами (режимами), управление модемом	31
4.7	Диагностические экраны	32
4.8	Экран рабочего режима	33
4.8.1	Активность и ошибки последовательного порта (PORT ACT и PORT ERR)	33
4.8.2	Счетчики принятых и переданных пакетов (RX CNT и TX CNT)	34
4.8.3	Уровень принятых пакетов (RX LVL)	34
4.9	Экран конфигурации. Изменение основных параметров модема	35
4.9.1	Сброс параметров в заводские значения	37
4.10	Экраны режима проверки связи. Проверка связи между двумя модемами	37
4.10.1	Использование адресации при проверке связи	40
4.11	Экран настройки символьного индикатора	41
4.12	Вспомогательные режимы	41
4.12.1	Переход во вспомогательные режимы с помощью кнопки MODE	41
4.12.2	Режим «Тест»	42
4.12.3	Режим «Смена ПО»	42
4.12.4	Режим «Командный». Расширенная конфигурация параметров	44
5	РЕЖИМЫ РАБОТЫ МОДЕМА (РАСШИРЕННАЯ КОНФИГУРАЦИЯ)	47
5.1	Режимы передачи данных	47
5.1.1	Режим передачи данных «Прозрачный»	47
5.1.2	Назначение «пакетных» режимов передачи данных	49
5.1.3	Режим передачи данных «Пакетный #1» (в сторону внешнего оборудования)	50

5.1.4	Режим передачи данных «Пакетный #2» (в сторону модема)	54
5.2	Ретрансляция пакетов	57
5.3	Режимы работы по эфиру (гарантии доставки данных адресату)	57
5.3.1	Широковещательный режим	57
5.3.2	Индивидуальный режим («точка-точка»)	58
5.3.3	Анализ занятости эфира	60
5.4	Буферизация данных, принятых по последовательному порту	60
5.5	Буферизация принятых из эфира данных. Конкатенация данных	61
5.6	Работа модема на скорости 76 800 бод	63
6	УДАЛЕННАЯ КОНФИГУРАЦИЯ	64
6.1	Редактирование профиля	64
6.1.1	Структура профиля	64
6.2	Тестирование канала связи с удаленным модемом	66
7	ФОРМАТ ПАКЕТА В ЭФИРЕ. ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ	67
7.1	Помехоустойчивое кодирование	67
7.2	Перемежение	68
7.3	Рандомизация (скремблирование)	69
8	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	71
8.1	Коррекция частоты приемопередатчика	71
8.2	Данные для команды \$TEST	71
9	АДРЕСАЦИЯ И ПРИМЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ	72
9.1	Адресация	72
9.2	Режим «точка-точка» с установлением соединения	72
9.3	Режим «точка-точка» без установления соединения	73
9.4	Режим «ТОЧКА – ТОЧКА» с повторителем	73
9.5	Режим «Широковещательный» без базовой станции («многоточечный»)	74
9.6	Режим «точка-много точек» с одной базовой станцией	74
9.6.1	Широковещательная сеть без гарантии доставки сообщений	74
9.6.2	Широковещательная сеть с гарантией доставки сообщений	74
9.7	Режим «ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ» с повторителем	75
10	РАСШИРЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИЕМА И РЕТРАНСЛЯЦИИ ПАКЕТОВ	76
10.1	Прием ретранслированных пакетов	78
10.2	Игнорирование пакетов	80
11	КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ	82
11.1	\$DMP - вывод профиля модема	83
11.2	\$CH - изменение рабочего частотного канала	83
11.3	\$MYID - изменение собственного адреса модема	83
11.4	\$TXID - изменение адреса адресуемого модема	83
11.5	\$AR - скорость передачи данных по эфиру	84
11.6	\$PWR - установка мощности передатчика	84
11.7	\$MNL - число бит, передаваемых без инверсии последнего бита	85
11.8	\$AIR - параметры передачи данных по эфиру	85
11.9	\$DFEC - тип FEC для информационных пакетов	86
11.10	\$RFEC - тип FEC при ретрансляции	86
11.11	\$RAFEC - тип FEC при ответе на команду удаленной конфигурации	86
11.12	\$COM - параметры последовательного порта	87
11.13	\$EODS - символ передачи данных в прозрачном режиме	87
11.14	\$MDA - режим работы модема	88
11.15	\$MDB - режим работы модема	88
11.16	\$ACKT - время ожидания подтверждения в режиме «точка-точка»	89
11.17	\$PACT - время удержания пакета неполной длины в передающем буфере	89
11.18	\$RESPT - время задержки отправки подтверждения в режиме «точка-точка»	89
11.19	\$RETRY - число ретрансляций пакетов, требующих подтверждения	90
11.20	\$PLEN - максимальный размер пакета данных в эфире	90
11.21	\$MAXP - число пакетов, передаваемых в эфир без ожидания подтверждения	90
11.22	\$RG - запись технологических параметров модема	90
11.23	\$RID - адрес пакета, разрешенного для ретрансляции	90
11.24	\$PID - адрес пакета для расширенного приема	91

11.25	\$LID - вывод списка адресов для ретрансляции и расширенного приема	92
11.26	\$XID – удаление ячейки адреса	92
11.27	\$RPTN - номер повторителя	93
11.28	\$BPM - максимальное число одинаковых широковещательных пакетов	93
11.29	\$BPT - время между последовательными передачами широковещательных пакетов	94
11.30	\$RST - установка порога RSSI (RSSI Threshold)	94
11.31	\$RSS - сканирование сигнала RSSI	94
11.32	\$CRC - проверка контрольной суммы (CRC) микропрограммы	94
11.33	\$R - перезагрузка модема	95
11.34	\$E - выход из командного в нормальный режим работы	95
11.35	\$S - запись внутренних переменных в ЭНОЗУ	95
11.36	\$IEE Mhhhh - инициализация энергонезависимой памяти (ЭНОЗУ)	95
11.37	\$BOOT - перевод модуля в режим «Смена ПО»	95
11.38	\$TEST - перевод модуля в режим «Тест»	95
11.39	\$TBER - передача тестовых пакетов	96
11.40	\$LOG - вывод журанала событий в эфире	96
11.41	\$SCAN – сканирование эфира	97
11.42	Структура данных команд \$LOG и \$SCAN. История обмена	97
12	ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ	100
12.1	Размеры модема в исполнении DIN IND	100
12.2	Размеры модема в исполнении IP65 IND	100

1 ИСТОРИЯ ВЕРСИЙ

Версия Руководства: 01.01

С этой версии начинается история

Версия Руководства: 01.02

Исправлена ошибочная информация о выборе рабочего порта у модема в исполнении IP65 IND: в прошлой версии Руководства было сказано, что выбор порта в настройках не имеет значения, тогда как для этого исполнения следует обязательно выбирать рабочим порт RS-485.

Версия Руководства: 01.03

Изменения в Руководстве, связанные с добавлением в модемы возможности выбора "простых" режимов ретрансляции (начиная с версии 1.02 встроенного ПО).

2 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Модем является технически сложным электронным устройством. Конфигурация, установка и эксплуатация модуля должна производиться персоналом с достаточной квалификацией.

2.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Радиомодем «СПЕКТР 433» в исполнениях **DIN IND** и **IP65 IND** (далее по тексту — модем) представляет собой устройство для приема/передачи данных по радиоканалу со скоростью 4 800, 9 600, 19 200, 38 400 и 76 800 бод в диапазоне частот (433,92±0,2%) МГц при выходной мощности 10 мВт, что позволяет использовать его без получения разрешений органов ГосСвязьНадзора.

Обозначение IND в названиях исполнений означает наличие символьного индикатора.

Модем способен работать в различных режимах 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.

При этом модем по умолчанию настроен на **типовой вариант применения — работу в качестве прозрачного радиоудлинителя портов RS-485/232**. Работая в данном режиме, модем легко встраивается в уже построенные системы без необходимости доработки их программного обеспечения. Внешнему оборудованию или программному обеспечению не нужно "уметь" работать "через модемы", оно их просто "не замечает": работа через модемы для него не отличается от работы по проводам.

Основные параметры модема, которые может потребоваться изменить в типовом применении, задаются оперативно с помощью кнопок и символьного индикатора без необходимости применения компьютера для конфигурации. Расширенные же настройки для нестандартного применения модема можно задать командами по портам RS-232/485 с помощью компьютера.

Для обмена данными с источником/получателем информации модем в исполнении DIN IND имеет последовательные порты RS-485 (с гальванической изоляцией) и RS-232 (без гальванической изоляции).

Модем в исполнении IP65 IND имеет только порт RS-485 (с гальванической изоляцией).

Модем в исполнении DIN IND имеет степень защиты корпуса IP20 и рассчитан на установку на стандартную DIN-рейку в телекоммуникационный шкаф.

Модем в исполнении IP65 IND защищен от пыли и влаги (степень защиты корпуса IP65) и может быть установлен в непосредственной близости от антенны (на той же мачте или кронштейне), что позволяет избавиться от потерь сигнала в длинном антенном кабеле.

В модеме предусмотрена расширенная наглядная индикация его работы:

- четырехсимвольный индикатор в рабочем режиме показывает уровень сигнала при приеме пакетов из эфира, счетчики принятых и переданных пакетов, а также активность и ошибки при работе с внешним оборудованием по портам RS-232/485;
- двухцветный светодиодный индикатор **RX/TX** загорается зеленым при приеме сигнала из эфира и красным при передаче сигнала в эфир;
- светодиодные индикаторы **RS-232** и **RS-485** показывают выбранный рабочий порт модема;
- светодиодный индикатор **PWR+** отображает выбор повышенной мощности передатчика.

Предусмотрен удобный и информативный режим проверки связи между модемами с отображением на одном из модемов качества прохождения тестовых пакетов в обе стороны.

Дальность связи между модемами зависит от скорости передачи данных, от характеристик применяемых совместно с модулем антенн, места их установки и условий местности, и может достигать 7...9 километров в условиях прямой видимости. Дальность связи можно увеличить, благодаря возможности модуля работать в качестве ретранслятора (повторителя), а потери в высокочастотных антенных кабелях можно компенсировать программным (4 значения задаются оперативно изменением соответствующего параметра) и аппаратным (переключатель повышенной мощности) увеличением мощности передатчика.

Модем совместим со всеми радиомодемами и радиомодулями семейства «Спектр 433», а также с радиомодемами «Спектр 9600 GM» (при определенных настройках), и может использоваться совместно с ними при построении радиосетей.

2.2 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 интерфейсам RS-232/485 и буферизацию данных для передачи;
- формирование пакетов данных для отправки в эфир;
- введение адресации, помехоустойчивого кодирования и перемежения;
- прием и демодуляцию входного FSK радиосигнала и декодирование принятых пакетов, анализ их адресации;
- буферизация принятых данных и передача их по интерфейсам RS-232/485;
- хранение данных о конфигурации модуля и его технологических параметрах в энергонезависимом ОЗУ (ЭНОЗУ) и изменение этих установок в командном режиме.

2.3 СОВМЕСТИМОСТЬ И ОТЛИЧИЯ ОТ ДРУГИХ МОДЕМОВ СЕМЕЙСТВА «СПЕКТР 433»

Модемы «Спектр 433» в исполнениях DIN IND и IP65 IND совместимы со всеми радиомодемами и радиомодулями семейства «Спектр 433»:

- Спектр 433 DIN;
- Спектр 433 DIN/USB;
- Спектр 433 IP65;
- Спектр 433 IP65 Lite;
- Спектр 433 OEM;
- Спектр 433 IO;
- Спектр 433 IO-D.



Обратите внимание на рекомендации по обеспечению совместимости модемов в исполнениях с символьным индикатором с модемами без индикаторов в разделе «Совместимость с модемами и модулями «Спектр 433» в исполнениях без индикатора».

Кроме этого, как и все прочие модемы семейства «Спектр 433», они при определенных настройках совместимы с радиомодемом «Спектр 9600 GM» (см. раздел «Совместимость с радиомодемами «Спектр 9600 GM »).

Ниже приведена таблица со сравнительными характеристиками модемов «Спектр 433» (радиомодули ввода/вывода «Спектр 433 IO» не участвуют в сравнении из-за специфики их назначения).

Исполнение модема	Порты	Питание	Степень защиты / место установки	Буфер данных, байт (из эфира / из порта)	Особенности
Спектр 433 DIN	RS-485 RS-232 (полный)	8...32 В	IP20 на DIN рейку	8 192 / 16 384	Первые, «классические» исполнения, конфигурация через RS-232 (USB) с помощью ПК.
Спектр 433 DIN USB	USB RS-485	5 В±5% (от USB)	IP20 на DIN рейку	8 192 / 16 384	
Спектр 433 IP65	RS-485 RS-232 (полный)	8...32 В	IP65 уличное	8 192 / 16 384	
Спектр 433 DIN IND	RS-485 RS-232 (только Rx и Tx)	8...32 В	IP20 на DIN рейку	512 / 512	Наличие символьного индикатора и кнопок управления. Основные параметры задаются оперативно без ПК, расширенная индикация активности.
Спектр 433 IP65 IND	RS-485	8...32 В	IP65 уличное	512 / 512	
Спектр 433 IP65 Lite	RS-485	8...32 В	IP65 уличное	512 / 512	Как «Спектр 433 IP65 IND», но без индикатора (конфигурация через RS-485 с помощью ПК).

Основное и принципиальное отличие «Спектр 433» в исполнениях DIN IND и IP65 IND от остальных модемов семейства — наличие символьного индикатора и кнопок управления. Благодаря этому основные параметры модема, необходимые для типовых применений, задаются оперативно и без необходимости в дополнительном оборудовании, в отличие от радиомодемов без индикатора, которые для настройки нужно подключать к компьютеру через преобразователь USB-R232/485 и подавать команды управления из терминальной программы. Это делает модемы с индикатором намного более удобными в работе.

Помимо несомненного удобства в настройке, исполнения с индикатором имеют и дополнительные полезные функции и особенности, по сравнению с модемами без индикатора:

- расширенная индикация активности в рабочем режиме: на индикаторе отображаются счетчики принятых/переданных пакетов, уровень сигнала при приеме пакетов, активность и ошибки при работе по RS-485/232 — благодаря этому намного легче понять, как работает система, и диагностировать ошибки в настройках или в подключении;
- удобный режим проверки связи между двумя модемами, в котором на индикаторе одного из модемов отображается информация о качестве прохождения тестовых пакетов между модемами в обе стороны;
- не нужно открывать корпус модема для установки перемычек/переключателей: выбор рабочего порта оперативно осуществляется из меню конфигурации (для модема в исполнении DIN IND);
- расширенная конфигурация для управления всеми параметрами (если таковая понадобится) и обновление встроенного ПО возможны по любому порту (и RS-232, и RS-485).

Из «отрицательных» отличий стоит отметить, что исполнения с индикатором имеют заметно меньший размер буфера данных, но это не имеет значения в подавляющем большинстве типовых применений.

Малый размер буфера не позволяет использовать модем для передачи большого и «плотного» объема данных. То есть, модем легко справится с передачей пакетов данных длиной до 256 байт, приходящих в модем не очень часто (не чаще нескольких раз в секунду, точное значение зависит от скорости передачи данных, длины пакета и т.д.) Однако быстро «забьется» (переполнится буфер), если пытаться передать через него длинные массивы данных или короткие пакеты, но один за другим без пауз.

Кроме этого, малый размер буфера накладывает ограничения на применимость модемов в качестве ретранслятора — лучше для этого использовать модемы с большим размером буфера.

В большинстве типовых применений, когда используются протоколы, работающие по принципу «запрос мастера / ответ слейва» — промышленные системы сбора данных и управления с протоколом ModBus или подобным, пожарные или охранные системы (Болид и другие), — сами по себе внешние протоколы обеспечивают «комфортный» для модемов в исполнениях DIN IND и IP65 IND режим: объем передаваемых данных в запросах мастера и в ответах слейвов обычно не превышает несколько десятков байт, а сами запросы обычно рассылаются мастером не чаще, чем 1...4 раза в секунду.

Для таких применений пропускной способности модемов с индикатором вполне достаточно и разницы в работе по сравнению с модемами с большим буфером не будет, а удобство их конфигурации и другие полезные особенности делают их самым удобным в эксплуатации.

Следует также обратить внимание на то, что порт RS-232 у модема в исполнениях DIN IND не полный — используются только сигналы RX и TX (у модемов без индикаторов есть еще дополнительные сигналы CTS, RTS, DTR, DSR и DCD). Но эта особенность практически не будет иметь значения в типовых применениях, поскольку внешнее промышленное оборудование также в подавляющем большинстве случаев имеет такой же усеченный интерфейс RS-232 (если вообще его имеет).

Вполне можно использовать в одной системе радиомодемы «Спектр 433» в разных исполнениях и с разными интерфейсами для связи с внешним оборудованием.

Например, в системах, в которых в качестве «мастера» используется компьютер (ПК) с OPC-сервером или SCADA-системой, в качестве «базового» модема часто удобно использовать «Спектр 433» исполнении DIN USB — не нужен переходник USB-485 для подключения модема к ПК и не нужен отдельный источник питания для модема (он питается от USB). При этом на удаленных объектах без проблем можно использовать более подходящие модемы в других исполнениях, работающие с оборудованием по RS-232/485.

2.4 СОПУТСТВУЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Совместно с модемом применяются различные антенны диапазона 433 МГц с волновым сопротивлением 50 Ом, отличающиеся направленностью, усилением, конструкцией и т. д. В комплект поставки антенны не входят, заказывайте нужные антенны отдельно.

Выбор антенн определяется взаимным расположением объектов в системе, расстояниями между ними, условиями местности и т. д. Широкий ассортимент антенн и рекомендации по их выбору доступны на сайте www.rateos.ru.

Также можно заказать:

- кабельные сборки необходимой длины и с нужными разъемами на концах для подключения антенн к модему (некоторые антенны поставляются уже с кабелем);
- средства защиты от электрических разрядов (молний) — грозозащитники;
- источники питания для модемов;

- преобразователи USB - RS-485 или USB - RS-232 для подключения модемов к ПК;
- материалы для герметизации разъемных соединений.

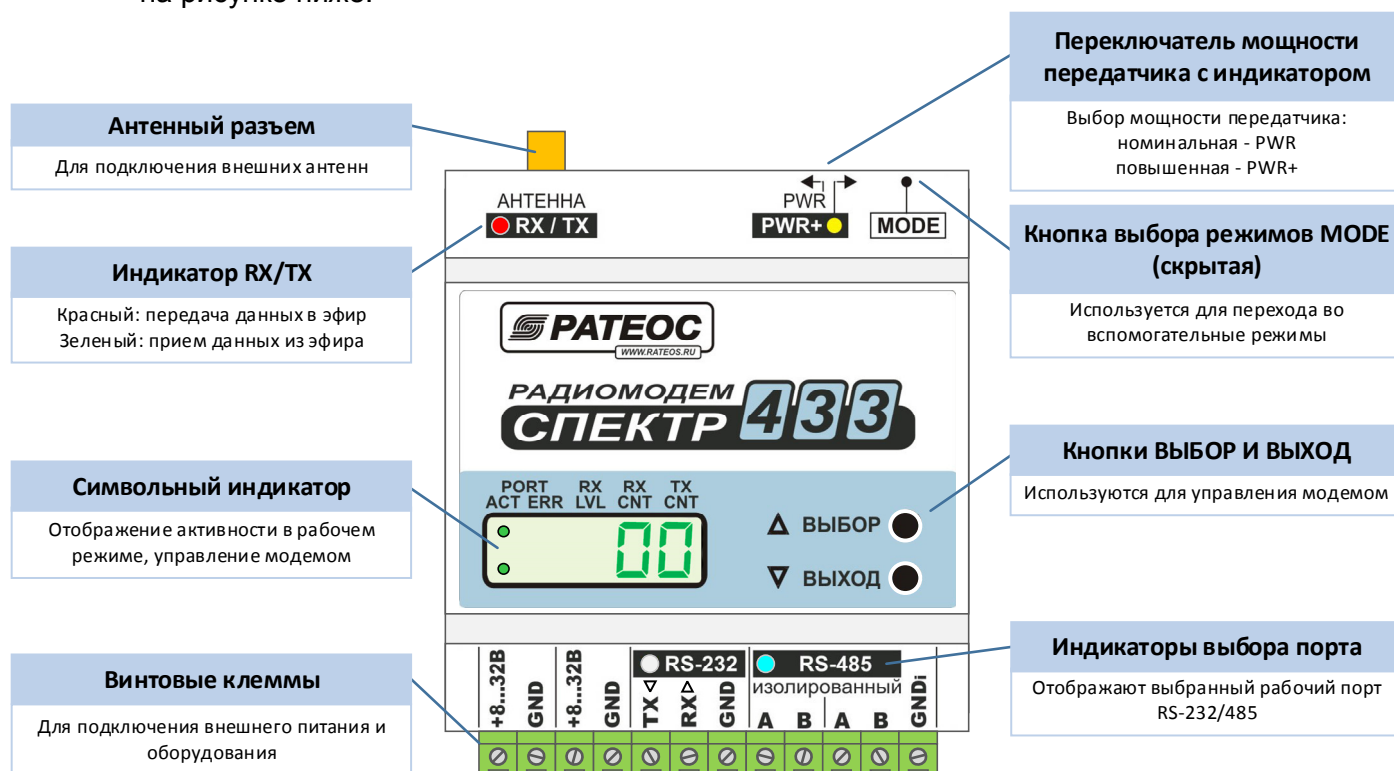
3 КЛЕММЫ, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

3.1 Модем в исполнении DIN IND

Модем в этом исполнении имеет пластиковый корпус со степенью защиты IP20 и рассчитан на установку на стандартную DIN-рейку в телекоммуникационный шкаф — на основании корпуса имеется пружинная защелка для легкого монтажа на рейку.

Для подачи питания и подключения внешнего оборудования используются быстросъемные винтовые клеммы. При этом клеммы разделены на группы по назначению, что позволяет оперативно отключать/подключать, например, только основное или резервное питание или только порт RS-485.

Внешний вид модема, расположение органов управления и индикации показаны на рисунке ниже.



3.2 Модем в исполнении IP65 IND

Модем в исполнении IP65 IND защищен от пыли и влаги (степень защиты корпуса IP65) и может быть установлен в «уличных» условиях в непосредственной близости от антенны (на той же мачте или кронштейне), что позволяет избавиться от потерь сигнала в длинном антенном кабеле.

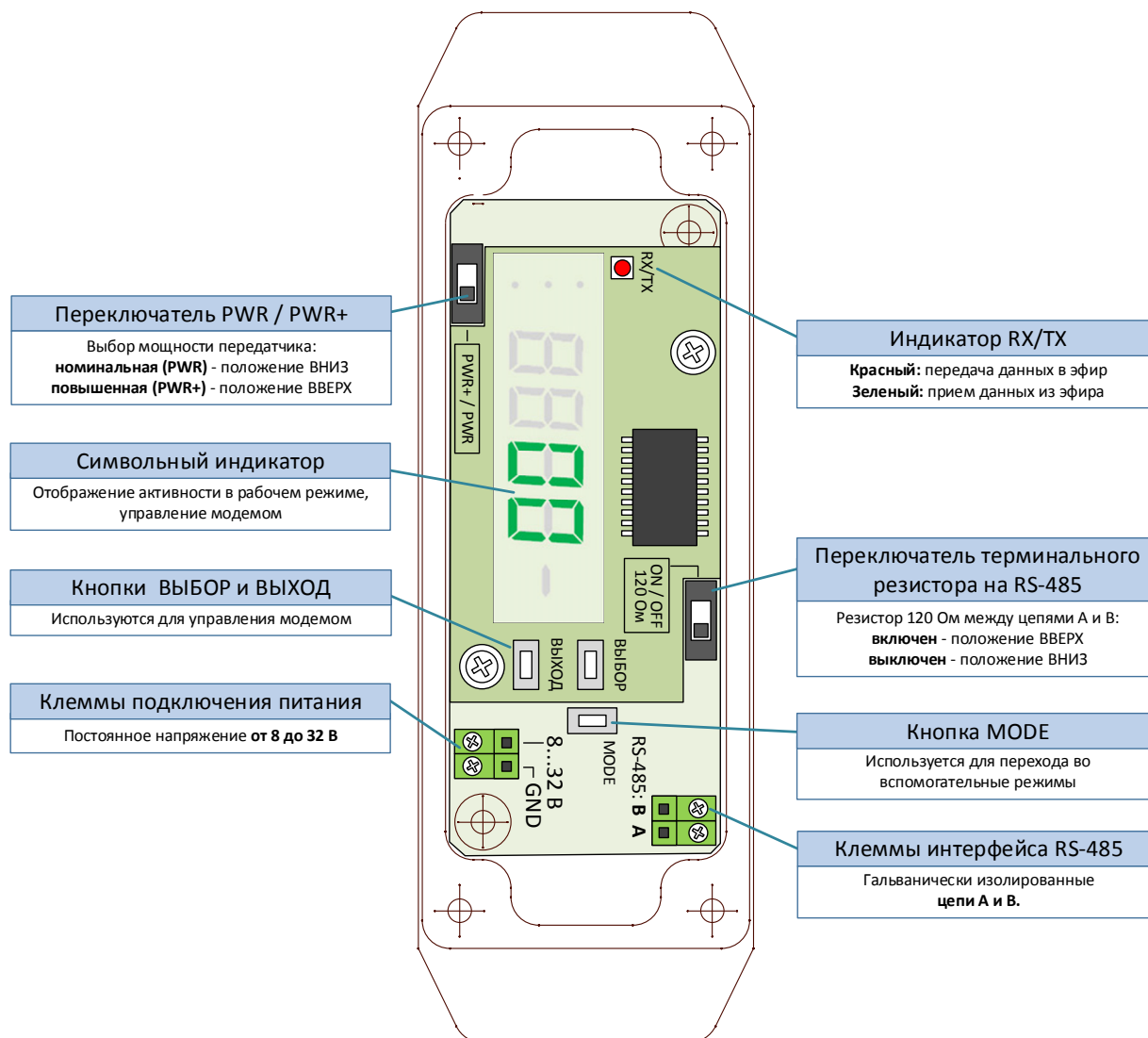
Все органы управления у этого модема (клеммы, кнопки, переключатели, индикаторы) расположены на печатной плате внутри зоны герметизации пластикового корпуса с прозрачной верхней крышкой и имеют соответствующие подписи на печатной плате. Для доступа к ним нужно снять верхнюю крышку.

Кабель питания и порта RS-485 от внешних устройств заводится внутрь корпуса через герметичный кабельный ввод.

В этом исполнении, по сравнению с исполнением DIN IND, отсутствуют некоторые элементы:

- нет индикатора выбора рабочего порта (так как в наличии только RS-485, и он всегда рабочий);
- нет индикатора включения повышенной мощности (сам переключатель есть);
- для подключения питания и RS-485 предусмотрено только по одной паре винтовых клемм.

Расположение органов управления и индикации модема в исполнении IP65 IND показано на рисунке ниже.



3.3 ПИТАНИЕ

Для питания модемов подходят источники постоянного напряжения в диапазоне от 8 В до 32 В и мощностью не менее 3 Вт. Обычно используют промышленные источники питания на 24 В или 12 В.

Если для подачи питания используется длинный кабель (что нередко в случае использования модема в «уличном» исполнении IP65 IND), рекомендуется применять источник питания на 24 В, чтобы был «запас» на падение напряжения в кабеле.

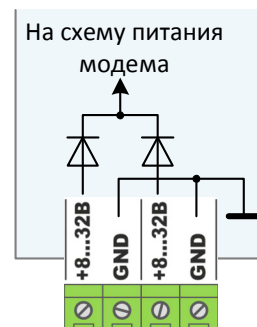
Небольшое потребление и широкий диапазон напряжений питания модема позволяют в большинстве случаев использовать для питания уже имеющиеся в системе источники, питающие другое оборудование — не обязательно приобретать для модемов отдельные источники питания, если имеющиеся источники подходят по напряжению и имеют достаточный запас мощности.

Входы питания модема защищены от неправильной полярности (переполюсовки) — при неправильной полярности модем просто не будет работать.

В режиме «Прием» модем потребляет не более 1,1 Вт (85 мА при напряжении питания 12 В и 45 мА при напряжении питания 24 В).

Потребление в режиме «Передача» зависит от установленной выходной мощности передатчика (см. раздел «Переключатель и индикатор выбора мощности») и не превышает 3 Вт (250 мА при напряжении питания 12 В и 125 мА при напряжении питания 24 В).

Модем в исполнении DIN IND имеет две пары винтовых клемм **+8...32 В** и **GND**, которые можно использовать для подачи основного и резервного источника питания. Обе пары равнозначны и разделены друг от друга встроенными диодами — питание из одного источника не будет попадать в другой источник. Модем при этом всегда питается от источника с большим напряжением питания, а при пропадании или понижении напряжения на нем автоматически «мягко» (без прекращения работы) переходит на питание от другого источника.



Модем в исполнении IP65 IND имеет только одну пару клемм питания **+8...32 В** и **GND**.

3.4 ИНТЕРФЕЙСЫ RS-232 и RS-485

Модем в исполнении DIN IND оборудован двумя последовательными интерфейсами — RS-232 (не изолированный) и RS-485 (изолированный), через которые он подключается к использующему его оборудованию. Сигналы интерфейсов выведены на соответствующие винтовые клеммы.

Выбор рабочего интерфейса производится изменением параметра **P** (см. раздел «Выбор и параметры последовательных портов RS-232/485 (параметры **P** и **F**)» в режиме конфигурации (см. раздел «Экран конфигурации. Изменение основных параметров модема»). Возле соответствующих групп клемм (RS-232 и RS-485) расположены индикаторы, которые показывают, какой из интерфейсов выбран рабочим в данный момент.

Модем в исполнении IP65 IND имеет только один интерфейс — RS-485 (изолированный), в настройках модема следует выбирать именно его. Цепи интерфейса RS-485 выведены на соответствующие винтовые клеммы.

Отсутствие RS-232 связано с особенностями предполагаемого применения модема в этом исполнении — размещение его возле антенны. Кабель питания и последовательного порта при таком размещении может быть достаточно длинным (десятки и сотни метров), а интерфейс RS-232 физически не рассчитан работу по кабелю длиннее нескольких метров.



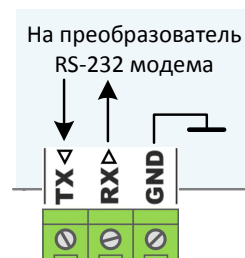
Помните, что символьный индикатор модема в рабочем режиме используется для индикации ошибок и активности при работе с внешним оборудованием по RS-485 или RS-232 (см. раздел «Экран рабочего режима»).

3.4.1 Порт RS-232

Интерфейс RS-232 имеется только у модема в исполнении DIN IND.

Цепи порта RS-232 выведены на винтовые клеммы **TX** (выход), **RX** (вход) и **GND** («общий»). Индикатор **RS-232** горит синим, если рабочим выбран порт RS-232. Порт RS-232 не изолирован гальванически, его цепь GND соединена с цепью GND питания.

Параметры интерфейса RS-232 (скорость, четность/нечетность, количество стоповых бит и др.) задаются изменением соответствующих параметров (см. раздел «Выбор и параметры последовательных портов RS-232/485 (параметры



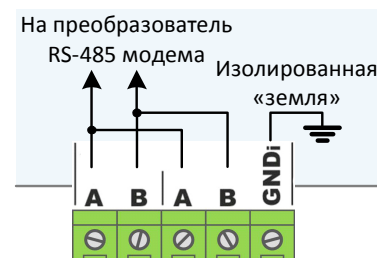
PCF)). Настройки по умолчанию: скорость 9600 бод, 8 бит данных, без контроля четности, 1 стоповый бит (9600,8N1).

3.4.2 Порт RS-485

Интерфейс RS-485 имеется у модемов во всех исполнениях: и DIN IND, и IP65 IND.

Сигналы интерфейса RS-485 у модема в исполнении DIN IND выведены на две пары винтовые клемм **A** и **B**. Индикатор **RS-485** горит синим, если рабочим выбран порт RS-485.

Обе пары клемм **A** и **B** равнозначны, при этом одноименные сигналы соединены внутри модема (**A-A** и **B-B**). Это упрощает подключение модема в сеть RS-485 в случае нахождения модема "в середине" сети (когда в эту же сеть нужно подключить несколько приборов). Также дополнительную пару клемм можно использовать для подключения внешнего терминального резистора, если таковой нужен по расположению модема в линии RS-485.



Интерфейс RS-485 гальванически изолирован от всех прочих цепей модема. На винтовую клемму **GNDi** выведена цепь изолированной «земли», ее можно использовать, например, для подключения экрана в случае использования экранированной витой пары RS-485.

Модем в исполнении IP65 IND имеет только одну пару винтовых клемм **A** и **B** и не имеет клеммы изолированной «земли» (при этом RS-485 у него также гальванически изолирован). Индикатор **RS-485** у модема в этом исполнении отсутствует за ненадобностью — этот порт единственный и всегда активный.

У модема в этом исполнении, в отличие от модема в исполнении DIN IND, имеется встроенный терминальный резистор 120 Ом, который при необходимости включается между цепями A и B шины RS-485 движковым переключателем.

Параметры интерфейса RS-485 (скорость, четность/нечетность, количество стоповых бит и др.) задаются изменением соответствующих параметров (см. раздел «Выбор и параметры последовательных портов RS-232/485 (параметры PCF)). Настройки по умолчанию: скорость 9600 бод, 8 бит данных, без контроля четности, 1 стоповый бит (9600,8N1).

3.5 Символьный индикатор, кнопки управления ВЫБОР и ВЫХОД

Символьный индикатор и кнопки управления **ВЫБОР** и **ВЫХОД** справа от него используются для выбора и изменения параметров и режимов работы модема.

Яркость свечения индикатора регулируется (см. раздел «Экран настройки символьного индикатора»).

При управлении используются короткие (до 1 секунды), длинные (более 2 секунды) и супердлинные (более 5 секунд) нажатия кнопок.

Подробнее об управлении изложено в разделе «Работа с модемом».

3.6 Индикатор RX/TX

Этот двухцветный индикатор отображает состояние приемопередатчика модема: при приеме данных из эфира он загорается зеленым, при передаче данных в эфир — красным («RX/TX» значит «ПРИЕМ/ПЕРЕДАЧА»).

Обратите внимание, что индикатор **RX/TX** при приеме реагирует на любые физически присутствующие на входе модема сигналы из радиоэфира, поэтому он может хаотично вспыхивать зеленым даже при отсутствии полезных данных в эфире — это нормальная ситуация. В этом его отличие от индикатора уровня принятых пакетов, отображаемого на символьном индикаторе в рабочем режиме (см. раздел «Экран рабочего режима»), который реагирует только на распознанные («полезные») пакеты с данными от совместимых модемов.

3.7 Кнопка **MODE**

Кнопка **MODE** используется для перевода модема во вспомогательные режимы (см. раздел «Вспомогательные режимы»).

У модема в исполнении DIN IND эта кнопка скрыта в отверстии на торце корпуса. Для нажатия на кнопку используйте подходящую тонкую отвертку, пинцет и т.д.

У модема в исполнении IP65 IND кнопка **MODE** расположена на плате внутри герметичного корпуса.

3.8 ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ И ИНДИКАТОР ВЫБОРА МОЩНОСТИ **PWR** / **PWR+**

Переключатель **PWR** / **PWR+** используется для выбора номинальной (переключатель в положение **PWR**) или повышенной (переключатель в положение **PWR+**) мощности передатчика модема.

У модема в исполнении DIN IND имеется индикатор **PWR+**, который загорается при выборе повышенной мощности (допускается неяркое свечение индикатора при выборе номинальной мощности). Модем в исполнении IP65 IND не имеет такого индикатора.

Повышенная мощность позволяет скомпенсировать потери радиосигнала при использовании длинных антенных кабелей.

Помимо переключателя **PWR** / **PWR+** на мощность передатчика влияет также «программная» установка мощности параметром $P_{\square}$. Включение переключателем режима повышенной мощности **PWR+** увеличивает заданную параметром $P_{\square}$ мощность в 1,4...1,7 раза.

Подробно об установке выходной мощности передатчика написано в разделе «Выходная мощность передатчика (параметр $P_{\square}$)».

4 РАБОТА С МОДЕМОМ

4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При подаче питания модем автоматически переходит в рабочий режим с параметрами, которые были заданы при последней конфигурации.

Таким образом, к подготовленному (сконфигурированному) модему нужно только подключить внешнее оборудование по RS-232/485, внешнюю антенну, и подать питание.

При пропадании и последующем появлении питания модем автоматически возобновит функционирование в рабочем режиме.

4.2 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ И ВНЕШНЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Подробно про подключение питания изложено в разделе "Питание", а про подключение оборудования по портам RS-232/485 — в разделе «Интерфейсы RS-232 и RS-485».

Модемы в исполнении DIN IND рассчитаны на установку на стандартную DIN рейку в телекоммуникационном шкафу, при этом, как правило, в непосредственной близости от источников питания и внешнего оборудования, благодаря чему особенностей при подключении их к модему нет.

Для подключения используются быстросъемные винтовые клеммы, разделенные на группы по назначению (питание, порт RS-232, порт RS-485), поэтому при необходимости можно быстро отключить или подключить к модему только питание или только тот или иной порт.

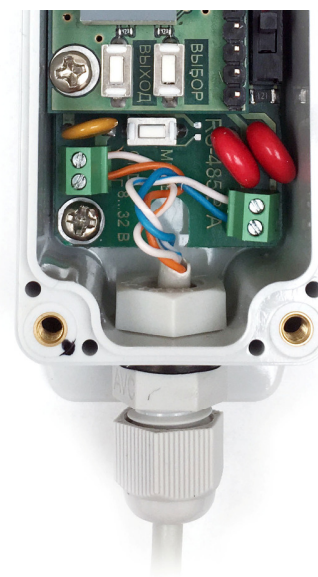
Модемы в исполнении DIN IND имеют две пары винтовых клемм питания, которые можно использовать для подключения основного и резервного источника питания. Обе пары равнозначны и разделены друг от друга встроенными диодами — питание из одного источника не будет попадать в другой источник. Модем при этом всегда питается от источника с большим напряжением питания, а при пропадании или понижении напряжения на нем автоматически «мягко» (без прекращения работы) переходит на питание от другого источника.

Модемы в исполнении IP65 IND рассчитаны на установку в «уличных» условиях в непосредственной близости от антенны, при этом длина кабеля питания и RS-485 может составлять десятки и сотни метров. Кроме этого, для ввода кабеля в герметичный корпус модема используется круглый кабельный ввод, рассчитанный на кабель диаметром от 2,5 мм до 4,5 мм.

В связи с этим для подводки к модему питания и интерфейса RS-485 рекомендуется использовать один «общий» UTP кабель с двумя витыми парами в одной оболочке: одна пара используется для подачи питания, вторая — для подключения RS-485. С точки зрения обеспечения герметичности важно, чтобы кабель плотно обжимался кабельным вводом (был круглым в сечении).

При установке модема в уличных условиях следует применять кабель, рассчитанный на прокладку на открытом воздухе.

Также следует учитывать, что при подводке питания к модему через длинный (десятки метров и более) кабель неизбежно падение напряжения питания на этом кабеле, поэтому в этом случае рекомендуется использовать источники питания на 24 В — при этом будет хороший запас на падение напряжения в кабеле.



4.3 ПОДКЛЮЧЕНИЕ АНТЕНН

Дальность связи между модемами зависит от различных факторов, основными из которых являются:

- характер местности;
- параметры и место установки используемых антенн;
- помеховая обстановка в радиоэфире;
- параметры модема (мощность, скорость данных в эфире, девиация).

На практике в максимально комфортных условиях (прямая видимость, направленные антенны с усилением 10...12 dBi, отсутствие помех) можно рассчитывать на дальность до 7...10 км.

Для подключения внешних антенн в модемах используется разъем SMA-F. Совместно с модемами можно использовать любые внешние антенны диапазона 433...435 МГц с волновым сопротивлением 50 Ом. Тип антенны выбирается исходя из условий эксплуатации, расстояния между объектами и их взаимного расположения.

Допускается работа модема без антенны или с отрезком провода вместо антенны (например, при лабораторных экспериментах в пределах комнаты, когда чувствительности модемов достаточно и для работы без антенны).

При подключении антенн к модемам в исполнении DIN IND, рассчитанным на установку в телекоммуникационный шкаф, часто приходится использовать достаточно длинные антенные кабели (фидеры), которые вносят потери в передаваемый и принимаемый сигнал. При необходимости применять фидер длиннее 10...15 метров следует использовать качественные марки кабелей с низкими потерями.

Потери в фидере можно скомпенсировать увеличением выходной мощности передатчика (см. раздел «Выходная мощность передатчика (параметр P_{out})»).

Пылевлагозащитная конструкция модемов в исполнении IP65 IND допускает установку модемов в «уличных» условиях в непосредственной близости от антенны (с креплением модема на корпус антенны или на мачту возле нее). Благодаря этому можно использовать антенный фидер минимальной длины (до 0,5...1 м) и практически избавиться от потерь в фидере.

Если модем будет устанавливаться в незащищенном от осадков месте, следует принять меры к герметизации разъемного соединения.

4.3.1 ГЕРМЕТИЗАЦИЯ РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

При установке модема в исполнении IP65 IND в незащищенном от осадков месте следует обеспечить дополнительную герметизацию разъемного антенного соединения.

Герметизировать нужно не место установки самого разъема SMA-F в корпус (оно уже герметизировано при сборке модема), а винтовое соединение с гайкой ответного разъема SMA-M на антенном кабеле, а также место обжима этого разъема на кабель.

Для герметизации можно применить специальную термоусадочную трубку (термофит) с клеевым наполнителем для герметизации. Используйте трубку такой длины, чтобы она покрыла весь разъем от самой гайки на корпусе модема и 1,5...2 см антенного кабеля.



Термоусадочная трубка подходит для герметизации разъемов и кабелей с небольшим отличием в диаметре, как, например, в случае кабеля RG-58 и разъема SMA у модема. Если же необходимо герметизировать кабель с разъемом, чьи

диаметры сильно отличаются (например, тот же кабель RG-58 и разъем TNC и N-типа, часто используемый на антеннах), термоусадка уже не подойдет.

Для таких случаев рекомендуем использовать электроизоляционную мастику («сырую резину») или самовулканизирующуюся клейкую ленту на основе этиленпропиленовой резины (ЭПР).



Для герметизации следует плотно, с натяжением при намотке и перекрытием витков намотать электроизоляционную мастику или самовулканизирующуюся клейкую ленту на разъемное соединение (начиная с антенного кабеля и до самого корпуса модема). Намотку осуществить в одном и, не прерываясь, в другом направлении.

Поверх слоя мастики или самовулканизирующей ленты рекомендуем наложить слой ПВХ изоленды. Используйте качественную изоленду, рассчитанную на широкий диапазон температур, иначе она быстро потеряет свои свойства.



Не используйте для герметизации «обычную» термоусадку (теромфит) без клеевого слоя — она не обеспечит требуемой герметичности. Такую термоусадку можно применить только вместо ПВХ изоленды поверх слоя мастики или самовулканизирующей ленты.



Не используйте для герметизации обычную изоленду — со временем под действием окружающей среды клеевой слой теряет свои свойства, и слои изоленды начинают отслаиваться.



Не используйте для герметизации ацетантные герметики — они «разъедают» цветные металлы, и разъем не прослужит и нескольких месяцев.

4.4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МОДЕМА, РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ

Все модемы семейства «Спектр 433» разрабатывались как multifunctional устройства, для этого они имеют множество режимов и параметров, обилие которых может ввести в замешательство пользователя. Однако в подавляющем большинстве типовых применений (прозрачное радиоудлинение портов RS-232/485) из всего множества может потребоваться изменить лишь несколько основных параметров.

Именно такие основные параметры и доступны для оперативного изменения с помощью органов управления (кнопки и символьный индикатор) модемов «Спектр 433» в исполнениях DIN IND и IP65 IND без необходимости использовать компьютер для конфигурации параметров с помощью команд по RS-232/485, как в других исполнениях модема (без символьного индикатора).

При этом, в случае необходимости (например, при «нестандартном» использовании) всегда можно подключить модем к компьютеру и командами произвести настройку любых параметров, в том числе и тех, что не доступны для изменения с помощью органов управления.

Список основных параметров с перечнем допустимых значений приведен в таблице ниже. Параметры обозначаются и отображаются на индикаторе одним или двумя символами, после которых отображается их значение (например, **С 96** или **Сн06**). Рамкой **выделены** значения параметров по умолчанию.

Параметры последовательных портов	Параметры радиозэфира
Скорость на RS-232/485 (бит/с): С С 24 - 2 400 С 48 - 4 800 С 72 - 7 200 С 96 - 9 600 С 192 - 19 200 С 384 - 38 400 С 576 - 57 600 С 1152 - 115 200 Формат данных на RS-232/485: F FBn 1 - без контроля FBE 1 - 9-й бит: контроль even FBO 1 - 9-й бит: контроль odd FBO 1 - 9-й бит: всегда 0 FBO 2 - 9-й бит: всегда 1 Рабочий порт: P P485 - RS-485 P232 - RS-232	Рабочий канал (частота): Сн Сн0 1...Сн06...Сн69 Сн92 (специальный) Скорость в эфире (бит/с): Аг Аг 0 - 4 800 (низкая девиация) Аг 1 - 4 800 (высокая девиация) Аг 2 - 9 600 (низкая девиация) Аг 3 - 9 600 (высокая девиация) Аг 4 - 19 200 (низкая девиация) Аг 5 - 19 200 (высокая девиация) Аг 6 - 38 400 (низкая девиация) Аг 7 - 38 400 (высокая девиация) Выходная мощность передатчика (мВт): Po Po 0 - 10 Po 1 - 25 Po 2 - 50 Po 3 - 100
Режим ретрансляции (только в версиях встроенного ПО v1.02 и выше) гт гт - ретрансляция не используется гт г - этот модем является ретранслятором гт т - этот модем работает через внешний ретранслятор гт Е - параметры ретрансляции задаются расширенными настройками (доступен только если производилась расширенная конфигурация)	

Обязательными и неперенными условиями правильной работы модемов в качестве радиоудлинителя последовательных портов RS-232/485 являются лишь 3 фактора:

- прозрачный (лучше широкоэмитательный) режим работы. *Этот режим задан по умолчанию, изменить его на другой режим можно только с помощью команд по RS-232/485 при расширенной конфигурации с помощью компьютера;*
- все модемы системы должны работать на одном канале и на одинаковой скорости обмена данными в эфире (параметры **Сн** и **Аг** всех модемов системы должны быть одинаковыми).
- параметры последовательного порта RS-232/485 модема (скорость, четность и др.) должны совпадать с параметрами порта внешнего оборудования.

Другими словами, каждый модем должен быть согласован с подключенным к нему оборудованием (параметры последовательного порта), а все модемы системы должны быть согласованы между собой в эфире (канал и скорость в эфире).

Модемы поставляются со следующими параметрами «по умолчанию»:

- **прозрачный широковещательный режим работы** (именно такой нужен при типовом использовании модемов). *Изменить этот режим можно только с помощью команд по RS-232/485 при конфигурации с помощью компьютера.*
- **рабочий порт:** может быть любой, параметр **P**. *Оперативно выбирается (RS-232 или RS-485).*
- **параметры порта RS-232/485:** 9600 бит/с, 8 бит данных, без контроля, 1 стоповый бит (параметры **С9Б** и **F8n l**). *Эти параметры можно оперативно изменить.*
- **рабочий канал:** 06 (433,200 МГц), параметр **Сh0Б**. *Можно оперативно изменить.*
- **скорость обмена данными по эфиру:** 9 600 бит/с (параметр **Яг Э**). *Можно оперативно изменить.*
- **выходная мощность передатчика:** 10 мВт (параметр **Po 0**). *Можно оперативно изменить.*
- **ретрансляция:** не используется (параметр **гt -**). *Можно оперативно изменить.*

По сути, здесь перечислены практически все имеющие значение в типовых применениях настройки. Другие (расширенные) параметры, скорее всего, не повлияют на работу модемов в типовых применениях, но при необходимости могут быть изменены командами по RS-232/485 при расширенной конфигурации с помощью компьютера (см. раздел «Режим «Командный». Расширенная конфигурация параметров»).



Если Вы не знаете, в каком состоянии находится модем (менялись ли его параметры, в том числе расширенные), рекомендуем сбросить его настройки в заводские значения (см. раздел «Сброс параметров в заводские значения»): это гарантирует известное исходное состояние модема.



Обратите внимание, что при работе в прозрачном широковещательном режиме все модемы системы будут иметь одинаковые настройки, а их роль в системе (мастер или слейв, ведущий или ведомый и т.д.) будет определяться только ролью внешнего оборудования, а не настройками самих модемов (адресация осуществляется на уровне внешнего оборудования, а не на уровне модемов). Таким образом, все модемы в таких системах равнозначны и взаимозаменяемы.

4.4.1 ВЫБОР И ПАРАМЕТРЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПОРТОВ RS-232/485 (ПАРАМЕТРЫ **P** **С** **F**)

Чтобы модем мог обмениваться данными с внешним оборудованием по последовательным портам RS-232/485, необходимо, во-первых, выбрать рабочим нужный порт RS-232 или RS-485 и, во-вторых, установить параметры порта модема в соответствии с параметрами порта внешнего оборудования.

Выбор рабочего порта осуществляется установкой параметра **P** в значение **P485** или **P232**. При этом порт RS-232 допускается выбирать только для модема в исполнении DIN IND, у которого имеются оба порта. У модема в исполнении IP65 IND имеется только RS-485, поэтому для этого исполнения следует выбирать рабочим только порт RS-485.

Рабочий порт:	
P	P485 - RS-485
	P232 - RS-232

Индикаторы **RS-232** и **RS-485** загораются, показывая, какой порт выбран рабочим в данный момент (только у модема в исполнении DIN IND).

Этот параметр не имеет «значения по умолчанию», на него не влияет сброс параметров в заводские настройки (см. раздел «Сброс параметров в заводские значения»): рабочий порт останется прежним при таком сбросе.

Параметры портов (скорость и формат данных) являются общими для обоих портов.

Скорость на последовательном порту задается параметром C в диапазоне от 2 400 бит/с ($\text{C } 24$) до 115 200 бит/с ($\text{C } 115$).

Скорость на RS-232/485 (бит/с):	
C	24 - 2 400
C	48 - 4 800
C	72 - 7 200
C	96 - 9 600
C	192 - 19 200
C	384 - 38 400
C	576 - 57 600
C	115 - 115 200

Формат данных (назначение 9-го бита) на последовательном порту задается параметром F.

Формат данных на RS-232/485:	
F	F8n i - без контроля
F8E i	9-й бит: контроль even
F8O i	9-й бит: контроль odd
F80 i	9-й бит: всегда 0
F8n2	9-й бит: всегда 1 (2 стоп-бита)



Помните, что символьный индикатор модема в рабочем режиме используется для индикации активности и ошибок при работе с внешним оборудованием по RS-232/485 (см. раздел «Экран рабочего режима»). Это можно использовать для диагностики неправильной конфигурации и/или ошибок при подключении RS-232/485.

4.4.2 РАБОЧИЙ КАНАЛ (ПАРАМЕТР $\text{C}h$)

Все модемы в одной системе должны работать на одной частоте.

В исполнениях DIN IND и IP65 IND модемов «Спектр 433» вместо «прямого» задания рабочей частоты (как во всех прочих исполнениях модема без индикатора) задается номер рабочего канала (параметр $\text{C}h$). При этом используется стандартная для диапазона 433 МГц (LPD) сетка частот из 69 каналов с шагом 25 кГц, показанная ниже.

Рабочий канал (частота):	
$\text{C}h$	$\text{C}h01 \dots \text{C}h06 \dots \text{C}h69$
$\text{C}h92$	(специальный)

01	433.075	11	433.325	21	433.575	31	433.825	41	434.075	51	434.325	61	434.575
02	433.100	12	433.350	22	433.600	32	433.850	42	434.100	52	434.350	62	434.600
03	433.125	13	433.375	23	433.625	33	433.875	43	434.125	53	434.375	63	434.625
04	433.150	14	433.400	24	433.650	34	433.900	44	434.150	54	434.400	64	434.650
05	433.175	15	433.425	25	433.675	35	433.925	45	434.175	55	434.425	65	434.675
06	433.200	16	433.450	26	433.700	36	433.950	46	434.200	56	434.450	66	434.700
07	433.225	17	433.475	27	433.725	37	433.975	47	434.225	57	434.475	67	434.725
08	433.250	18	433.500	28	433.750	38	434.000	48	434.250	58	434.500	68	434.750
09	433.275	19	433.525	29	433.775	39	434.025	49	434.275	59	434.525	69	434.775
10	433.300	20	433.550	30	433.800	40	434.050	50	434.300	60	434.550		

Рабочий канал выбирают так, чтобы уйти от помех, вызванных работой другого оборудования в радиозфире (работать на свободном канале). Как правило, оборудование диапазона LPD работает в его центре, поэтому для уменьшения вероятности помех от него в качестве установки по умолчанию в модемах задан рабочим канал 06 ($\text{C}h06$, частота 433,200 МГц) на краю диапазона, он выделен цветом в сетке каналов.

Возможность выбора рабочего канала позволяет развернуть на одной территории несколько независимых систем (групп модемов): для этого нужно просто «разнести» эти группы на разные каналы, чтобы они не мешали друг другу. Разнос

каналов при этом должен быть достаточным для обеспечения отсутствия влияния групп модемов друг на друга.

Необходимый разнос каналов зависит от установленной в модемах скорости работы в радиоэфире (параметр AR , см. далее): чем выше скорость, тем дальше друг от друга следует разносить каналы, см. таблицу ниже.

Скорость в эфире (параметр AR)	Рекомендуемый минимальный разнос частот	Рекомендуемый минимальный разнос каналов
$\text{AR } 1$ (4 800 бит/с)	50 кГц	2
$\text{AR } 3$ (9 600 бит/с)	90 кГц	4
$\text{AR } 5$ (19 200 бит/с)	150 кГц	6
$\text{AR } 7$ (38 400 бит/с)	240 кГц	10

Например, при выбранном параметре $\text{AR } 3$ (скорость в эфире 9600 бод) между соседними группами модемов должно быть как минимум 4 канала.



Обратите внимание, что в исполнениях радиомодемов и радиомодулей «Спектр 433» с «прямой» установкой частоты (все исполнения без символьного индикатора) рабочая частота «по умолчанию» (433,920 МГц) не попадает точно ни на один из каналов: ближайший канал — CH35 (433,925 МГц). Рекомендации по заданию частот и каналов для обеспечения совместимости модемов с индикатором с модемами без индикаторов даны далее в разделе «Совместимость с модемами и модулями «Спектр 433» в исполнениях без индикатора».

4.4.3 СКОРОСТЬ ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ МОДЕМАМИ В ЭФИРЕ (ПАРАМЕТР AR)

Для того чтобы модемы «слышали» друг друга по радио, они должны работать на одинаковой скорости обмена данными в эфире: параметр AR у всех модемов в системе должен быть одинаковым.

Для каждой из четырех возможных скоростей в эфире (4 800, 9 600, 19 200 и 38 400 бит/с) имеется два варианта установки параметра AR — с низкой (четные значения параметра) и с высокой (нечетные значения параметра, выделены цветом в таблице) девиацией частоты передатчика.

Скорость в эфире (бит/с):	
AR	$\text{AR } 0$ - 4 800 (низкая девиация)
	$\text{AR } 1$ - 4 800 (высокая девиация)
	$\text{AR } 2$ - 9 600 (низкая девиация)
	$\text{AR } 3$ - 9 600 (высокая девиация)
	$\text{AR } 4$ - 19 200 (низкая девиация)
	$\text{AR } 5$ - 19 200 (высокая девиация)
	$\text{AR } 6$ - 38 400 (низкая девиация)
	$\text{AR } 7$ - 38 400 (высокая девиация)



Настоятельно рекомендуем использовать только нечетные значения параметра AR (с высокой девиацией): $\text{AR } 1$, $\text{AR } 3$, $\text{AR } 5$ и $\text{AR } 7$. Четные значения (те же скорости с низкой девиацией) предназначены только для совместимости с радиомодемами Спектр 9600 GM, см. раздел «Совместимость с радиомодемами «Спектр 9600 GM»».



Обратите внимание, что во всех исполнениях радиомодемов и радиомодулей «Спектр 433» без символьного индикатора скорость в эфире задается командой $\$AR$ и по умолчанию установлена в значение $\text{AR}=1$ (4 800 бит/с). Рекомендации по согласованию параметров у модемов с индикатором и модемов без индикаторов даны далее в разделе «Совместимость с модемами и модулями «Спектр 433» в исполнениях без индикатора».

Скорость обмена данными в радиоэфире между модемами, строго говоря, никак не связана со скоростью обмена данными между модемами и внешним оборудованием по последовательному порту RS-232/485 (параметр L): модемы могут

работать с оборудованием на одной скорости по RS-232/485, а в эфире между собой — на другой (как на более низкой, так и на более высокой).

При типовом использовании модемов, когда внешнее оборудование передает через модемы небольшой объем данных и обмен этими данными происходит не очень интенсивно, чаще всего нет практически никакого значения, на какой скорости работают модемы в эфире. Например, в типовых системах пожарной сигнализации (Болид или аналогичная) или в других системах сбора телеметрических данных с удаленных датчиков, мастер (пульт ПЛК, SCADA) опрашивает удаленные объекты не чаще 3...4 раз в секунду, объем передаваемых пакетов с данными при этом не превышает нескольких десятков байт. За время между циклами опроса модем спокойно успеет передать запросы и ответы, даже если скорость обмена данными в эфире будет значительно ниже, чем по последовательному порту — несколько увеличится только время передачи данных (время ожидания запрос-ответ).

Если же поток данных по последовательному порту довольно плотный, то при более низкой пропускной способности (низкой скорости) в эфире модемы могут не успевать передавать получаемые по порту данные, начнется заполнение буфера модема. Если пропускная способность модемов в эфире на достаточно длительное время будет ниже требуемой пропускной способности по последовательному порту, буфер модема заполнится и начнется потеря данных. Такая ошибка отображается на индикаторе в рабочем режиме, см. раздел «Активность и ошибки последовательного порта (PORT ACT и PORT ERR)».

При этом следует понимать, что под скоростью обмена данными в эфире понимается «физическая» скорость, тогда как «информационная» (полезная) скорость при этом заметно ниже физической, поскольку «полезные» данные от внешних устройств перед передачей в эфир дополняются служебными (помехоустойчивое кодирование, встроенная адресация и т.д.), кроме этого, модему нужно время на включение приемопередатчика и т.д. Таким образом, полезная скорость передачи данных в эфире на практике примерно в полтора раза ниже установленной параметром R_r физической скорости. Например, при установленной скорости 9 600 бит/с в эфире модемы обеспечат пропускную способность в канале примерно 6 000 бит/с.

Кроме влияния на пропускную способность скорость в эфире влияет на дальность связи между модемами: с повышением скорости уменьшается достижимая дальность связи. Таким образом, выбор скорости в эфире является компромиссом между пропускной способностью и дальностью связи.

На практике при типовом использовании пропускная способность обычно не имеет существенного значения, поэтому рекомендуем просто оставить заводскую установку скорости в эфире — 9 600 бит/с (параметр R_r 3).

Изменять это значение имеет смысл только при осознанной необходимости: уменьшать для повышения дальности связи или увеличивать для увеличения пропускной способности.

4.4.4 ВЫХОДНАЯ МОЩНОСТЬ ПЕРЕДАТЧИКА (ПАРАМЕТР P_o)

В модеме предусмотрена возможность выбора выходной мощности передатчика, при этом используется как «программное» управление мощностью (4 значения параметра P_o) так и дополнительное «аппаратное» — переключатель режима повышенной мощности **PWR** / **PWR+** (см. раздел «Переключатель и индикатор выбора мощности **PWR** / **PWR+**»).

Включение переключателем режима повышенной мощности **PWR+** увеличивает заданную параметром P_o мощность на 1...2 dB.

Выходная мощность передатчика (мВт):	
P_o	P_o 0 - 10
	P_o 1 - 25
	P_o 2 - 50
	P_o 3 - 100

Повышенная мощность позволяет компенсировать потери радиосигнала при использовании длинных антенных кабелей.

Параметр P_0 у всех модемов в системе не обязательно должен быть одинаковым (в отличие от параметров R_r и C_h) — модемы могут работать на разной мощности.

Ниже приведена таблица типовых значений выходной мощности и тока потребления модема во время передачи данных в эфир при напряжении питания 12 В и 24 В, в зависимости от программной установки мощности и положения переключателя **PWR** / **PWR+**.

Программная установка мощности	Переключатель PWR / PWR+	Мощность передатчика	Потребление при передаче	
			$U_{пит}=12 В$	$U_{пит}=24 В$
$P_0 0$	PWR	10 мВт/10 dBm	130 мА	70 мА
	PWR+	15 мВт/12 dBm	210 мА	105 мА
$P_0 1$	PWR	30 мВт/15 dBm	140 мА	80 мА
	PWR+	45 мВт/16 dBm	215 мА	110 мА
$P_0 2$	PWR	60 мВт/18 dBm	160 мА	90 мА
	PWR+	80 мВт/19 dBm	220 мА	115 мА
$P_0 3$	PWR	100 мВт/20 dBm	180 мА	100 мА
	PWR+	140 мВт/21 dBm	225 мА	120 мА



В таблице приведено «пиковое» потребление тока модемом в момент передачи данных в эфир. Поскольку данные, как правило, всегда передаются короткими пакетами с паузами между ними, среднее потребление модема будет в 2...4 раза ниже даже при активном обмене данными.

Так же стоит понимать, что приведены типовые значения мощности/потребления, допускается отклонение от них реальных значений на 10...20%.

4.4.5 ПАРАМЕТРЫ РЕТРАНСЛЯЦИИ (ПАРАМЕТР r_t)



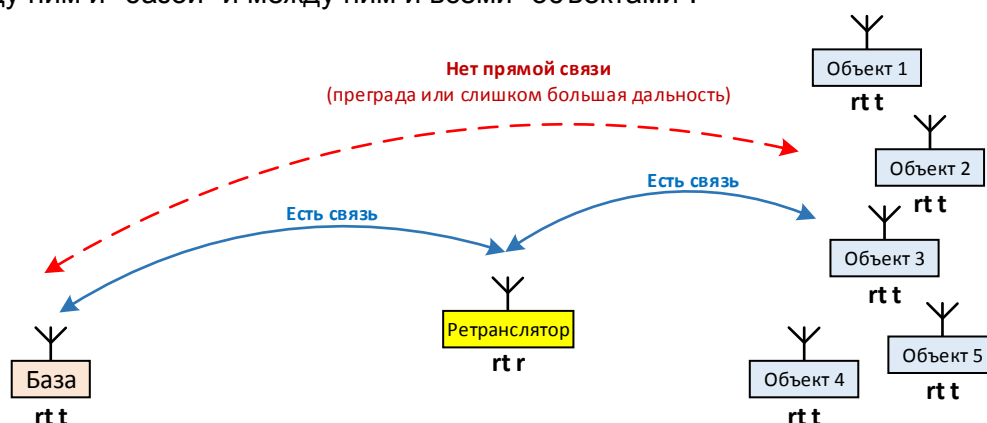
Описанные в этом разделе настройки "простых" режимов ретрансляции доступны только в модемах с версиями встроенного ПО v1.02 и выше.

Для случаев, когда дальности связи, обеспечиваемой модемами напрямую, недостаточно, в модемах предусмотрена возможность работать через ретранслятор (модем в одном из режимов ретрансляции). Ретрансляция полезна также и на небольших дальностях, но при наличии между модемами препятствий (перепад высот, здание и т.д.), когда прямой связи между модемами не удается добиться.

Модемы имеют широкие возможности по настройке ретрансляции, задаваемые командами по RS-485/232 при расширенной конфигурации с помощью ПК (см. далее). При этом есть возможность задать "простые" режимы ретрансляции без расширенной конфигурации - с помощью выбора параметра r_t в меню конфигурации:

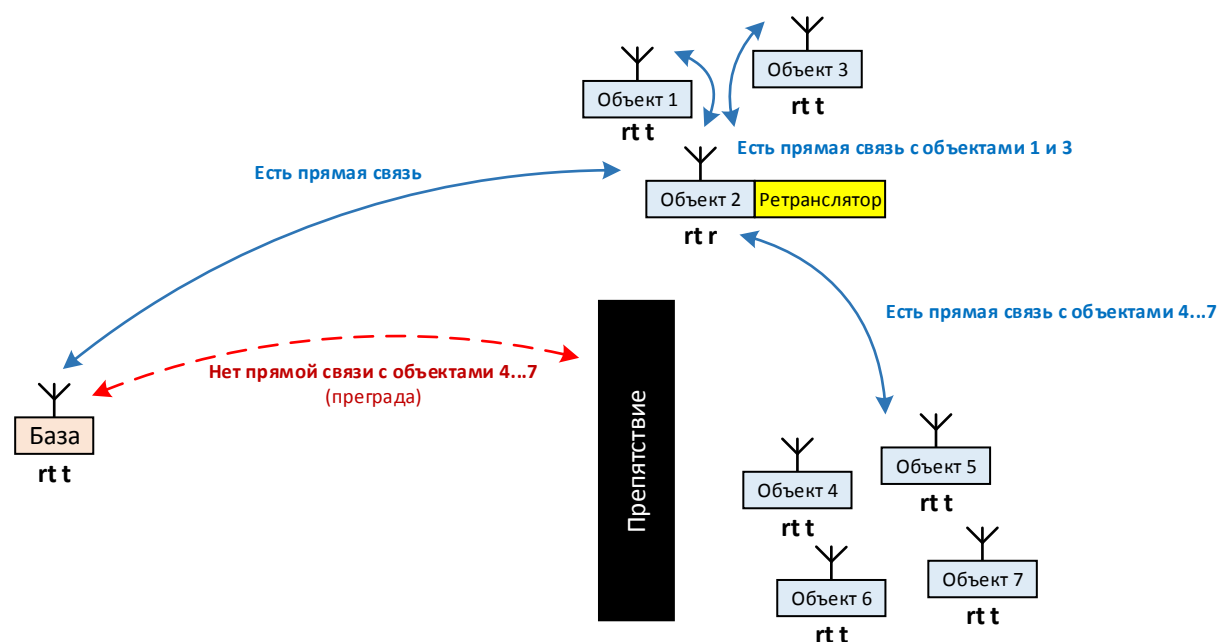
Режим ретрансляции	
r_t	$r_t -$ - ретрансляция не используется
$r_t r$	$r_t r$ - этот модем является ретранслятором
$r_t t$	$r_t t$ - этот модем работает через внешний ретранслятор
$r_t E$	$r_t E$ - параметры ретрансляции задаются расширенными настройками (доступен только если производилась расширенная конфигурация)

На иллюстрации ниже показана группа модемов (объекты 1...5), которые напрямую не имеют связи с "базовым" модемом (расположены слишком далеко или скрыты препятствием), при этом есть возможность установить "на полпути" дополнительный модем в качестве ретранслятора так, чтобы обеспечивалась связь между ним и "базой" и между ним и всеми "объектами".



Модему, который будет ретранслятором, в этом случае нужно задать работу в качестве ретранслятора (параметр rtr), а для всех остальных модемов системы (и "базе" и "объектам") задать работу через ретранслятор (параметр rtt).

Еще один пример использования ретрансляции показан на иллюстрации ниже.



В системе часть модемов (объекты 1...3) имеют прямую связь с "базой", а другая часть (группа объектов 4...7) закрыта препятствием (например, зданием). При этом один из объектов на прямой связи (на иллюстрации это объект 2) расположен так, что для него обеспечивается прямая связь и с "базой" и со всеми остальными объектами, в том числе и с "закрытой" группой.

В такой ситуации модем на объекте 2 можно сделать ретранслятором (параметр rtr), а для всех остальных модемов системы задать режим ретрансляции rtt . (работать через внешний ретранслятор).



Несмотря на то, что объекты 1 и 2 имеют прямую связь с базой, для них все равно нужно установить режим работы через ретранслятор (rtr).



Обратите внимание, что модем на объекте 2 в режиме ретранслятора не теряет своих основных функций - он продолжит работать в качестве прозрачного радиоудлинителя RS-485/232, как и остальные модемы системы.

Описанные здесь режимы ретрансляции являются "простыми" и имеют следующие ограничения на использование:

- в системе может быть только один ретранслятор;
- если в системе используется ретранслятор, все остальные модемы системы должны работать через него, даже те, для которых обеспечивается прямая связь. Это ограничение усложняет выбор места для ретранслятора - он должен "видеть" все объекты в системе. Более того, часто это ограничение не позволяет решить даже относительно простые задачи - нельзя, например, объединить в одну систему группу "близких" объектов (с прямой связью с "базой") и группу "дальних" объектов (работающих только через ретранслятор).

Таким образом, "простые" режимы ретрансляции ограничены в применении, но вместо них можно использовать расширенные возможности ретрансляции, с помощью которых можно организовать сложные системы ретрансляции под разные ситуации.

Среди прочего, расширенные настройки позволяют использовать до 8-ми ретрансляторов (например, построить "цепочку" из нескольких ретрансляторов для увеличения дальности связи или использовать в одной системе несколько ретрансляторов для разных групп модемов), а также избавиться от необходимости работы всех модемов в системе через один ретранслятор (часть модемов могут работать через ретрансляторы, а часть - напрямую). Благодаря этому с помощью расширенных настроек можно реализовать достаточно сложные системы ретрансляции.

Расширенные режимы ретрансляции задаются командами по RS-232/485 при расширенной конфигурации с помощью компьютера (см. раздел «Режим «Командный». Расширенная конфигурация параметров»). При этом после расширенной конфигурации модем перейдет в режим ретрансляции $\text{r} \text{t} \text{E}$ - работа с расширенными параметрами ретрансляции.

Если теперь отменить ретрансляцию (параметр $\text{r} \text{t} -$) или задать модему один из режимов "простой" ретрансляции ($\text{r} \text{t} \text{r}$ или $\text{r} \text{t} \text{t}$), расширенные параметры ретрансляции будут сброшены и модем перейдет либо в режим без ретрансляции, либо в заданный режим "простой" ретрансляции.

Текущий режим ретрансляции (если задан) кратковременно отображается на индикаторе при включении модема (см. раздел "Диагностические экраны"), что позволяет быстро увидеть "роль" модема в системе.

4.4.6 Индивидуальный адрес MYID модема

Каждый модем имеет свой собственный индивидуальный адрес MYID, который используется при адресации между модемами в радиоэфире.

При типовом использовании модемов (прозрачный радиоудлинитель RS-232/485) модемы работают в широковещательном режиме (без индивидуальной адресации) и адрес MYID модемов не используется. Однако знать этот адрес иногда нужно, поскольку:

- в одной радиосистеме не должно быть модемов с одинаковыми адресами MYID.
- адрес MYID используется при индивидуальной адресации в режиме проверки связи (см. раздел «Использование адресации при проверке связи»).

Адрес MYID временно отображается на индикаторе модема при включении питания (см. раздел «Диагностические экраны»).

Адреса MYID задаются на производстве равными последним четырем цифрам заводского номера модема. На практике это фактически гарантирует, что все модемы в системе будут иметь разные MYID, так что менять MYID наверняка не придется — именно поэтому в модеме не предусмотрено оперативное изменение этого адреса.

Если же такая необходимость все же случится, адрес MYID можно изменить при расширенной конфигурации с помощью команд по RS-232/485 (см. раздел «\$MYID - изменение собственного адреса модема»).

4.4.7 СОВМЕСТИМОСТЬ С МОДЕМАМИ И МОДУЛЯМИ «СПЕКТР 433» В ИСПОЛНЕНИЯХ БЕЗ ИНДИКАТОРА

В радиомодемах и радиомодулях «Спектр 433» во всех исполнениях без символьного индикатора (исполнения DIN, DIN/USB, IP65, IP65 Lite, iO, iO-D, OEM) используется «прямая» установка рабочей частоты командой \$FREQ с точностью до 1 кГц. Например, командой \$FREQ=433482,433482 задается частота 433,842 МГц. При этом эти модемы выпускаются с заводской настройкой рабочей частоты, равной 433,920 МГц.

В радиомодемах «Спектр 433» с символьным индикатором (исполнения DIN IND и IP65 IND) вместо прямого задания рабочей частоты задается один из 69 каналов с шагом 25 кГц по сетке частот LPD, см. раздел «Рабочий канал (параметр CH)».

Как видно, рабочая частота «по умолчанию» у модемов без индикатора (433,920 МГц) не попадает точно ни на один из каналов сетки, используемой в модемах с индикатором: ближайший канал — CH35 (433,925 МГц).

В связи с вышесказанным, в случае совместной работы «Спектр 433» в исполнениях DIN IND или IP65 IND с другими исполнениями модемов и модулей «Спектр 433» следует привести рабочую частоту и рабочий канал в соответствие друг с другом. Сделать это можно двумя способами.

Во-первых, кроме «стандартных» каналов сетки (CH01...CH69) в исполнениях модемов с индикатором имеется возможность выбрать специальный искусственный канал CH92 (частота 433,920 МГц), предусмотренный специально для обеспечения совместимости с модемами «Спектр 433» без индикатора и попадающий как раз на их рабочую частоту «по умолчанию».

Во-вторых, модемам в исполнениях без индикатора можно задать рабочую частоту, соответствующую выбранному рабочему каналу у модемов с индикатором (см. таблицу в разделе «Рабочий канал (параметр CH)»). Например, если модемы с индикатором работают на канале CH06, модемам в других исполнениях следует задать рабочую частоту 433,200 МГц.

Кроме согласования модемов, в разных исполнениях по рабочей частоте/каналу требуется также согласование их по скорости передачи данных в радиоэфире.

У модемов без индикатора эта скорость задается командой \$AR (при этом по умолчанию установлена в значение AR=1), а у модемов с индикатором — оперативным изменением параметра AR (при этом по умолчанию установлена в значение AR=3), см. раздел «

Скорость обмена данными между модемами в эфире (параметр AR)».

Значения и смысл этих параметров полностью совпадают (например, команда \$AR=5 соответствует параметру AR 5). Таким образом, при совместной работе «Спектр 433» в исполнениях с индикатором с модемами и модулями без индикатора следует просто задать одинаковые параметры команды \$AR и параметра AR.

4.4.8 СОВМЕСТИМОСТЬ С РАДИОМОДЕМАМИ «СПЕКТР 9600 GM»

Радиомодемы и радиомодули «Спектр 433» во всех исполнениях (и с символьными индикаторами, и без них) при определенных настройках совместимы с радиомодемами «Спектр 9600 GM», и могут поэтому использоваться друг с другом.

Речь о совместимости может идти только в случае работы модемов на одинаковой частоте, одинаковой скорости и с одинаковыми параметрами модуляции сигнала в радиоэфире.

Таким образом, для совместного использования «Спектр 9600 GM» и «Спектр 433» необходимо:

- применять радиомодемы «Спектр 9600 GM» поддиапазона 433...447 МГц, поскольку радиомодемы «Спектр 433» работают только в диапазоне $(433,92 \pm 0,2\%)$ МГц;
- задавать всем модемам системы одинаковую рабочую частоту (канал); использовать скорости обмена данными в эфире 4 800, 9 600 или 19 200 бит/с, поскольку эти скорости есть и у тех, и у других модемов. При этом в настройках скорости обмена данными в радиоэфире у «Спектр 433» (см. раздел «
- Скорость обмена данными между модемами в эфире (параметр $\mathbf{R_r}$)» следует использовать минимальную девиацию для выбранной скорости — четные значения параметра $\mathbf{R_r}$ или команды $\mathbf{\$AR}$ (в зависимости от исполнения модема): $\mathbf{R_r = 0}$ для 4 800 бит/с, $\mathbf{R_r = 2}$ для 9 600 бит/с или $\mathbf{R_r = 4}$ для 19 200 бит/с);
- в настройках «Спектр 9600 GM» отключать фильтр Гаусса.

4.5 ПРОВЕРКА МОДЕМОВ ПЕРЕД УСТАНОВКОЙ НА ОБЪЕКТ

Перед тем как устанавливать модемы на объекты в составе системы с внешним оборудованием, рекомендуем сначала проверить работоспособность системы в лабораторных условиях. Такая проверка «на столе» позволит обнаружить возможные проблемы и оперативно устранить их.

Проверку системы с модемами можно разделить на две части:

- проверка связи между портами RS-232/485 модемов по радио;
- проверка стыковки (как аппаратной, так и программной) модемов с внешним оборудованием.

4.5.1 ПРОВЕРКА СВЯЗИ МЕЖДУ ПОРТАМИ МОДЕМОВ ПО РАДИО

Эта проверка позволит убедиться, что данные между портами RS-232/485 модемов успешно транслируются по радио в обе стороны.

Для проверки нужны два переходника USB - RS-232 или USB - RS-485 (в зависимости от того, какие порты используются у модемов) и компьютер (ПК), на котором с каждым из двух портов работает отдельная терминальная программа (либо в одной программе открыты два последовательных порта). Естественно, параметры портов программы должны соответствовать параметрам портов RS-232/485 модемов.

К ПК следует подключить два проверяемых модема — каждый к «своему» переходнику. В качестве антенн при проверке в лабораторных условиях (в пределах комнаты) можно использовать как штатные антенны, так и просто отрезок провода (5...10 см) в антенном разъеме.

Для проверки связи отправляйте произвольные символы в окне одной терминальной программы — они должны передаться через модемы в окно второй программы, и наоборот.

Если символы проходят в обе стороны, модемы по радио настроены правильно, можно проверять их в работе с оборудованием.



В модеме имеется также режим проверки связи между модемами (см. раздел «Экраны режима проверки связи. Проверка связи между двумя модемами»). Обратите внимание, что этот режим не заменяет проверки, описанной в этом разделе: с помощью режима проверки связи можно оценить работу модемов между собой по радио в реальных условиях эксплуатации, а описанным здесь способом можно, кроме этого, проверить работоспособность портов RS-232/485 модемов, правильность их настройки и подключения к внешнему оборудованию.

4.5.2 ПРОВЕРКА СТЫКОВКИ МОДЕМОВ С ОБОРУДОВАНИЕМ

Перед тем, как подключать к оборудованию модемы, следует убедиться в том, что оборудование правильно работает без модемов (по кабелю): настройте и запрограммируйте Вашу систему так, чтобы она работала в нужном режиме по проводам.

Также следует выполнить проверку связи между портами модемов без внешнего оборудования (см. раздел «Проверка связи между портами модемов по радио»), чтобы убедиться, что модемы между собой нормально работают по радио.

Только после этих проверок можно приступать к замене проводов радиомодемами, иначе в случае проблем будет трудно разобраться, в чем дело и что не так.

В большинстве случаев беспроводная система должна заработать автоматически — убедитесь, что оборудование работает через модемы так же, как работало по проводам, после чего можно приступать к монтажу оборудования на объекты.

Помните, что модем в рабочем режиме показывает ошибки при приеме данных от внешнего оборудования по RS-232/485 (см. раздел «Экран рабочего режима») — это можно использовать для диагностики неправильной конфигурации и/или ошибок при подключении RS-232/485.

Если же система не заработала через радиомодемы (мастер системы показывает ошибки связи или что-то подобное), при этом работая по проводам, значит, потребуются дополнительные настройки оборудования (см. раздел «Дополнительные настройки оборудования»).

4.5.3 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ НАСТРОЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ

При работе радиомодемов в прозрачном режиме внешнее оборудование «не замечает» их и работает так же, как и по проводам. При этом стоит помнить о некоторых особенностях передачи данных через радиомодемы. В некоторых случаях эти особенности не существенны и не повлияют на работу внешнего оборудования через модемы, в других — могут оказаться причиной того, что внешнее оборудование не заработает через радиомодемы без дополнительных настроек.

Естественно, приступать к дополнительным настройкам следует лишь после того, как модемы настроены, осуществлена проверка связи между модемами (см. раздел «Проверка связи между портами модемов по радио»), а также проверка правильной работы оборудования по проводам (см. раздел «Проверка стыковки модемов с оборудованием») — другими словами, что есть уверенность в том, что система работает по проводам и проблемы возникают только при замене проводов модемами.

Главное (и наиболее часто приводящее к тому, что оборудование «не хочет» работать через модемы) отличие работы через модемы от работы по кабелю заключается в различных задержках при передаче данных. Если при работе по кабелю задержки при передаче данных от мастера к слейву и обратно практически отсутствуют, то при работе через радиомодемы эти задержки могут составлять десятки или сотни миллисекунд.

Такие задержки возникают из-за того, что путь прохождения данных при работе через модемы «удлиняется»: модем должен принять данные из RS-232/485 в свой буфер, понять, что пакет данных кончился и можно передавать его в эфир, включить передатчик, осуществить передачу данных по радио, приемный модем должен принять данные в свой буфер и выдать их на свой последовательный порт.

Для систем, построенных по топологии «звезда» (мастер - слейвы) с протоколом опроса удаленных объектов по принципу «запрос мастера - ответ слейва» наличие дополнительных задержек при работе через модемы приведет к увеличению времени между отправкой запроса мастером и получению им ответа от слейва. В протоколах таких систем практически всегда определено время (тайм-аут) ожидания мастером ответа от слейва — если ответ не получен за это время, мастер считает, что слейв не отвечает, перестает ждать от него ответа и тем или иным способом показывает отсутствие связи.

Вполне может оказаться, что при работе через модемы ответы от слейвов приходят с опозданием — когда мастер их уже не ждет и сообщает об отсутствии связи или неполучении ответа от слейва. Для исправления такой ситуации необходимо увеличивать время ожидания ответов в настройках мастера системы.

Как правило (практически всегда), промышленные протоколы типа ModBus предусматривают такое увеличение — мастер (пульт, ПЛК, OPC-сервер) должен иметь возможность конфигурации временных параметров протокола, так что ситуация легко разрешима.

При увеличении времени ожидания ответа можно просто установить заведомо большое значение (скажем, 500 мс или 1 с), так как это не повлияет на быстродействие (период опроса) системы — новые настройки увеличат лишь время обнаружения пропадания связи до тех же 0,5 или 1 секунды.

Если в системе используются ретрансляторы, то задержки при доставке данных через цепочку ретрансляторов будут длиннее (примерно в 2 раза на каждый ретранслятор).

4.6 ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МЕЖДУ ЭКРАНАМИ (РЕЖИМАМИ), УПРАВЛЕНИЕ МОДЕМОМ

Главными органами управления модема является символьный индикатор с двумя кнопками управления **ВЫБОР** и **ВЫХОД** справа от него.

При управлении используются короткие (менее 1 с), длинные (более 2 с) и супердлинные (более 5 с) нажатия кнопок **ВЫБОР** и **ВЫХОД**.

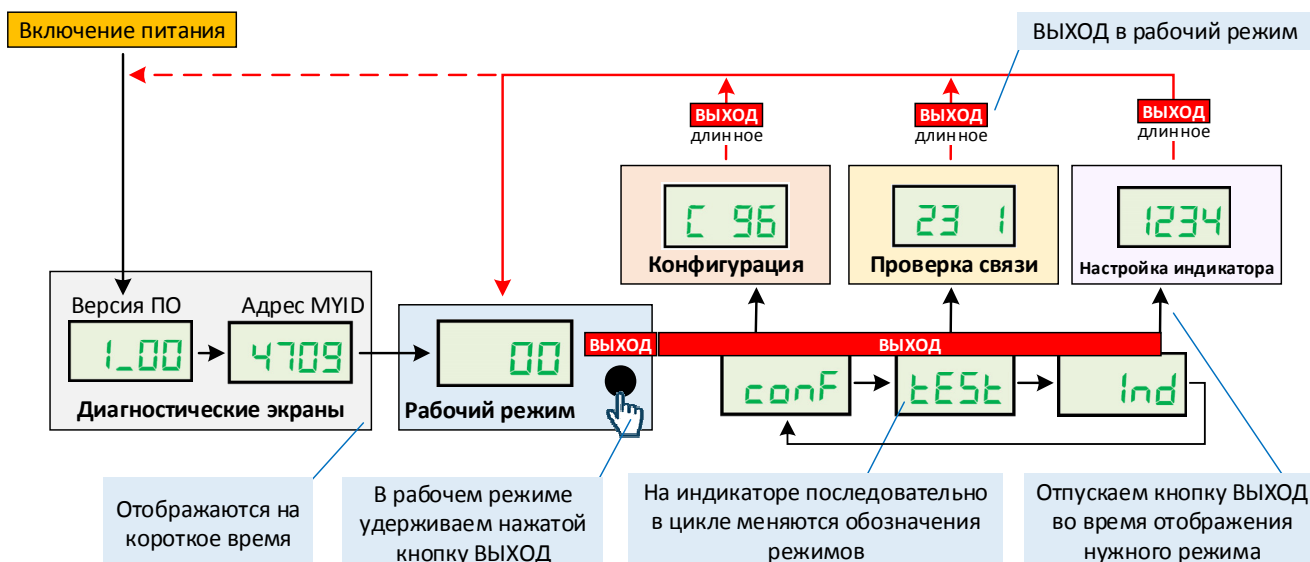
Как правило, длинные нажатия используются для переключения между режимами (например, долгое нажатие кнопки **ВЫХОД**) и для входа в режим изменения выбранного параметра (например, долгое нажатие кнопки **ВЫБОР**), а короткие — для выбора нужного параметра и установки его нового значения. Подробно об управлении будет написано далее в соответствующих разделах.

Отображение информации на индикаторе разделено на так называемые «экраны»:

- **Диагностические экраны** (отображаются автоматически при включении питания или перезагрузке модема): на короткое время последовательно показывают номер версии встроенного ПО, индивидуальный адрес MYID модема и текущий режим ретрансляции (только если задан один из режимов ретрансляции).
- **Экран рабочего режима.** Это основной экран, отображается автоматически после включения питания или перезагрузки модема (после отображения диагностических экранов). Отображает в реальном времени информацию о приеме/передаче пакетов по радио, а также о работе модема по портам RS-232/485.
- **Экраны конфигурации.** Используются для просмотра и, при необходимости, изменения основных параметров модема.
- **Экраны режима проверки связи.** Отображают в реальном времени информации о прохождении тестовых пакетов между модемами по радио;
- **Экран настройки символьного индикатора.** Используется для проверки индикатора и настройки его яркости.

Подробное описание режимов приводится в соответствующих разделах.

Переключение между экранами (режимами) производится с помощью кнопки **ВЫХОД** (по сути, переключение и есть выход из текущего режима). На рисунке ниже приведена условная схема переключения между экранами (режимами).



При включении питания модема автоматически на короткое время отображаются диагностические экраны: номер версии встроенного ПО и индивидуальный адрес MYID модема.

Сразу после окончания отображения диагностических экранов модем автоматически переходит в рабочий режим работы, на индикаторе при этом начинает отображаться экран рабочего режима.

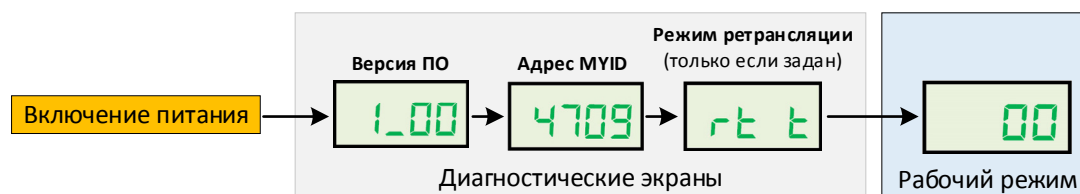
Из рабочего режима можно выйти в режим конфигурации, режим проверки связи и режим настройки индикатора. Для перехода нужно нажать и удерживать кнопку **ВЫХОД**, на индикаторе при этом по очереди в цикле будут отображаться условные обозначения режимов (conf, test, ind). Для перехода в нужный режим следует отпустить кнопку **ВЫХОД** во время отображения условного обозначения этого режима.

Для возврата в рабочий режим используется длинное (более 2 секунд) нажатие кнопки **ВЫХОД**. При этом в некоторых случаях (см. далее) модем просто вернется в рабочий режим, а в других будет перед этим перезагружен, как если бы ему выключили и включили питание.

4.7 ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ЭКРАНЫ

При каждом включении питания, а также при перезагрузке модема, связанной с выходом из некоторых режимов, автоматически на короткое время на индикатор последовательно выводится диагностическая информация:

- номер версии встроенного ПО модема;
- индивидуальный адрес MYID модема (см. раздел «Индивидуальный адрес MYID модема»);
- текущий режим ретрансляции (только если задан один из режимов ретрансляции, см раздел "Параметры ретрансляции").



Сразу после этого модем автоматически переходит в рабочий режим и на индикаторе отображается экран рабочего режима.

4.8 ЭКРАН РАБОЧЕГО РЕЖИМА

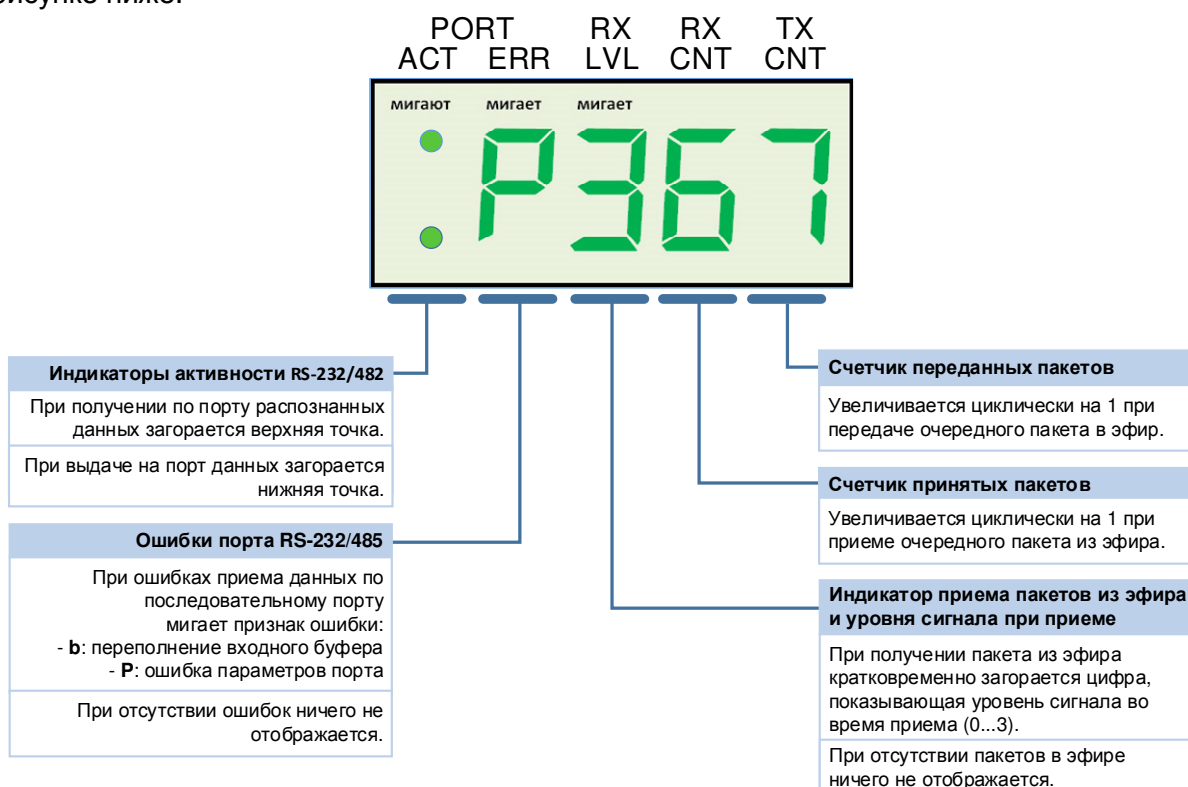
В рабочий режим модем переходит автоматически при включении питания (после короткого отображения диагностических экранов).

Каждый из четырех символов индикатора в этом режиме используются для отображения информации, полезной для наглядного понимания текущей работы модема в реальном времени.

Пока на модем не поступают данные по порту RS-232/485, не передаются и не принимаются пакеты по радио, экран рабочего режима статичен и выглядит, как показано на рисунке справа.



При любой активности на рабочем порту RS-232/485 или в радиозэфире (на рабочий порт поступают или выдаются данные, идет прием или передача пакетов по радио) символы индикатора начинают отображать информацию, как показано на рисунке ниже.



4.8.1 Активность и ошибки последовательного порта (PORT ACT и PORT ERR)

Две точки (PORT ACT) в левой части индикатора модема в рабочем режиме используются для отображения активности при работе с внешним оборудованием по порту RS-232/485.

При отсутствии активности на рабочем порту точки не горят.

При получении распознанных данных от внешнего оборудования кратковременно (на доли секунды — время нахождения данных во входном буфере перед отправкой их в эфир) загорается верхняя точка. Это признак того, что в этот момент модем успешно принял данные от внешнего оборудования на свой рабочий порт для передачи их в эфир.

Перед выдачей данных на порт кратковременно (на доли секунды — время нахождения данных в выходном буфере перед отправкой их на порт) загорается нижняя точка. Это признак того, что в этот момент модем принял данные из эфира и выдает их на свой рабочий порт.

Таким образом имеется раздельная индикация активности на рабочем порту RS-232/485 — в сторону модема и в сторону внешнего оборудования. В штатной работе (при активном обмене данными) нижняя и верхняя точки будут попеременно мигать с интенсивностью обмена данными по порту RS-232/485.

Предусмотрена также индикация ошибок при получении данных от внешнего оборудования на рабочий порт модема: первый символ индикатора (PORT ERR) начинает отображать мигающие символы **P** или **b**, в зависимости от типа ошибки:

- **Ошибка формата данных — мигает символ P.** Модем получает, но не может распознать данные, приходящие от внешнего оборудования на RS-485/232 — это может быть из-за несоответствия параметров порта модема и внешнего оборудования (скорость, четность и т.д.), а также из-за неправильного подключения линий А и В интерфейса RS-485 (перепутаны местами).
- **Переполнение буфера — мигает символ b.** Входной буфер порта RS-485/232 модема переполнен (поток данных на вход модема слишком велик, модем не успевает передавать данные в эфир, из-за этого данные могут быть потеряны) — такая ситуация может быть следствием того, что пропускная способность модема по эфиру ниже, чем плотность данных, подаваемых в модем по RS-485/232.

4.8.2 СЧЕТЧИКИ ПРИНЯТЫХ И ПЕРЕДАННЫХ ПАКЕТОВ (RX CNT и TX CNT)

Счетчики принятых из эфира и переданных в эфир пакетов позволяют судить об обмене пакетами в эфире. Во время работы внешнего оборудования через модемы оба счетчика будут увеличиваться, что свидетельствует о том, что модемы и передают данные в эфир, и принимают данные из эфира от удаленных модемов.



При активном (быстром) обмене данными индикатор может не успевать отображать каждое приращение того или иного счетчика, в этом случае допустимы пропуски в отображении последовательных значений (например, после 3 может отобразиться сразу 5 или 6).

Обратите внимание, что счетчик принятых из эфира пакетов реагирует на любые распознанные (передаваемые другими модемами «Спектр 433») пакеты в эфире, независимо от их адресации (назначения).

Например, в системе, где один «мастер» последовательно опрашивает несколько «слейвов», счетчики принятых пакетов у каждого «слейва» будут считать и принятые пакеты со всеми запросами от мастера, хотя часть запросов «адресована» другим «слейвам», и пакеты с ответами от других «слейвов» системы (если, конечно, сигналы от других «слейвов» физически доходят до этого «слейва» по радио), хотя эти ответы «адресованы» «мастеру». В этом примере у всех модемов, подключенных к «слейвам», приемный счетчик будет увеличиваться быстрее, чем передающий, поскольку передавать данные в эфир каждый «слейв» будет только при получении «своего» запроса от «мастера».



Здесь под терминами «мастер» и «слейв» подразумевается внешнее оборудование: контроллер, пульт, ПК со SCADA и т.д. («мастер»), который через модемы производит последовательный опрос удаленных «слейвов» (датчики, исполнительные устройства, модули ввода/вывода и т.д.).

Модемы сами по себе при работе в качестве прозрачного удлинителя RS-232/485 не являются ни «мастерами», ни «слейвами» — их роль в системе определяется ролью внешнего оборудования, к которому они подключены.

4.8.3 УРОВЕНЬ ПРИНЯТЫХ ПАКЕТОВ (RX LVL)

Второй символ индикатора (RX LVL) в рабочем режиме кратковременно загорается при приеме пакета из эфира, при этом отображаемая цифра показывает условный уровень сигнала на входе модема при приеме этого пакета (от 0 до 3).

Таким образом, сам факт мигания цифр на месте первого символа является признаком того, что модем успешно принимает пакеты из эфира (в принципе, этим же

признаком является и счетчик принятых пакетов), а сама цифра показывает, с каким уровнем идет прием.

По скорости мигания уровня удобно судить об интенсивности обмена данными в эфире, а по отображаемому уровню — о "качестве" сигнала на входе модема.

Например, если отображается средний (1...2) или высокий (3) уровень, сигнал на входе модемов можно считать хорошим или отличным (есть запас по уровню сигнала). Низкий уровень (0) показывает, что входной сигнал слабый, хотя пакеты все же успешно принимаются, иначе бы вообще не было отображения уровня.



Низкий уровень сигнала (0) не является однозначным признаком "плохой" связи: это вполне рабочий уровень и модемы могут надежно работать на нем (и очень часто именно так и происходит при больших дальностях связи, плохих условиях местности, неоптимальной установке антенн и т.д., когда уровень сигнала физически не может быть другим). Это значение следует скорее воспринимать как индикацию отсутствия хорошего запаса по уровню сигнала.

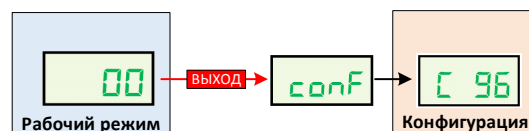
Обратите внимание, что индикатор уровня принятых из эфира пакетов реагирует на любые распознанные (передаваемые другими модемами «Спектр 433») пакеты в эфире, независимо от их адресации (как и счетчик принятых пакетов, см. выше). При этом он не будет отображать помехи и нераспознанные пакеты от другого оборудования (несовместимого со «Спектр 433») — в этом его отличие от светодиодного индикатора RX/TX, который, загораясь зеленым, показывает физическое наличие сигнала на входе модема.

Таким образом, можно сказать, что индикатор RX/TX показывает наличие в эфире любого сигнала на рабочей частоте (и «полезного» и «мешающего»), тогда как цифровой индикатор уровня показывает прием только «полезных» пакетов.

4.9 ЭКРАН КОНФИГУРАЦИИ. ИЗМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕМА

Для просмотра и (при необходимости) изменения основных параметров модема (см. раздел «Основные параметры модема, рекомендации по настройке») используется экран режима конфигурации.

Вход в режим конфигурации производится из рабочего режима по длинному нажатию кнопки **ВЫХОД** и отпусканию ее во время отображения на индикаторе признака режима конфигурации (CONF).



При входе в режим конфигурации на индикаторе отобразится «первый» параметр **C** (скорость обмена данными по RS-232/485). По умолчанию (заводская настройка) будет отображаться **C 96**, если же этот параметр уже меняли, будет отображаться другое значение.

Короткими нажатиями кнопки **ВЫБОР** можно по очереди перебирать все доступные параметры.

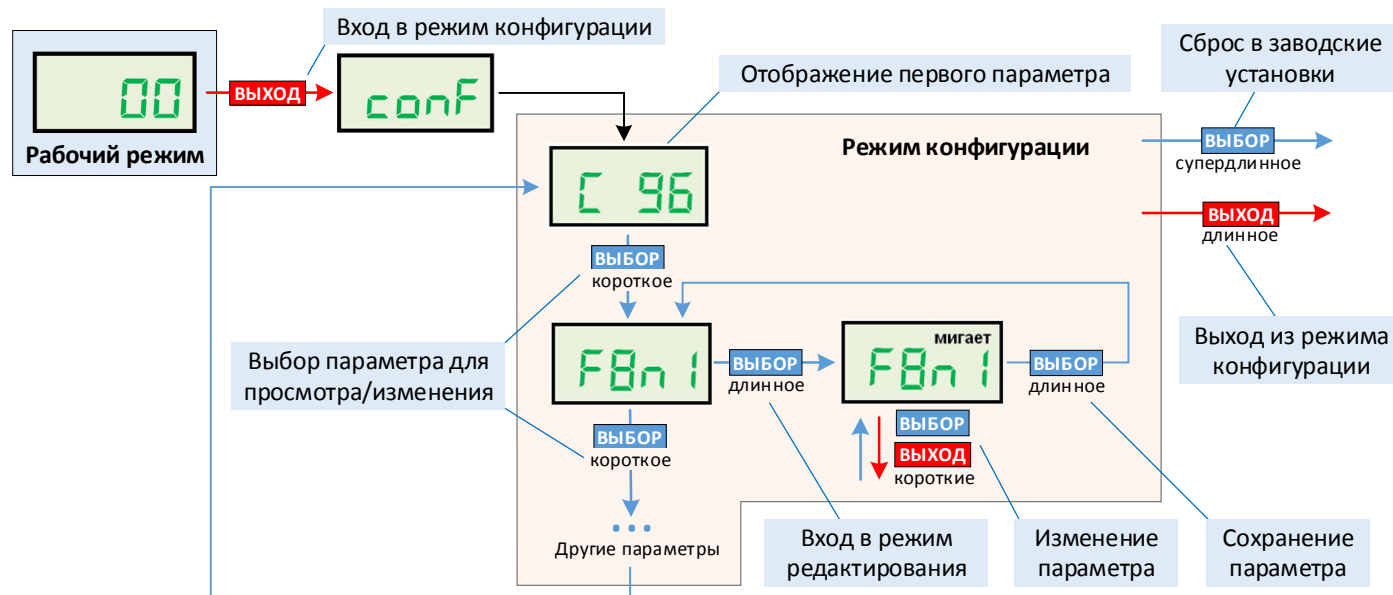


Супердлинное (более 5 секунд) нажатие кнопки **ВЫБОР** во время отображения любого параметра приведет к сбросу всех параметров в заводские значения (см. раздел «Сброс параметров в заводские значения»).

Для изменения отображаемого в данный момент параметра следует использовать длинное нажатие кнопки **ВЫБОР**: редактируемый параметр при этом начнет мигать.

Мигающий параметр можно изменить в сторону увеличения или уменьшения короткими нажатиями кнопок **ВЫБОР** или **ВЫХОД**. Сохранить измененный таким образом параметр следует длинным нажатием кнопки **ВЫБОР** (измененный параметр перестанет мигать).

Условная схема действий для выбора и редактирования параметров на примере параметра F показана на рисунке ниже.



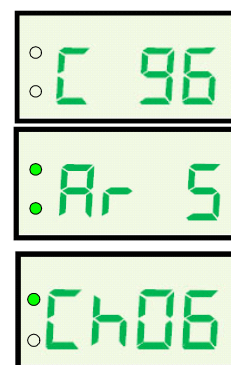
В режиме конфигурации модем отслеживает произведенные изменения параметров и отображает наличие изменений двумя точками в левой части индикатора:

- верхняя точка означает, что хотя бы один параметр был изменен;
- нижняя точка означает, что изменен именно тот параметр, который отображается на индикаторе в данный момент.

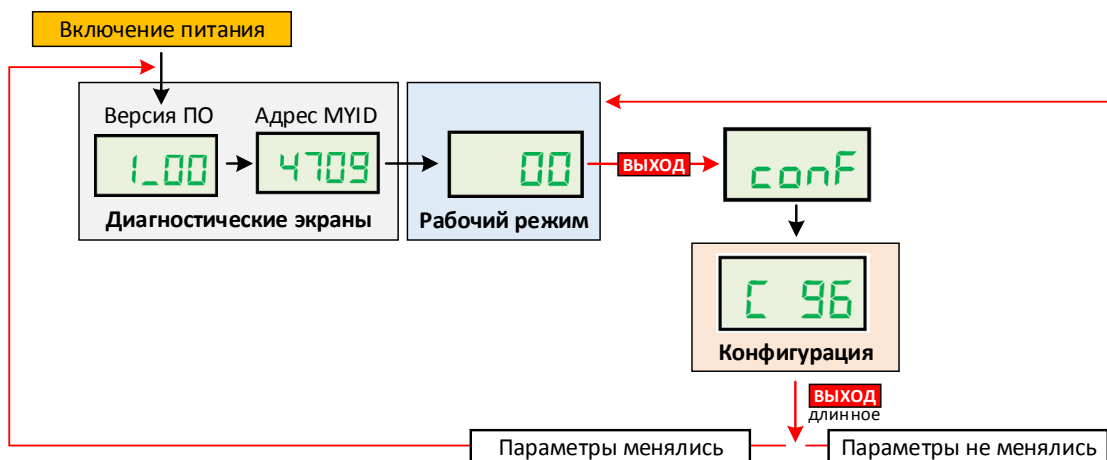
Например, сразу при входе в режим конфигурации (пока не изменили ни один параметр), ни одна из точек не будет гореть.

Если же мы выберем, например, параметр A_r и изменим его, то при отображении этого параметра загорятся обе точки.

Если теперь перейти к отображению любого другого параметра, нижняя точка погаснет, показывая, что изменен не тот параметр, который сейчас отображается.



Для выхода из режима конфигурации используется длительное нажатие кнопки **ВЫХОД**. При этом если ни один из параметров не был изменен, модем просто выйдет в рабочий режим. Если же в режиме конфигурации был изменен хотя бы один параметр, при выходе из конфигурации модем будет перезагружен для сохранения параметров.



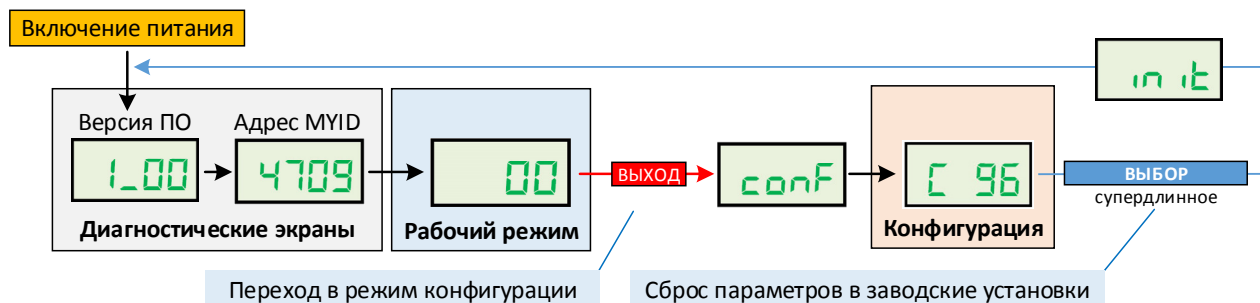
4.9.1 СБРОС ПАРАМЕТРОВ В ЗАВОДСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ

Основные параметры модема всегда можно оперативно увидеть и при необходимости легко изменить с помощью органов управления. Однако модем имеет множество расширенных параметров, которые доступны для изменения при расширенной конфигурации с помощью ПК в командном режиме (см. раздел «Режим «Командный». Расширенная конфигурация параметров»). При этом эти расширенные параметры могут существенно влиять на работу модема.

В связи с этим, если нет уверенности, в каком состоянии находится модем (менялись ли у него расширенные параметры или нет) или если модем не работает так, как от него ожидается, есть смысл сбросить параметры в заведомо известное «заводское» значение. Такой сброс действует на все (и основные и расширенные параметры), так что после него модем будет в заведомо известном состоянии: настроенным на типовое применение в качестве прозрачного удлинителя портов RS-232/485.

Для сброса параметров в заводские значения следует удерживать кнопку **ВЫБОР** более 5 секунд во время нахождения модема в режиме конфигурации параметров.

Модем при этом на короткое время отобразит признак сброса настроек **in it**, после чего будет перезагружен (как если бы ему выключили и включили питание) и начнет работу уже с заводскими установками параметров.



4.10 ЭКРАНЫ РЕЖИМА ПРОВЕРКИ СВЯЗИ. ПРОВЕРКА СВЯЗИ МЕЖДУ ДВУМЯ МОДЕМАМИ

Для проверки связи между двумя модемами удобно использовать специальный режим проверки связи.

В этом режиме один модем постоянно передает в эфир тестовые пакеты (далее этот модем будем называть «мастер») и ждет на них ответа, а другой — принимает и отвечает на них (далее — «слейв»). Обратите внимание, что термины «мастер» и

«слейв» используются здесь только для удобства описания режима проверки связи, в рабочем режиме они не имеют смысла, так как все модемы в рабочем режиме равнозначны.

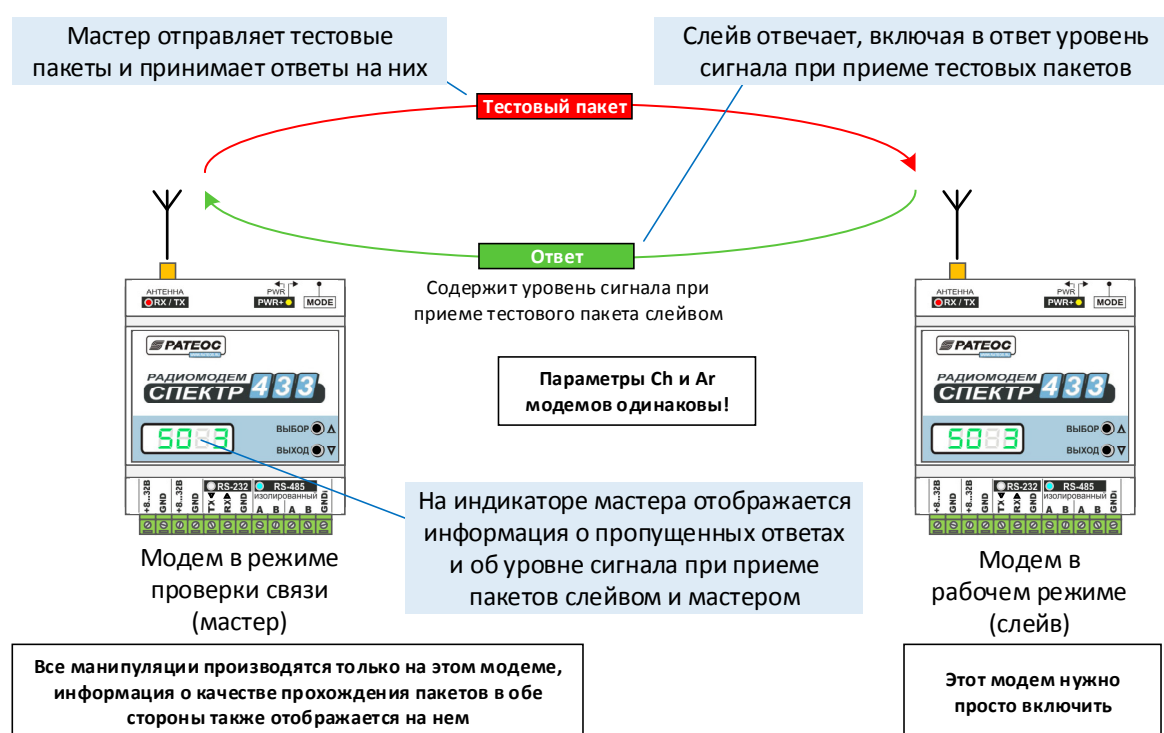
При приеме ответов на тестовые пакеты мастер отображает на своем символьном индикаторе информацию о пропущенных ответах, а также об уровне сигнала при прохождении пакетов по радио. При этом отдельно отображается уровень сигнала при приеме тестовых пакетов слейвом и при приеме ответов на них мастером, что позволяет оценить качество связи в обе стороны (мастер - слейв и слейв - мастер).

Включать режим проверки связи нужно только у мастера, слейв должен быть просто включен (работать в штатном режиме), поскольку на тестовые пакеты модемы отвечают, находясь в рабочем режиме. Эта особенность делает процесс проверки связи удобным: для проверки нужен доступ и манипуляции только с одним модемом (мастером).



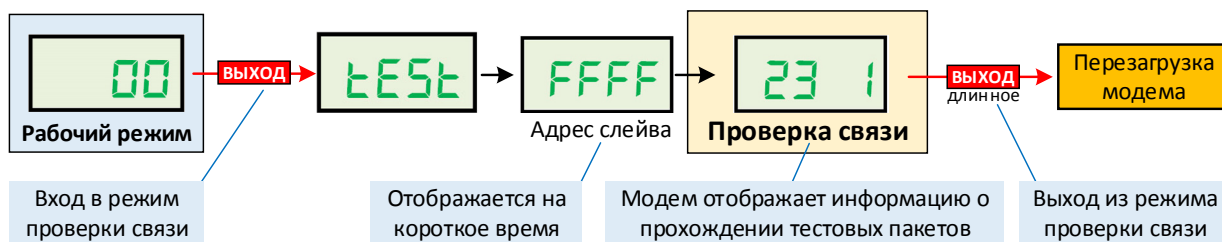
В описываемом режиме проверки связи в качестве слейва можно использовать не только модемы в исполнении с индикатором, но и прежние исполнения модемов и модулей «Спектр 433» без индикатора. При этом версия встроенного ПО у модемов/модулей без индикатора должна быть от 2019 года, более старые версии не поддерживают данный режим проверки связи (они просто не будут отвечать на тестовые пакеты).

Условная схема взаимодействия модемов в режиме проверки связи с пояснениями показана на рисунке ниже.



Пара модемов, используемые для проверки связи (мастер и слейв), должны работать на одной частоте (канале) и на одной скорости в эфире. Другими словами, параметры **Ch** и **Ar** у них должны быть одинаковыми.

Вход в режим проверки связи производится из рабочего режима по длинному нажатию кнопки **ВЫХОД** и отпусканию ее во время отображения на индикаторе признака режима проверки связи (EESE).



При входе в режим проверки связи на короткое время будет показан адрес удаленного модема-слейва (по умолчанию широковестьельный **FFFF**, подробнее об этом — дальше), после чего модем начнет примерно раз в секунду передавать в эфир тестовые пакеты и отображать на индикаторе информацию об их прохождении.



При отправке каждого очередного тестового пакета счетчик неотвеченных пакетов увеличивается на 1, а при получении ответа от удаленного модема — сбрасывается в 0. Отображение этого счетчика на индикаторе производится на короткое время в момент передачи тестового пакета.

Таким образом, если на каждый тестовый пакет модем получает ответ, в поле счетчика непринятых пакетов будет мигать 1 (не будет более одного неотвеченного пакета). Если же ответы на тестовые пакеты не приходят, счетчик будет последовательно увеличиваться при отправке каждого нового тестового пакета и сбросится только при получении ответа.

При получении каждого ответа обновляется информация об уровнях сигнала на входе слейва (качество прохождения тестового пакета от мастера к слейву) и на входе мастера (качество прохождения тестового пакета от слейва к мастеру).

По отображаемым уровням можно судить о «качестве» сигналов на входах тестируемых модемов. Например, если отображается средний (1...2) или высокий (3) уровень, сигнал можно считать хорошим или отличным (есть запас по уровню сигнала). Низкий уровень (0) показывает, что сигнал слабый, хотя пакеты все же успешно принимаются, иначе если бы пакеты совсем не принимались, не было никакого отображения уровня.



Низкий уровень сигнала (0) не является однозначным признаком «плохой» связи: это вполне рабочий уровень и модемы могут надежно работать на нем (и очень часто именно так и происходит при больших дальностях связи, плохих условиях местности, неоптимальной установке антенн и т.д., когда уровень сигнала физически не может быть другим). Это значение следует скорее воспринимать как индикацию отсутствия хорошего запаса по уровню сигнала.

Для выхода из режима проверки связи, как и для выхода из других режимов, следует использовать длинное нажатие кнопки **ВЫХОД**. Модем при этом будет перезагружен, как если бы ему выключили и включили питание.

4.10.1 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДРЕСАЦИИ ПРИ ПРОВЕРКЕ СВЯЗИ

Как было упомянуто выше, при входе в режим проверки связи временно отображается адрес модема-слейва. Адрес по умолчанию (FFFF) является широковещательным — на него будут отвечать все модемы, которые «услышат» тестовые пакеты от мастера.

Такой широковещательный адрес удобен, когда на территории, где проверяется связь, на выбранном частотном канале работают только два тестовых модема (мастер и слейв) и нет других «посторонних» модемов (или они выключены на время испытаний). Широковещательный адрес позволяет не заботиться об адресации тестовых пакетов конкретному слейву — на тестовые пакеты будет отвечать любой слейв.

Если же на территории работает несколько модемов на той же частоте (канале), все они начнут одновременно отвечать на тестовые пакеты мастера, что приведет к взаимным помехам и к невозможности проведения тестирования.

Для выхода из такой ситуации можно, как уже говорилось, выключать все «лишние» модемы на время тестирования. Если же этот вариант по какой-то причине неудобен, можно воспользоваться возможностью изменить адрес модема-слейва на индивидуальный вместо широковещательного.

При использовании индивидуального адреса на тестовые пакеты мастера будет отвечать только модем, чей собственный адрес (MYID) совпадает с установленным индивидуальным адресом у мастера, так что для использования индивидуальной адресации нужно знать адрес MYID модема-слейва. Адрес MYID отображается на короткое время при включении питания модема (см. раздел «Диагностические экраны»).



Обратите внимание, что даже при использовании индивидуальной адресации в режиме проверки связи следует исключить помехи от других модемов, работающих на выбранном рабочем канале. Этим «посторонним» модемам не обязательно отключать питание (они не будут мешать, отвечая на индивидуальные тестовые пакеты), но они не должны при этом обмениваться данными в эфире, поскольку этот обмен будет мешать проверке. Для этого достаточно на время проверки связи остановить работу внешнего оборудования, инициирующего обмен данными через «посторонние» модемы (SCADA, пульт, ПЛК и т.д.).

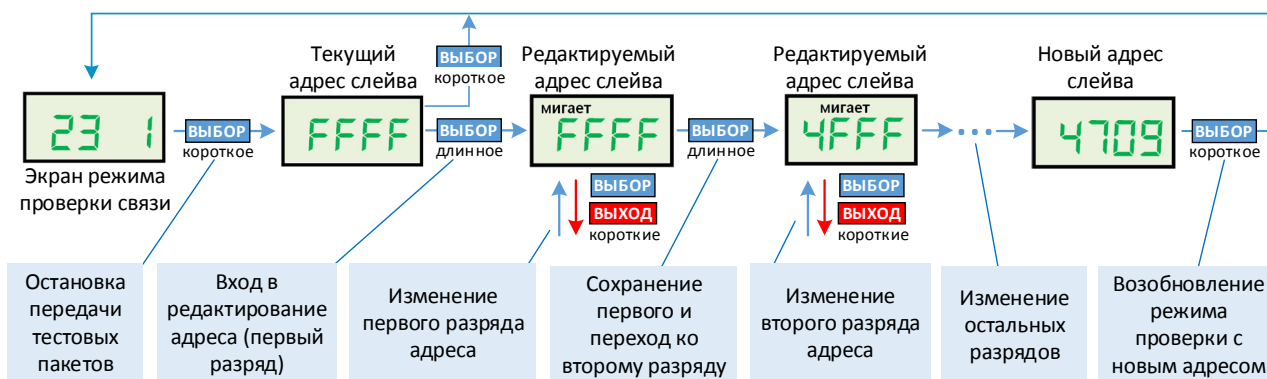
Для изменения адреса следует находясь в режиме проверки связи остановить передачу мастером тестовых пакетов коротким нажатием кнопки **ВЫБОР**. На индикаторе при этом отобразится текущий адрес.

Здесь можно либо возобновить передачу тестовых пакетов с текущим адресом повторным коротким нажатием кнопки **ВЫБОР** (вернуться на экран проверки связи), либо войти в режим редактирования адреса длинным нажатием кнопки **ВЫБОР** — при этом начнет мигать первый разряд адреса.

Короткими нажатиями кнопки **ВЫБОР** теперь можно изменить нужным образом первый разряд нового адреса, а длинным нажатием кнопки **ВЫБОР** — сохранить изменения, после чего начнет мигать второй разряд адреса, который аналогичным образом следует изменить и сохранить.

Изменив подобным образом все четыре разряда адреса (после изменения последнего разряда новый адрес перестанет мигать), можно возобновить передачу тестовых пакетов (уже с новым адресом) коротким нажатием кнопки **ВЫБОР** (вернуться на экран проверки связи).

Условная схема действий по изменению адреса показана на рисунке ниже.

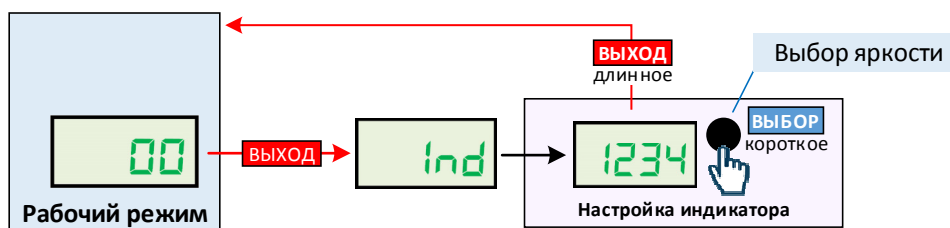


При выходе из режима проверки связи заданный адрес будет сохранен, и при новом входе в режим проверки связи будет использоваться уже новый адрес.

4.11 ЭКРАН НАСТРОЙКИ СИМВОЛЬНОГО ИНДИКАТОРА

Этот режим используется для проверки и регулировки яркости символьного индикатора.

Вход в режим настройки индикатора производится из рабочего режима по длинному нажатию кнопки **ВЫХОД** и отпущению ее во время отображения на индикаторе признака режима конфигурации (*ind*).



На индикаторе в этом режиме отображается бегущая строка символов, а короткими нажатиями кнопки **ВЫБОР** можно установить один из 4-х уровней яркости индикатора.

Для выхода из режима настройки индикатора, как и для выхода из других режимов, следует использовать длинное нажатие кнопки **ВЫХОД**.

4.12 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ

В модеме имеются следующие вспомогательные режимы работы:

- режим «Инициализация» (загрузка параметров при включении/пересбросе);
- режим «Командный» (для расширенной конфигурации параметров модема);
- режим «Тест» (для измерения параметров модема при производстве);
- режим «Смена ПО» (для обновления встроенного ПО модема).

В режим «Инициализация» модем попадает автоматически на короткое время (около 1 секунды) сразу после каждой подачи питания или перезагрузке. В этом режиме происходит инициализация параметров модема и отображение диагностических экранов с информацией об адресе MYID, версии встроенного ПО и текущего режима ретрансляции (см. раздел «Диагностические экраны»).

Для входа в остальные вспомогательные режимы используется кнопка **MODE**.

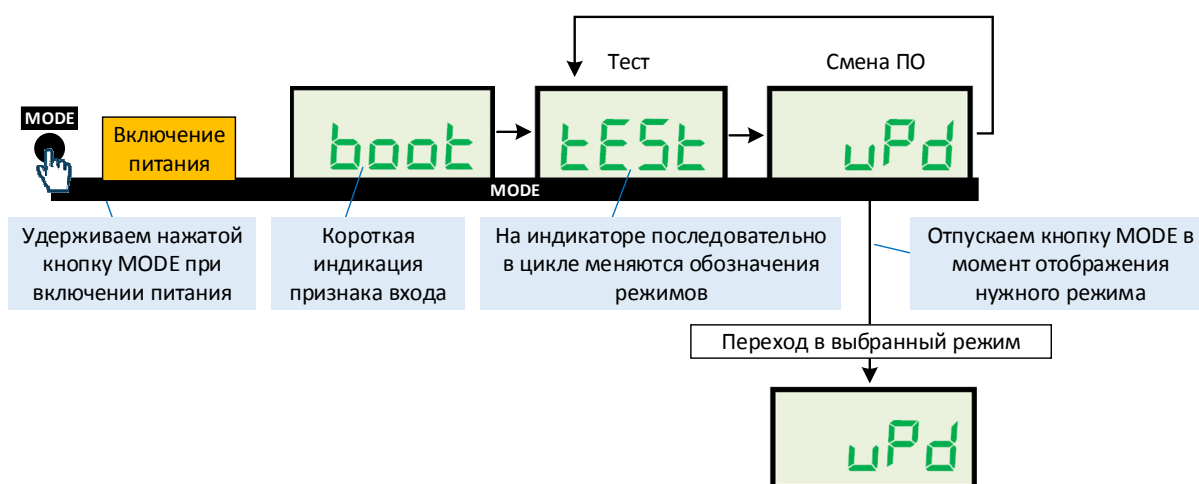
4.12.1 ПЕРЕХОД ВО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ С ПОМОЩЬЮ КНОПКИ MODE

Для перехода во все вспомогательные режимы, кроме «автоматического» режима «Инициализация» используется кнопка **MODE**.

Переход в режим «Командный» для расширенной конфигурации осуществляется коротким нажатием кнопки **MODE** во время нахождения модема в рабочем режиме (подано питание). Признаком нахождения модема в командном режиме (режиме расширенной конфигурации) является отображение на индикаторе слова **Conf**. Повторное нажатие кнопки **MODE** приведет в выходу из командного режима в рабочий режим.



Для перехода в оставшиеся вспомогательные режимы («Тест» и «Смена ПО») нужно удерживать нажатой кнопку **MODE** в момент подачи питания на модем. На индикаторе модема при этом сначала на 1...2 секунды отобразится признак входа в меню выбора режимов **boot**, а затем начнут последовательно (примерно 1 раз в секунду) меняться условные обозначения вспомогательных режимов, как показано на рисунке ниже.



Для входа в нужный режим нужно отпустить кнопку **MODE** в момент, когда на индикаторе отображается его обозначение.

Например, для входа в режим «Смена ПО» нужно отпустить кнопку **MODE**, когда на индикаторе отображается **uPd**.

В некоторые вспомогательные режимы можно также перейти с помощью команд из командного режима или с помощью отправки определенной последовательности символов в модем по RS-232/485 из режима передачи данных (см. далее).

4.12.2 РЕЖИМ «ТЕСТ»

Режим «Тест» предназначен для настройки и технологических измерений параметров модема при производстве, при штатной эксплуатации он не используется.

В этом режиме модем циклически передает в эфир последовательность данных 010101... На индикаторе модема в этом режиме отображается его название.



Модем остается в режиме «Тест» до выключения питания.



Следует различать вспомогательный режим «Тест» и режим проверки связи между модемами (см. раздел «Экраны режима проверки связи. Проверка связи между двумя модемами»).

Вспомогательный режим «Тест» используется только для технологических измерений индивидуальных параметров модема при производстве и бесполезен в эксплуатации, тогда как режим проверки связи применяется для оценки качества прохождения пакетов между парой модемов при развертывании системы радиосвязи на местности.

4.12.3 РЕЖИМ «СМЕНА ПО»

Этот режим предназначен для обновления встроенного программного обеспечения (ПО) модема.

Обновление осуществляется по рабочему интерфейсу RS2-232/485 с помощью персонального компьютера (ПК). Для физического подключения модема к ПК потребуется переходник USB - RS-232 или USB - RS-485.

Для конфигурации следует использовать любую терминальную программу для ПК (HyperTerminal, Pcomm и т. д.).

Для смены ПО нужно:

- подключить модем через переходник USB - RS-485 или USB - RS-485 к ПК;
- запустить на ПК терминальную программу и открыть в ней тот последовательный порт (COM-порт), под которым определяется на вашем ПК используемый переходник.
- установить параметры порта в настройках программы в зависимости от способа будущего входа в режим смены ПО (см. далее);
- войти в режим смены ПО одним из следующих способов:

Этот способ удобен, если есть физический доступ к модему (требует нажатия кнопки **MODE**). Используйте вход в режим смены ПО с помощью удерживания кнопки MODE в момент подачи питания (см. раздел «Переход во вспомогательные режимы с помощью кнопки MODE»).

- 1 Параметры интерфейса RS-232/485 при переходе в режим смены ПО этим способом установятся в значение 115 200 бод, 8 бит данных, без контроля четности, 1 стоповый бит (115200, 8N1). Именно их и нужно предварительно указать в настройках терминальной программы.

При этом способе не используется кнопка **MODE**, поэтому он удобен, когда нужно произвести конфигурацию модема, доступ к которому затруднен — например, модем уже установлен на мачте или на крыше.

- 2 Установите параметры порта терминальной программы такими же, на какие настроен рабочий порт RS-232/485 модема (по умолчанию 9600, 8N1).

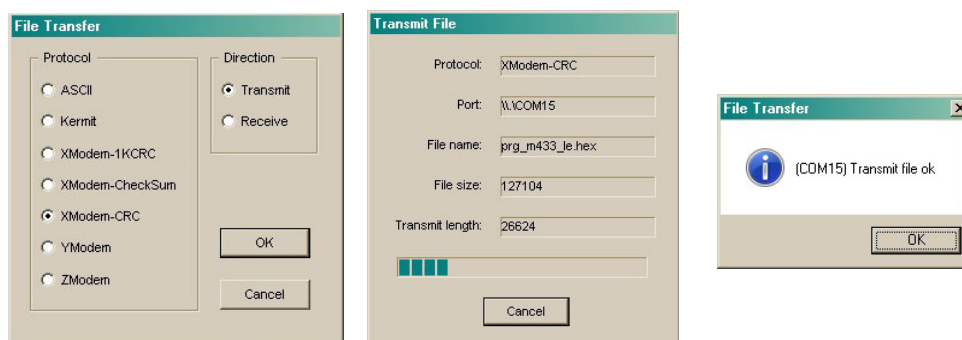
Переведите модем в командный режим, полав в него из терминальной программы три последовательных символа «+» с интервалом между символами (1...3) с.

После входа в командный режим (появление на экране приветствия и приглашения к вводу команд) подайте команду \$BOOT.

Независимо от способа входа в режим смены ПО модем выдаст в терминальную программу примерно такое сообщение о готовности принять файл с новым ПО:

```
(c)PATEOC S433L_K22.bv1  
Wait microcode XModem-CRC:CCCCCCCCCCCC
```

- с помощью инструмента «Передача файлов» отправьте в модем файл с нужной версией встроенного ПО в протоколе Xmodem-CRC и дождитесь окончания передачи.



После завершения передачи файла модем выдаст в терминальную программу строку вида SXXXX, где XXXX — количество обновленных блоков. Если XXXX=0000,

значит, в модем передали файл с той же версией ПО, что и была у модема до попытки обновления.

После обновления модем следует пересбросить (включить и выключить питание).

4.12.4 РЕЖИМ «КОМАНДНЫЙ». РАСШИРЕННАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ

Командный режим используется для расширенной конфигурации параметров модема.

В этом режиме модем прослушивает рабочий порт RS-232/485 и ожидает получения по нему команд управления, которыми можно изменить любые параметры модема — как основные, которые можно менять оперативно с помощью органов управления и о которых шла речь ранее, так и большое количество дополнительных параметров для расширенной конфигурации.

Расширенная конфигурация модема осуществляется с помощью персонального компьютера (ПК). Для физического подключения интерфейсов RS-232 или RS-485 модема к ПК потребуется переходник USB - RS-232 или USB - RS-485 (в комплект поставки не входит, при необходимости нужно заказывать отдельно) и установка драйверов USB для него.



Расширенная конфигурация не потребуется для типового применения модема — прозрачного удлинителя портов RS-232/485. Изменять расширенные параметры имеет смысл только в случае осознанной необходимости. Необдуманное изменение расширенных параметров может привести к проблемам в работе модемов.

Перевести модем в командный режим можно следующими способами:

- 1 Из рабочего режима кратковременным нажатием кнопки **MODE** (см. раздел «Переход во вспомогательные режимы с помощью кнопки MODE»). Рабочий порт и его параметры (скорость, четность и т.д.) при переходе в командный режим определяются параметрами **P**, **C** и **F** модема (см. раздел «Выбор и параметры последовательных портов RS-232/485 (параметры **P C F**)»).
- 2 Из рабочего режима, отправив в модем по рабочему интерфейсу RS-232/485 три последовательных символа «+» с интервалом между символами (1...3) с. Как минимум 2 с до начала и 2 с после окончания последовательности символов «+» на RS-232/485 не должно быть никаких других символов. При этом способе не используется кнопка **MODE**, поэтому он удобен, когда нужно произвести конфигурацию модема, доступ к которому затруднен — например, модем уже установлен на мачте или на крыше.
- 3 Из режима «Пакетный#2» при получении команды группы 03.

Для конфигурации можно использовать любую терминальную программу для ПК (HureTerminal, Pcomm и т.д.). Изменение параметров при этом осуществляется подачей соответствующих текстовых команд, модем подтверждает выполнение команды или сообщает об ошибке;

Для конфигурации следует:

- подключить модем к ПК через переходник USB - RS-232 или USB - RS-485;
- подать питание на модем;
- запустить на ПК программу, с помощью которой планируете производить конфигурацию;
- открыть в программе COM-порт, который создается на ПК при подключении используемого переходника;
- в настройках программы установить параметры COM-порта в соответствии с параметрами рабочего порта RS-232/485 модема (по умолчанию: 9600 8 N 1);

- перевести модем в командный режим одним из способов (см. раздел «Режим «Командный»»), например, просто кратковременно нажмите кнопку **MODE** в рабочем режиме модема.



Если параметры порта RS-232/485 модема менялись (параметрами $\underline{L}$ или $\underline{F}$), то настройки порта конфигурационной программы следует привести в соответствие с установленными параметрами порта.

При входе в командный режим на индикаторе модема отобразится условное обозначение командного режима **CONF**, а на порт RS-232/485 будет выведено приветствие, после чего модем ожидает ввода команд:

```
'SPECTR-433IND' mc:1.00  
(c)000'PATEOC' 07/05/2019  
COMMAND MODE
```

Если приветствие не появилось или вместо него видны нечитаемые символы, то имеются какие-то проблемы с подключением модема к ПК:

- не установлены или установлены некорректно драйвера переходника USB - RS-232 или USB - RS-485;
- выбран не тот COM порт в терминальной программе;
- параметры COM-порта в терминальной программе не соответствуют параметрам порта модема.

Подайте на модем команду **\$DMP** (напечатайте ее в окне терминальной программы, используйте заглавные латинские буквы без пробелов, отправка команды в модем — клавиша **ENTER**) — в ответ модем должен выполнить ее, выдав список своих основных параметров.

```
OK> $DMP  
R   CH=06                AR=3 RST=3  
TXID=FFFF                PWR=0 MNL=10  
MYID=0006                DFEC= --  
RETRY=000 RPTN=255 RFEC= --I  
BPM  =001 BPD  =000 AIR=00000000  
ACKT  =020 DCD  =000 MDA=00000000  
PLEN  =128 PACT=005L MDB=00001000  
RESPT=000 MAXP=001 COM=11100011  
EODS  =FF                RAFEC=R:7,3I  
                        $24=01 $25=01  
$26=00 $27=00 $28=0A $29=00
```

Если модем при входе в командный режим выдает приветствие и реагирует на команды — он правильно подключен к компьютеру, можно приступать к его программированию.

Все команды, посылаемые в модем, начинаются с символа **\$**. Для ввода команды нужно нажать клавишу **Enter**.

Команды должны вводиться с использованием заглавных латинских букв. 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 получения неизвестной команды модем в ответ выведет сообщение **ER>**.

Если команда введена правильно, но содержит некорректные параметры, выдается сообщение **??>**.

Если и команда, и параметры верны, модем выполнит ее и выдаст сообщение **«OK>»**.

Пример:

```
OK>$ar=3 ↵  
ER>$COM=110010 ↵  
??>$PWR=3 ↵  
OK>
```

Модем не распознал команду **\$ar** (нужно вводить заглавными буквами), сообщил об ошибке при вводе параметров команды **\$COM** (эта команда «ждет» ввода 8-ми двоичных символов) и выполнил команду **\$PWR=3**.

Если при вводе команд в терминальной программе не отображаются вводимые символы, значит в настройках программы запрещено отображение вводимых символов. В этом случае следует включить в настройках программы флаг «Локальное эхо» или «Отображать вводимые символы на экране» (название может быть разным в разных программах).



Помните, что большинство параметров для записи в энергонезависимую память и вступления в силу требуют сохранения (команда **\$S**) и пересброса модема (команда **\$R** или выключение/включение питания).

Не забывайте записывать параметры: достаточно подать одну команду **\$S после каждого сеанса изменения параметров!**

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

5 РЕЖИМЫ РАБОТЫ МОДЕМА (РАСШИРЕННАЯ КОНФИГУРАЦИЯ)



В этом разделе подробно описываются все режимы и все параметры модема. Данная информация может понадобиться только при необходимости в расширенной конфигурации параметров для «нестандартного» применения модемов.

При типовом применении модема в качестве прозрачного удлинителя портов RS-232/485 информация из этого раздела избыточна. Изменять расширенные параметры имеет смысл только в случае осознанной необходимости. Необдуманное изменение расширенных параметров может привести к проблемам в работе модемов.

Модем может находиться в следующих режимах работы:

- режим «Инициализация» (вспомогательный);
- режим «Командный» (вспомогательный);
- режим «Тест» (вспомогательный);
- режим «Смена ПО» (вспомогательный)
- один из режимов передачи данных: «Прозрачный», «Пакетный #1» (модем → терминал), «Пакетный #2» (модем ← терминал).

Рабочим режимом является один из режимов передачи данных. Остальные режимы — вспомогательные и используются для конфигурации параметров модуля, тестирования и т.д.

Через секунду после включения (подачи питания) модем автоматически переходит в заданный командой \$MDA режим передачи данных (по умолчанию — «Прозрачный»).

Переход во вспомогательные режимы производится с использованием кнопки **MODE** (см. раздел «Переход во вспомогательные режимы с помощью кнопки MODE»). В некоторые вспомогательные режимы можно также перейти с помощью команд из командного режима или с помощью отправки определенной последовательности символов на модем по RS-485 из режима передачи данных.

5.1 РЕЖИМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

5.1.1 РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ «ПРОЗРАЧНЫЙ»

В данный режим модем переходит из следующих режимов работы при условии, что командой **\$MDA** задан режим «Прозрачный»:

- из режима «Инициализация», если при подаче питания не была нажата кнопка **MODE**;
- из командного режима с помощью команды **\$E** или нажатии кнопки **MODE**.

Режим «Прозрачный» — основной режим передачи данных, в 99% случаев модемы применяются именно в этом режиме.

В этом режиме:

- все данные, поступившие на последовательный порт модема, доставляются на последовательный порт адресуемого модема (или модемов, если используется широковещательный или групповой адрес);
- все данные, принятые из эфира, выдаются на последовательный порт модема, если адресованы этому модему.

Слово «прозрачный» в названии режима не означает, что модемы передают в радиозфир непосредственно данные, полученные от внешнего оборудования по RS-485: нет, в эфире они работают с собственным протоколом, обеспечивающим адресацию, проверку доставки, помехоустойчивое кодирование и т. д.

Прозрачность означает, что данные, поступившие на последовательный порт модема будут доставлены на последовательный порт (порты) удаленного модема без

изменений. То есть, можно говорить о прозрачности на уровне «последовательный порт одного модема» — «последовательный порт (порты) удаленного (удаленных) модемов».

Благодаря такой прозрачности практически любое внешнее оборудование, работающее по интерфейсам RS-485, будет работать и через радиомодемы, не замечая, что работает через них — для него работа через модемы не будет отличаться от работы по проводам.

Протоколы, по которым работает внешнее оборудование (ModBus, Болид и т.д.) практически не имеют значения, поскольку модемы будут прозрачны для этих протоколов.

Все это касается как простых систем, когда нужно связать пару устройств с помощью двух модемов, так и более сложных систем сбора данных из множества удаленных объектов. Никаких специальных ограничений на количество объектов в системе с радиомодемами нет: можно сказать, что если система работает по проводам RS-485, она практически наверняка будет работать и через радиомодемы.

Прозрачный режим следует использовать во всех случаях, когда адресация и логическое взаимодействие объектов в системе обеспечивается на более высоком уровне внешним оборудованием, например, при внедрении модулей в уже существующие системы. При этом не требуется менять программное обеспечение в уже работающей системе.

Как уже говорилось, в режиме «Прозрачный» канал связи модем-модем можно считать прозрачным радиоудлинителем последовательного интерфейса RS-485, при этом следует сделать несколько оговорок.

При работе через модемы возникают задержки в доставке данных, величина которых зависит от скорости данных в эфире, режима помехоустойчивого кодирования, времени переключения прием/передача и т. д. Это следует учитывать при настройке внешнего оборудования (например, для «мастера», ведущего опрос «слейвов» нужно увеличивать время ожидания ответов).

У модема имеется ограничение на максимальную длину пакета при передаче данных в эфир (максимум 256 байт, задается командой [\\$PLEN](#)), поэтому в случае, если на порт RS-485 модема поступают массивы данных большей длины, модем при передаче по радио разобьет их на несколько пакетов. При этом приемный модем выдаст принятые из эфира данные на свой порт также несколькими «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. режим «Буферизация принятых из эфира данных. Конкатенация данных».

Передача данных в эфир начинается в следующих случаях:

- прошло максимально допустимое время с момента приема первого или последнего байта информации с последовательного порта (см. раздел «\$PACT - время удержания пакета неполной длины в передающем буфере»);
- 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 для одного пакета количество байт (флаг bFullPacActionDis команды [\\$MDA](#)).

Независимо от приема данных по RS-485 модем принимает данные из эфира. Если в эфире обнаружен пакет, адресованный 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.

5.1.2 НАЗНАЧЕНИЕ «ПАКЕТНЫХ» РЕЖИМОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

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.

Логическое взаимодействие и адресацию объектов можно организовать и на уровне модемов, используя для этого режим «Пакетный».

Использование режима «Пакетный» позволяет адресовать данные конкретному модулю (модулям) и знать, от какого модуля получены данные из эфира без входа в командный режим и изменения адреса 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 последовательному интерфейсу) 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 адресуемого модема, режим работы которого может быть и пакетным и прозрачным.

В зависимости от «направления» существуют два пакетных режима:

- в сторону модема пакетный режим называется «**Пакетный #2**». В этом режиме данные, подаваемые на последовательный интерфейс RS-485, должны иметь определенный формат (структуру);
- в сторону внешнего оборудования – «**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](#) - режим работы модема»), например, в сторону модема может быть прозрачный режим, а в сторону внешнего оборудования – «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 переходит из режима «Инициализация» при условиях, что в момент подачи питания не была нажата кнопка MODE и что в регистре [\\$MDA](#) установлены биты включения нужного пакетного режима.

При использовании пакетного режима данные, направляемые в модем внешним устройством и выдаваемые модемом на внешнее устройство по последовательному интерфейсу RS-485, в общем виде должны иметь (имеют) следующую структуру (здесь и далее принимается сокращение **HASFs** – Нех символ в верхнем регистре в формате ASCII):

DLE, STX, NETID, CMD, {DATA}, DLE, ETX, где
DLE - символ «\$»;
STX - символ «<»;
NETID – адрес модуля в сети RS-485 в формате 4 HASFs (равен адресу, задаваемому командой [\\$MYID](#) для радиосети);
CMD – команда пакета в формате 2 HASFs;
DATA – пользовательские данные;
ETX - символ «>».



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

Все управляющие символы (NETID, CMD и вспомогательные данные) передаются в HEX формате в коде ASCII верхнего регистра ('0'...'9', 'A'...'F').

Параметр NETID необходим для адресации модулей внутри сети RS-485.

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

5.1.3 РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ «ПАКЕТНЫЙ #1» (В СТОРОНУ ВНЕШНЕГО ОБОРУДОВАНИЯ)

Команды режима «Пакетный #1»

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

Значение: Информационный пакет от модулю **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 модему 1234. Данные переданы в широковещательном режиме.

Команда: '1x' / \$<NETID,1x, DATA\$>**Значение:** Команда 10:

Формат команды: 10AAAALLLL

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 модемом AAAA только в режиме «Пакетный #2». 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 (пробелы вставлены для наглядности).

Команда 12:

Формат команды: 12AAAALLLL

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 модемом AAAA и только в режиме «Пакетный #2». Не подтвержденные модемом AAAA данные теряются.

Пример:

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

Команда: '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»; 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.

Команда: '30' / \$<NETID,3х, {DATA} \$>**Значение:****Команда 30:**Формат команды: **30** (поле DATA отсутствует).

Данное сообщение выдается, если модем принял со стороны внешнего оборудования 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» (в сторону модема)».

Пример:

\$<0001**30**\$> - 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 есть 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 внешнего оборудования 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» (в сторону модема)»). Все принятые данные для модема **ADR** удаляются из буфера модуля.

Команда 34:Формат команды: **34, ADR**

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

Пример:

\$<000100020002hello\$s

\$<0001**34**0002\$>**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).

Команда: '4х' / \$<NETID,4х, 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» (в сторону модема)»). Поле SSSS – (4 HASFs).

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

Команда 41:

Ответ на команду локального опроса 0301 (см. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #2» (в сторону модема)»).

Пример: \$<000141\$>

Команда 42:

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

Пример: \$<000142\$>

Команда: '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 (пробелы вставлены для наглядности).

\$<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).

Команда: '6x' / \$<NETID,6x, DATA\$>**Значение:** Команда 60:

Формат команды: 60hhhhAABBCCDDEE

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

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

AA,BB,CC,DD,EE – 2 HASFs.

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» (в сторону модема)»).

{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» (в сторону модема)»).

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

5.1.4 РЕЖИМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ «ПАКЕТНЫЙ #2» (В СТОРОНУ МОДЕМА)

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 модулем 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: \$<000100101234hello\$> Команда модему 0001 на передачу модему 1234 строку «hello» в режиме без установления соединения.

\$<00020001FF02hello\$> Команда модему 0002 передать группе модемов 02 строку «hello» в широкополосном режиме с включенным помехоустойчивым кодом RS(7,3).

Команда: '01' / \$<NETID,01,TYPE\$>**Значение:** Резерв**Команда:** '02' / \$<NETID,02,TYPE,VAL\$>

Значение:	Команда управлением текущими параметрами передачи данных в эфир. Поле VAL – 2 HASFs. Значение поля TYPE (2 HASFs): 00 - Задержка DELAY_SEC (0...255 секунд) между последовательными транзакциями модема. 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. 01 - Число RETRY_NUM ретрансляций пакетов, требующих подтверждения. Данное значение активизируется только при передаче индивидуальных пакетов (см. \$RETRY). 02 - Число BCMAX_NUM передач копий широковещательного пакета (0...255).
Пример:	\$<0001 0200 0A\$> - команда модему 0001: после передачи текущего пакета происходит задержка на 10 секунд. \$<0001 0201 05\$> - команда модему 0001: 5 попыток для успешной передачи пакета, требующего подтверждения. \$<0002 0202 03\$> - команда модему 0002: каждый широковещательный пакет передается по 3 раза. (Пробелы вставлены для наглядности)
Число байт в буфере:	0
Команда:	'03' / \$<NETID,03,CMD_ID\$>
Значение:	Значение поля CMD_ID (2 HASFs): 00 - Получить размер свободного буфера модема на исходящие данные. Ответом на команду является пакет с типом 40, посылаемый модулем на внешнее оборудование в режиме передачи данных «Пакетный #1». 01 - Локальный опрос модема. Ответом на команду является пакет с типом 41, посылаемый модемом в DTE в режиме передачи данных «Пакетный #1». 02 – Вход в командный режим. 03 – Аппаратный сброс модуля.
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. 01 – чтение профиля модема. Ответом на данную команду является команда 61. 02 - чтение профиля модема, загружаемого по команде \$IEE. Ответом на данную команду является команда 62. Примечание: <i>В текущей реализации микропрограммы независимо от значения ID, ответ выдает локальный модем NETID.</i>
Команда:	'05' / \$<NETID,05,00,ID,TO,PROFILE\$>
Значение:	Команда записи профиля в модем. Поле ID (4 HASFs): адрес конфигурируемого модема. Поле TO (2 HASFs): определяет тайм-аут на выполнение команды. Тайм-аут задается в интервалах, кратных 1 с. 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: при этом будут изменены только первые n байт профиля модема. Примечание: <i>В текущей реализации микропрограммы независимо от значения ID, профиль записывается в локальный модем NETID. Параметр TO игнорируется.</i>

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

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

Команда сброса модема.

Поле **ID** (4 HASFs): адрес модема. Команда аналогична команде 0303 за исключением того, что сброс по команде 0303 происходит мгновенно, а команда 0600 ставится в очередь на выполнение.

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

Примечание:

В текущей реализации микропрограммы независимо от значения ID, сброшен будет модем NETID. Параметр 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 ЭНОЗУ значения частоты и скорости после выполнения команды.

00 – запись в ЭНОЗУ не происходит;

01 – после установки параметров эфира осуществляется запись в ЭНОЗУ.

Поле **ID** (4 HASFs): адрес модема.

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.

Примечание:

В текущей реализации микропрограммы независимо от значения ID, данная команда относится к локальному модему NETID. Параметр TO игнорируется.

Пример: \$<0001 0700 0001 03E8 03E8 06 03\$> (пробелы вставлены для наглядности)
Локальная установка частоты передачи и приема 434000 кГц. Скорость передачи – 38400 бит/с.

\$<0001 0700 0002 03E8 83E8 06 03\$> (пробелы вставлены для наглядности)

Установка частоты передачи 434000 кГц у модема 0001, скорость передачи – 38400 бит/с.

\$<0001 0701 0001 83E8 83E8 00 03\$> (пробелы вставлены для наглядности)

Локальная установка скорости передачи 4800 бит/с. Новое значение скорости будет записано в ЭНОЗУ.

5.2 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 2 пакетов. Если пакет информационный, размер данных пакета не должен превышать 128 байт, в противном случае пакет игнорируется и не попадает в очередь на ретрансляцию. 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.».

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

5.3 РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПО ЭФИРУ (ГАРАНТИИ ДОСТАВКИ ДАННЫХ АДРЕСАТУ)

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

5.3.1 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, адресованные всем модемам (или группе модемов).



Поскольку в широкополосном режиме нет возможности реализовать механизм подтверждений, гарантия 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 широкополосных пакетов»);
- снижением скорости передачи в эфире (см. раздел «\$AR - скорость передачи данных по эфиру»).

Если скорость выдачи данных на последовательный порт RS-485 заметно 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».

5.3.2 ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ РЕЖИМ («ТОЧКА-ТОЧКА»)

Для работы в индивидуальном режиме (точка-точка) параметр TXID не должен являться широкополосным или групповым. В этом случае модем отправляет в эфир «индивидуальные» пакеты, которые «слышат» 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 повторов и другие параметры, связанные с подтверждениями могут программироваться (см. раздел «Команды управления»).

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 между модемами. 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 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 в режиме 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 модулю передается специальный кадр неготовности приема. Таким образом, потеря данных из-за несоответствия скоростей исключена.

Режим без установления соединения

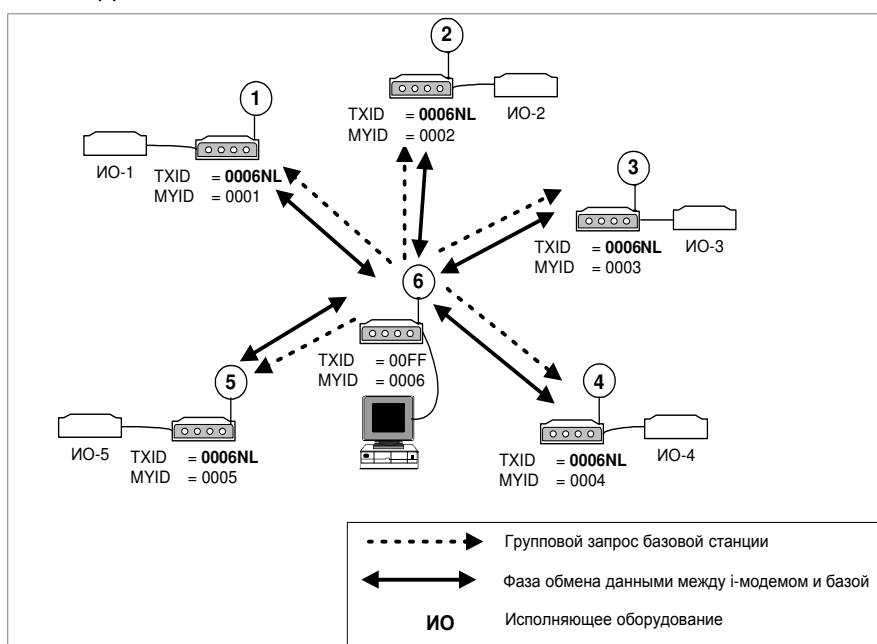
Данный режим активизируется автоматически при условии, что параметр **\$TXID** является любым адресом, отличным от широковещательного или группового, но заканчивается префиксом **NL**. На каждый правильно принятый информационный пакет автоматически отправляется короткое подтверждение (ACK). В случае, если данные приняты с ошибками, подтверждение не отправляется. Данный режим является усовершенствованием режима с установлением соединения. Фазы соединения и разрыв соединения отсутствуют.

При приеме пакета в режиме без установления соединения происходит мнимое соединение с отправителем пакета, после чего начинается вестись история принятых пакетов. Одновременно возможно ведение до 25 таких 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 широковещательном режиме.

Базовая станция работает с исполнительным оборудованием (ИО) через модемы 1...5. Предполагается, что в пакетах базовой станции существует внутренняя адресация для ИО. Базовая станция передает данные в групповом режиме.



Базовый модем и модемы, подключенные к ИО, работают в прозрачном режиме. Гарантия доставки данных до ИО со стороны базового модема отсутствует. Если это необходимо, в случае неполучения ответа на свой запрос базовая станция сама должна повторить его через определенный тайм-аут.

Модемы ИО настроены на связь с базовым модемом в режиме индивидуальный (точка-точка) без установления соединения. Все данные, приходящие на последовательный порт модема от ИО будут гарантированно доставлены до базового модема. Проблем со множественным соединением (как в режиме с установлением соединения) не возникает.

В случае если управляющая программа на базовом модеме может быть модернизирована пользователем, базовый модем, работая в режиме «Пакетный #2», может периодически передавать данные (запросы от базового модема) на ИО в режиме без установления соединения. Это значительно уменьшит время опроса всех ИО при 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.

5.3.3 АНАЛИЗ ЗАНЯТОСТИ ЭФИРА

Во избежание потери данных, вызванных помехами и коллизиями в эфире (в случае, если несколько модемов одновременно пытаются передавать данные на одной частоте), реализован алгоритм анализа занятости эфира перед передачей данных в эфир.

Признаком занятости эфира может быть:

- наличие в эфире пакета от другого модема. Использование этого признака не предупреждает потери данных, вызванные наличием в эфире помех от любых других источников, кроме совместимых модемов;
- превышение «физического» уровня сигнала (RSSI) на антенном входе модуля 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 модулей 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](#)).

5.4 БУФЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ, ПРИНЯТЫХ ПО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМУ ПОРТУ

На входящие по RS-485 данные модем имеет внутренний буфер размером 512 байт. При максимальной длине информационного пакета (256 байт) в буфере может находиться до 2 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»).

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 протестировать его работу при буферизации данных.

Состояние буфера показывает индикатор DATA — загорается синим при наличии в буфере данных для отправки в эфир. При заполнении буфера этот индикатор начинает мигать со скоростью примерно 10 раз в секунду. Как только данные из буфера отправлены в эфир (в режиме «точка-точка» — только при получении подтверждения о доставке), индикатор гаснет.

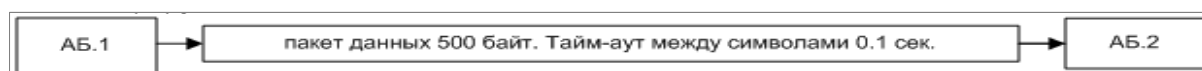
5.5 БУФЕРИЗАЦИЯ ПРИНЯТЫХ ИЗ ЭФИРА ДАННЫХ. КОНКАТЕНАЦИЯ ДАННЫХ

На принятые из эфире данные в модеме предусмотрены 2 буфера по 256 байт каждый. Каждый 256-байтный буфер может быть «виртуально» расширен до 512 байт. Таким образом, суммарный размер буфера составляет 1 Кбайт.

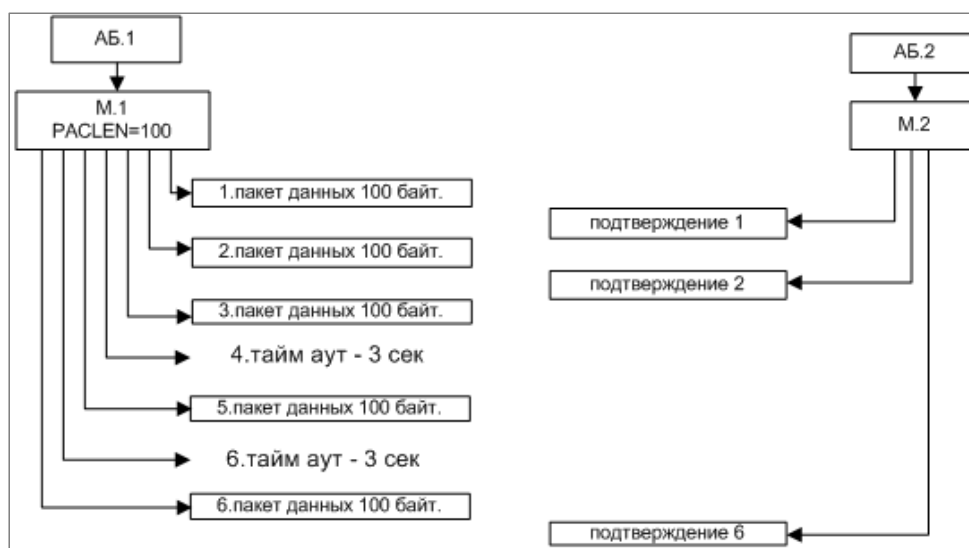
Информационный пакет от разных модемов направляется в индивидуальный буфер. В случае если скорость обмена по эфиру намного превышает скорость обмена по последовательному порту, в приемном буфере могут содержаться до 2 информационных пакетов от разных модемов. Данные приемных буферов последовательно передаются на последовательный порт модема в порядке поступления их из эфире.

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 превысить тайм-аут между символами пакетов сообщения, заложенный в протокол между двумя оконечными устройствами.

На рисунке ниже оборудование соединено проводом напрямую (работает без модемов). Тайм-аут между символами пакета отсутствует.



На следующем рисунке оборудование передает данные через пару модемов.



Предположим, что из-за плохой связи не было получено подтверждения на пакеты №3 и №5. В итоге, данные размером 500 байт были доставлены, но с

промежутком 6 с. Если тайм-аут внутри сообщения меньше 6 с, то полученные данные будут не приняты АБ.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 модемами, но при тайм-ауте между символами внутри сообщения меньше суммы времени переключения на передачу модема и времени доставки сообщения от М.1 к М.2.

Как правило, нет возможности изменить временные параметры протокола обмена.

Для предотвращения подобных эффектов в модеме может быть использована конкатенация данных общего объема, не превышающего 512 байт. Пакеты данных, поступающие из эфира, буферизируются модемом. Время буферизации (удержания) данных модулем 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 модуля по мере поступления из эфира.

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

- **буфер размером 512 байт полон.** Приходящие данные поступают быстрее заданного тайм-аута удержания. Общий размер данных превышает или равен 512 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;
- **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 на последовательный порт или удаляются (бит **DelLinkDataByTimeout** команды [\\$MDB](#)).

Если нет необходимости применять буферизацию приходящих данных из эфира, каждый 256 байтный буфер может быть «виртуально» расширен до 512 байт. Данное свойство полезно применять в том случае, если скорость по эфиру намного превышает скорость выдачи данных по последовательному порту.

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 в эфире, устраняет эту проблему.

Расширение буфера до 512 байт для дополнительного приема данных от конкретного модема возможно 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 на последовательный порт;
- в текущий момент времени на последовательный порт не выдается блок данных от конкретного модема;
- в принимающем модеме запрещена конкатенация данных.

Чтобы разрешить увеличение буфера до 512 байт, необходимо установить в 0 бит \$MDB.bVirtIncRxBufferTo512Disable, при этом параметр LINKBUFTO ([\\$RG26](#)) должен быть равен 0 (конкатенация запрещена).

5.6 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](#)).

Другие ограничения при работе на скорости 76 800 бод отсутствуют.

6 УДАЛЕННАЯ КОНФИГУРАЦИЯ

В модемах имеется возможность удаленной конфигурации.

Под удаленной конфигурацией подразумевается способность модема выполнять принятые от другого модуля по радио команды, не относящиеся к процессу передачи данных.

Для понимания процесса удаленной конфигурации вводится понятие *профиля*. Под профилем понимается набор и структура всех параметров модема, необходимых для его работы. Профиль модема хранится в энергонезависимой памяти (ЭНОЗУ).

Команды удаленной конфигурации передаются в режиме точка-точка (с соответствующим автоматическим подтверждением).

Удаленная конфигурация модема может быть осуществлено только с помощью совместимого модема.

6.1 РЕДАКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ

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

В командном режиме обновление профиля происходит с помощью мнемонических текстовых команд. В этом случае пользователю нет необходимости знать структуру и взаимосвязь данных в профиле: все изменения делаются с помощью текстовых команд, а взаимосвязь параметров осуществляется автоматически.

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

6.1.1 СТРУКТУРА ПРОФИЛЯ

Параметр	Кол-во байт	Адрес	Примечание
Основные параметры			
MYID	2	0x00	Собственный адрес модуля (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
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: - 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			
PIN_CFG1	1	0x22	Конфигурация внешних контактов модуля. Байт N1.
PIN_CFG2	1	0x23	Конфигурация внешних контактов модуля. Байт N2.
PREDCDTIME	1	0x24	Время пред установки сигнала DCD(485_DE) в режимах DCD232 и RS485, ½ бит

POSTDCDTIME	1	0x25	Время пост установки сигнала DCD(485_DE) в режимах DCD232 и RS485, ½ бит			
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 RS-485, × 5 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	Частота передатчика. Задается в единицах, кратных 1 кГц, начиная с частоты 433000 кГц: 433000 = 0x0000 433001 = 0x0001 434000 = 0x03E8 435000 = 0x07D0			
R_FREQ	2	0x5C	Частота приемника. См. T_FREQ			

6.2 ТЕСТИРОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ С УДАЛЕННЫМ МОДЕМОМ

Для проверки качества связи между модемами введена команда тестирования [\\$TBER](#). С помощью данной команды можно передать BER пакеты (специальные пакеты для подсчета соотношения количества ошибок на бит) удаленному модему.

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.

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 гарантированное 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 эта функция активизирована).

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 модемах, кроме использования подтверждений, можно использовать прямое исправление ошибок. Для этого 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 автоматически распознает 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 3 байт (256 бит), поэтому блок состоит из 32 кодовых слов, что эквивалентно 32 байтам полезной информации.

Кодирование	Число исправляемых ошибок с перемежением в блоке на 32 байта (непрерывный пакет),				Скорость кода
	символов в кодовом слове	ошибок без перемежения, бит	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
Без кодирования	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 удаленной конфигурации. Выбор типа кода производится следующими командами:

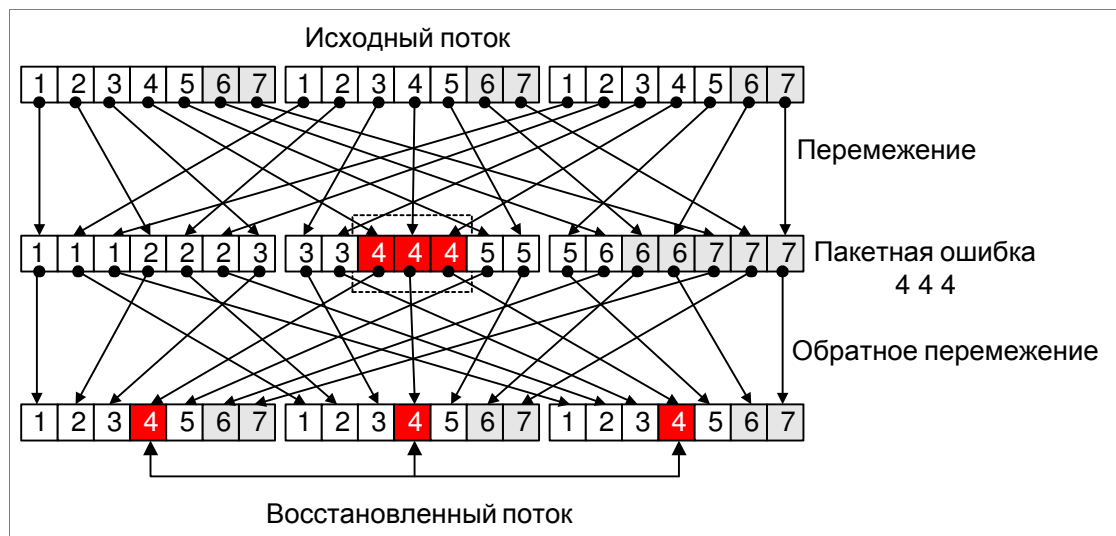
\$DFEC	Выбор типа кода для передаваемых в эфир информационных данных.
\$RFEC	Выбор типа кода, используемого при ретрансляции пакета. Каждый активный ретранслятор использует установленный тип кода при ретрансляции пакетов. Таким образом, можно гибко выбирать способы кодирования в зависимости от условий 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 передаваемых данных, 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 распределятся 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 модуля. 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.

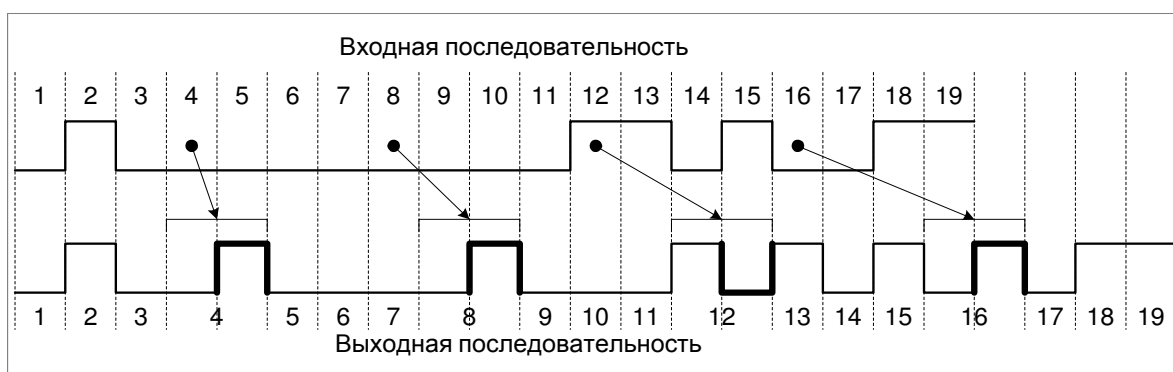
7.3 РАНДОМИЗАЦИЯ (СКРЕМБЛИРОВАНИЕ)

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 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 модуле 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 несколько 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

Значения технологических параметров модема располагаются в энергонезависимой памяти (ЭНОЗУ). Часть из них — начиная с адреса 0xF0 — не являются частью профиля и поэтому не могут быть изменены удаленно. Эти параметры также не затрагиваются командой [\\$IEE](#) и могут быть изменены только командой [\\$RG](#). Далее приведен список технологических параметров.

Регистр	Значение
\$RGF0	Признак включения коррекции частоты приемопередатчика
\$RGF1	Корректирующее значение частоты приемопередатчика
\$RGFC...\$RGFF	Данные для команды \$TEST

8.1 КОРРЕКЦИЯ ЧАСТОТЫ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА

Из-за разброса параметров электронных компонентов значение рабочей частоты встроенного приемопередатчика модема может быть несколько смещено от номинального значения (на сотни Герц или единицы килогерц). Для устранения таких смещений предусмотрена возможность коррекции рабочей частоты.



Коррекция производится только при производстве модемов, ее невозможно правильно осуществить без специального оборудования, поэтому не меняйте установленные изготовителем параметры коррекции.

Для коррекции необходимо активизировать режим коррекции, установив значение регистра по адресу \$F0 в значение 0x78 (120 dec). При любом другом значении \$F0 коррекция частоты не производится.

При включенном режиме коррекции рабочая 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 фактическое значение рабочей частоты F_p при выключенной коррекции или при нулевом смещении $F1=000$. Для этого удобно включить режим «Тест» с выдачей в эфир последовательности 101010... (см. раздел «\$TEST - перевод модуля в режим «Тест»»);
- определить с точностью 500 Гц ошибку $\Delta F = F_p - F_n$ (отклонение от номинальной частоты F_n , заданной командой \$FREQ);
- 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 фактическая (измеренная) частота модуля (без коррекции) равна 434 002,6 кГц при заданной 434 000 кГц, то смещение равно $(2500 / 500) + 128 = 5 + 128 = 133$ (2 600 Гц округлили до ближайшего кратного 500 Гц).

Другой пример: фактическая (измеренная) частота модуля (без коррекции) равна 433998,8 кГц при заданной 434000 кГц. Смещение в этом случае равно $(1000 / 500) = 2$ (1200 Гц округлили до ближайшего кратного 500 Гц).

8.2 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

Каждый модем имеет два адреса:

- адрес отправителя (собственный), задается командой [\\$MYID](#)
- адрес получателя, задается командой [\\$TXID](#).

Возможно использование 65535 адресов в диапазоне 0000...FFFF (hex), 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.

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 две последние цифры их собственного адреса должны быть одинаковыми. Например, модемы адреса 1200, 1201,...12FE образуют группу: для передачи данных всем адресатам данной группы необходимо адресу получателя присвоить значение 12FF.

Все пакеты, передаваемые в эфире, содержат информацию об адресах отправителя и получателя. На основании этой информации каждый модем может судить об отправителе и назначении каждого пакета. Таким образом, нет необходимости в отдельном признаке способа распределения данных между модулями («точка-точка», «групповой» или «широковещательный») — режим работы задается только адресами.

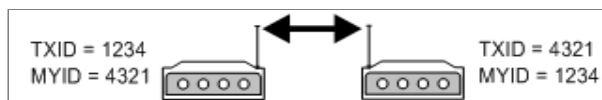
Например, если один из модемов имеет TXID=12FF, его пакеты будут считать «своими» и передавать принятые данные на последовательный порт RS-485 все модемы, адреса MYID которых начинаются с 12. Пакеты от модема с TXID=0205 будут «принимать» (выдавать на свой порт RS-485) только модем с адресом MYID=0205.

Два или более модема, работающие в одной сети, не должны иметь одинаковый MYID.

9.2 РЕЖИМ «ТОЧКА-ТОЧКА» С УСТАНОВЛЕНИЕМ СОЕДИНЕНИЯ

Этот режим применим для организации канала связи между двумя точками при необходимости обеспечения гарантии доставки данных.

Для реализации такого режима следует настроить адреса MYID и TXID двух модемов «крест-накрест»: TXID первого равен MYID второго и наоборот.



В данном режиме гарантируется доставка данных адресата (или констатируется невозможность доставки): отослав пакет, модем в течение тайм-аута, заданного параметром [\\$ACKT](#), ожидает подтверждения приема со стороны получателя и при неполучении подтверждения повторяет передачу пакета.

Для увеличения пропускной способности канала передачи данных можно задать посылку нескольких информационных пакетов подряд с ожиданием группового подтверждения. Количество передаваемых таким образом (без ожидания подтверждения) пакетов задается командой [\\$MAXP](#) на передающем модеме.

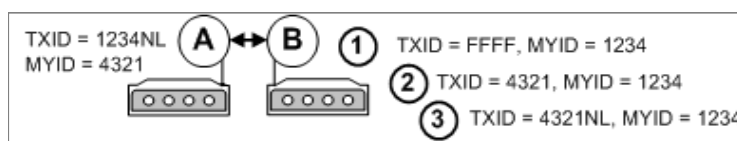
На приемном модеме можно изменять время задержки отправки подтверждения-параметр [\\$RESPT](#).

В режиме «точка–точка» с установлением соединения принимающий модем подтверждает полученный пакет либо специальным коротким пакетом, либо включает подтверждение в свой информационный пакет, если таковой имеется для передачи.

Если нужно добиться максимальной пропускной способности канала между модемами, 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](#).

9.3 РЕЖИМ «ТОЧКА-ТОЧКА» БЕЗ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ

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

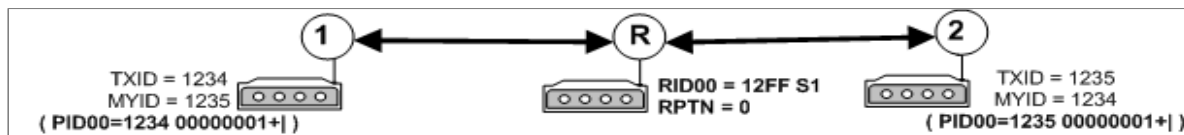


В данном режиме гарантируется доставка данных адресата (или констатируется невозможность доставки): отослав пакет, модем в течение тайм-аута, заданного параметром [\\$ACKT](#), ожидает подтверждения приема со стороны получателя и при неполучении подтверждения повторяет передачу пакета.

В случае если модем А находится в пакетном режиме, время передачи данных абоненту В много меньше, чем в случае установки соединения, 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 специальным коротким пакетом, подтверждение информационным пакетом невозможно.

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.

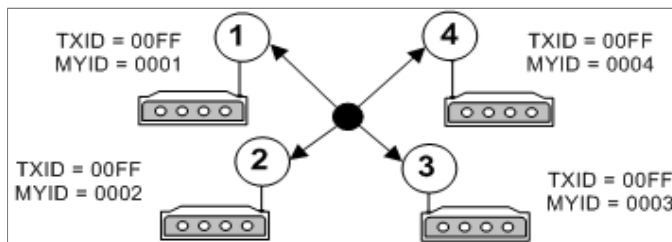
9.4 РЕЖИМ «ТОЧКА – ТОЧКА» С ПОВТОРИТЕЛЕМ



Если задать параметры, показанные на рисунке без скобок, получится конфигурация, не исключающая приема модемами 1 и 2 «прямых» пакетов друг от друга.

Чтобы отфильтровать прием таких пакетов (и избежать дублирования данных при прямом приеме), следует 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, когда связь то появляется, то исчезает.

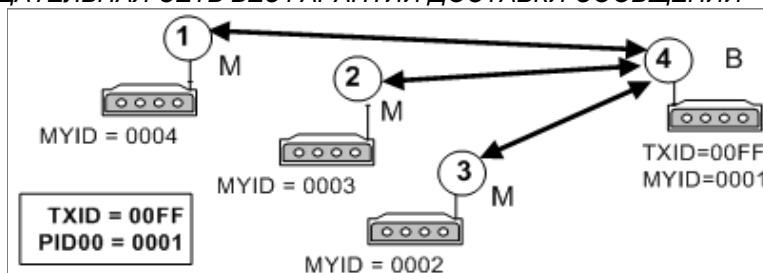
9.5 РЕЖИМ «ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ» БЕЗ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ («МНОГОТОЧЕЧНЫЙ»)



Модемы 1, 2, 3, 4 являются равноправными членами сети и могут принимать пакеты друг от друга: все «слышат» всех.

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

9.6.1 ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ БЕЗ ГАРАНТИИ ДОСТАВКИ СООБЩЕНИЙ

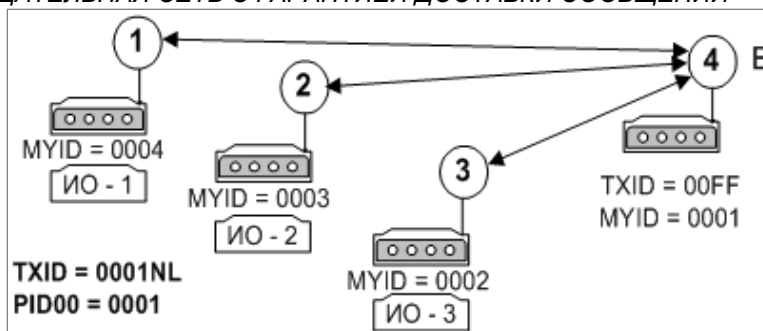


Модемы 1, 2, 3 принимают пакеты только от модема 4 и игнорируют пакеты друг от друга, т.к. для этих модемов задан активный PID, равный MYID модема 4.

Модем 4 принимает пакеты от всех модемов, т.к. не имеет ни одного активного PID.

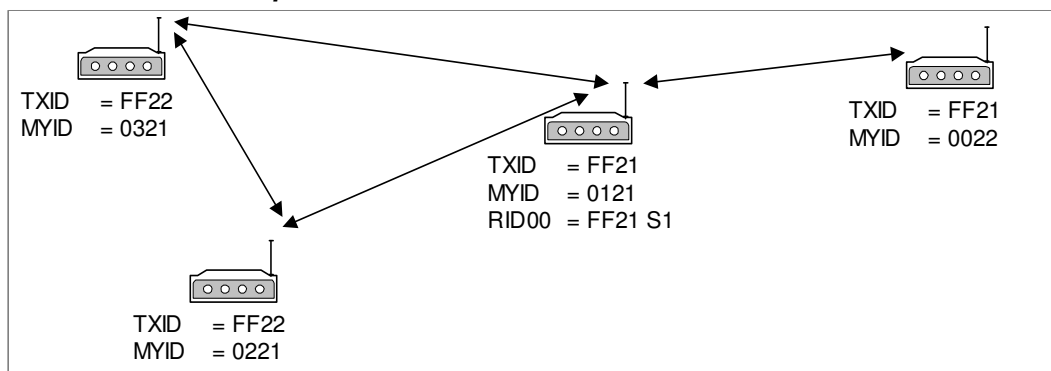
Модемы 1, 2, 3 работают в режиме «Прозрачный». Базовый модем 4 может работать как в режиме «Прозрачный», так и в режиме «Пакетный #1».

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 модули 1, 2 и 3 входят в адресный режим с базовым модулем при передаче данных от исполнительного оборудования (ИО). В этом случае информация от ИО гарантированно передается в ответ на запрос базового модуля. 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 ретрансляционному полю (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, занимающим 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 базовый модем). 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 широковещательных. 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».

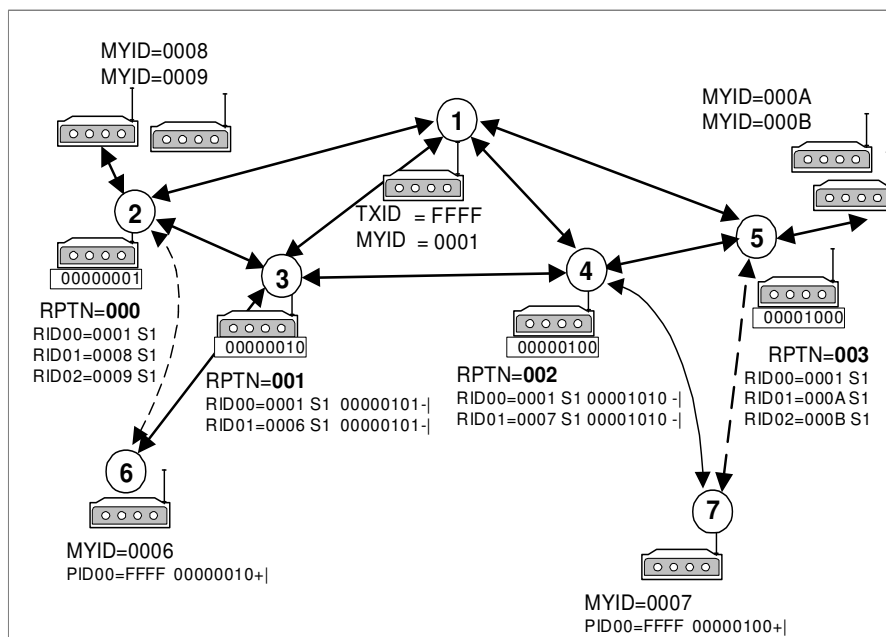
Если пакет от ретранслятора (группы ретрансляторов) должен быть обработан, необходимо в команде задания маски указать знак обработки «+», иначе - «-».

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 недалеко друг от друга, могут иметь место избыточные повторы пакетов. Данная ситуация иллюстрируется на рисунке ниже.



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

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

Для исключения лишних ретрансляций имеется возможность установить маску на ретрансляцию (запрет ретрансляции) уже ретранслированных пакетов другими ретрансляторами или группой ретрансляторов.

Установка масок у модемов 3 и 4 в значение, показанное на рисунке, приведет к тому, что модем 3 не будет ретранслировать пакеты, если они ретранслированы модемами 2 или 4, а модем 4 не будет ретранслировать пакеты, если они ретранслированы модемами 3 или 5. В результате 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.

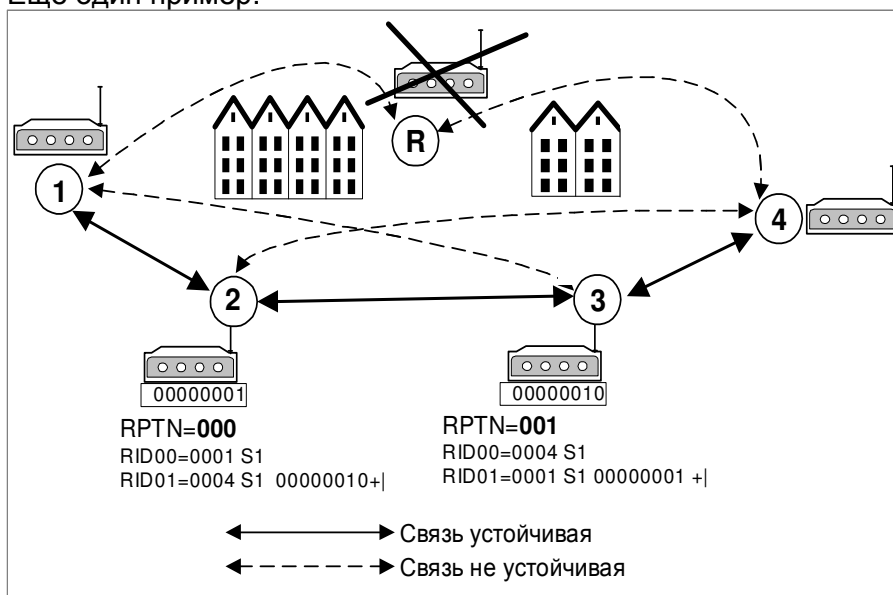
Если маска активирована и запрограммирована на *запрет ретрансляции* пакетов и совпадает с РП принятого пакета, подлежащего ретрансляции, анализ адресов RIDx не происходит и пакет, подлежащий ретрансляции, не ретранслируется.

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 независимо 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 «слышимость» в радиозфире, вследствие чего может увеличиться трафик служебных пакетов при их множественной ретрансляции.

10.1 ПРИЕМ РЕТРАНСЛИРОВАННЫХ ПАКЕТОВ

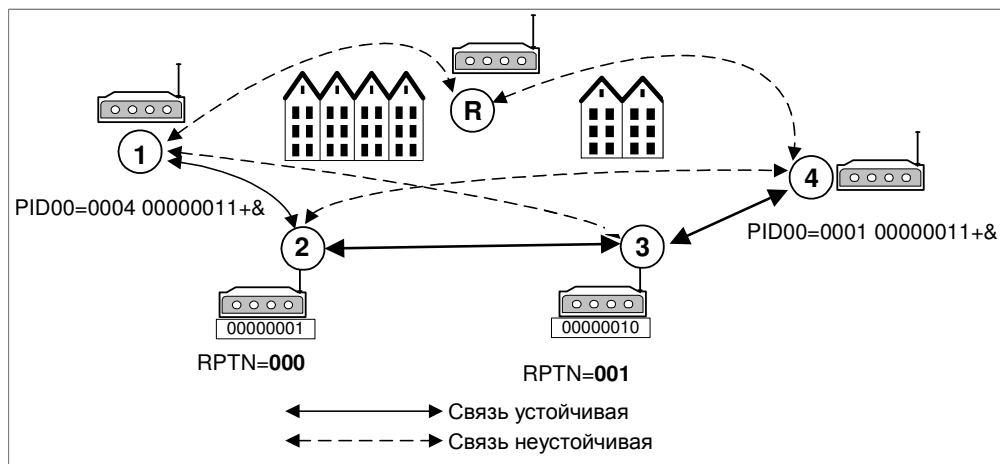
При соединении двух модемов в режиме «точка-точка» через сеть повторителей (ретрансляторов) желательно исключить дублирование от соседних ретрансляторов некоторых служебных пакетов процесса обмена информацией, т.к. они требуют

немедленной реакции и поэтому возможно заполнение эфира лишними пакетами, что уменьшит 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 **\$RIDxx**. 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 отработает 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 только в том случае, если между ретрансляторами существует прямая «слышимость» в радиоэфире, вследствие чего может увеличиться трафик служебных пакетов при 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

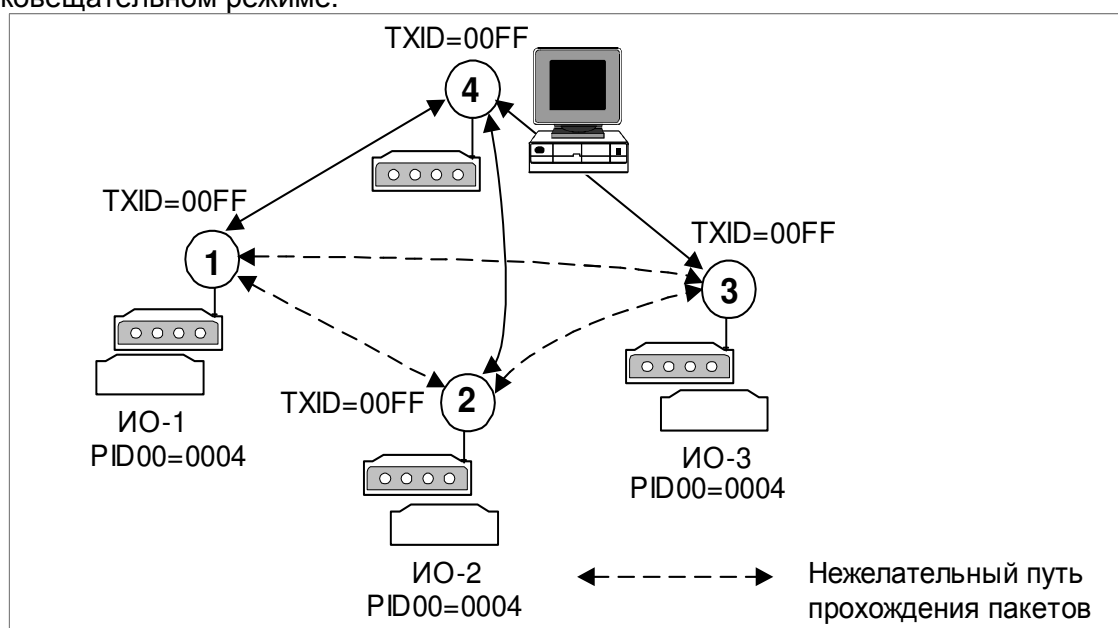
В модеме реализована возможность игнорирования пакетов от определенных абонентов или приема пакетов только от определенного абонента (группы абонентов).

Данное свойство удобно использовать при организации радиосети в широковещательном режиме с одной или несколькими базовыми станциями, когда прием пакетов от абонентов, не являющихся базовой станцией, нежелателен.

Адрес базовой станции задается командой `$RIDxx`, 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.

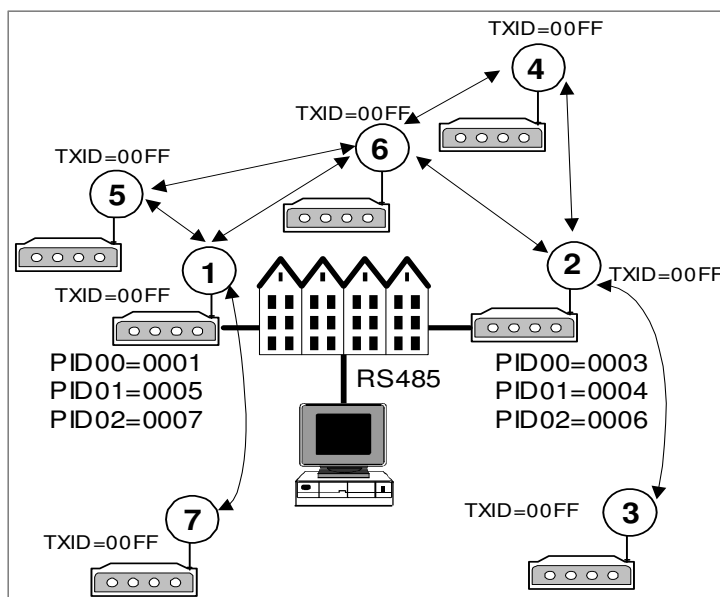
Программирование базовых станций также может потребоваться в случае, если несколько модулей, соединенные в сеть RS-485, работают на несколько базовых станций. В этом случае получение широковещательного пакета может вызвать коллизию в сети, хотя пакет может быть предназначен только одному абоненту, подключенному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

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

При этом 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 коллизии.

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

Все команды, посылаемые в модем, должны начинаться с префикса \$ (0x24) и заканчиваться символами CR (0x0D) и LF (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 получения неизвестной команды, модем в ответ выведет сообщение «**ER**>».

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

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



Помните, что большинство параметров для записи в энергонезависимую память и вступления в силу требуют сохранения (команда \$S) и пересброса модема (команда \$R или выключение/включение питания).

Не забывайте записывать параметры: достаточно подать одну команду \$S после каждого сеанса изменения параметров!

Команда	Краткое описание	Активация	Запись в ЭНОЗУ	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 эфире	S + R	S	1	-
\$BPM	Максимальное число широкоэмительных пакетов	┘	S	1	-
\$BPT	Пауза между широкоэмительными пакетами	┘	S	0	10 мс
\$COM	Режим работы последовательного порта	S + R	S	11100011	-
\$CRC	Проверка контрольной суммы микропрограммы	┘	-	-	-
\$DMP	Вывод профиля	┘	-	-	-
\$E	Выход из командного режима	┘	-	-	-
\$EODS	Символ передачи данных в прозрачном режиме	S + R	S	FF	-
\$DFEC	Тип (FEC) для информационных пакетов	S + R	S	7	-
\$CH	Установка рабочего канала	S + R	┘	1...69, 92	-
\$IEE	Загрузить профиль по умолчанию	┘	-	-	-
\$LID	Список RID и PID	┘	-	-	-
\$LOG	Журнал событий в эфире	┘	-	-	-
\$MAXP	Макс. число пакетов, передаваемых без подтверждения	┘	S	1	Пакет
\$MDA	Режим работы модуля	S + R	S	0	-
\$MDB	Режим работы модуля	S + R	S	00001000	-
\$MNL	Число бит, передаваемых без инверсии последнего бита	┘	S	0	Бит
\$MYID	Собственный адрес модуля	┘	S	\$IEE	-
\$PACT	Время удержания пакета в передающем буфере	┘	S	30	5 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 модуля	┘	-	-	-
\$RAFEC	Тип FEC для ответов на команды удал. конфигурирования	S + R	S	1	-
\$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	-	-
\$RPTN	Номер повторителя	↓	S	255	-
\$RST	Уровень RSSI	↓	S	7	-
\$RSS	Сканирование RSSI	↓	-	-	-
\$\$	Запись параметров в ЭНОЗУ	↓	-	-	-
\$SCAN	Сканирование эфира	↓	-	-	-
\$TEST	Переход в режим «Тест»	↓	-	-	-
\$TBER	Передача BER пакетов	↓	-	-	-
\$TXID	Адрес получателя	↓	S	FFFF	-
\$XID	Удаление ID в таблице ID	↓	S	-	-

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

- ↓ - после ввода команды;
- S – после команды [\\$S](#);
- S+R – после команд [\\$S](#) и [\\$R](#).



При вводе числовых параметров ведущие нули должны присутствовать.

11.1 \$DMP - вывод профиля модема

По этой команде модем выдаст на порт RS-485 текущие значения всех основных параметров.

Ввод: **\$DMP ↓**,

Пример:

```
FREQ=433920.433920 AR=7 RST=7
TXID=0004NL PWR=3 MNL=10
MYID=0001 DFEC= --
RETRY=000 RPTN=255 RFEC= --I
BPM =001 BPD =000 AIR=000000000
ACKT =020 DCD =000 MDA=000000000
PLEN =000 PACT=030L MDB=11001000
RESPT=000 MAXP=001 COM=11100011
EODS =FF RAFEC=R:7.3I
$22=FF $23=FF $24=01 $25=01
$26=00 $27=00 $28=0A $29=00
OK>
```

11.2 \$CH - изменение рабочего частотного канала

Ввод: **\$CH=XX ↓**, где

XX - номер рабочего канала.

Пример: | \$CH=32

11.3 \$MYID - изменение собственного адреса модема

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

Ввод: **\$MYID=hhhh ↓**, где

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

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

11.4 \$TXID - изменение адреса адресуемого модема

Команда задает 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: **\$TXID=hhhh(NL) ↓**, где

hhhh - любое число в формате 4 HAsFs.

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

Ввод любых других значений означает режим «точка-точка» с модемом, чей адрес MYID совпадает с введенным значением hhhh.

При вводе значений с постфиксом NL с модемом hhhh включается режим «точка-точка» 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

Ввод: **\$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 формуле $4 \times BR \times \Delta F$.



Модемы могут работать друг с другом только при одинаковых параметрах AR.



Имеется возможность установить 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, а на работу модемов накладываются некоторые ограничения (см. раздел «Работа модема на скорости 76 800 бод»).

11.6 \$PWR - УСТАНОВКА МОЩНОСТИ ПЕРЕДАТЧИКА

Ввод: **\$PWR=d** ↵, где
d- десятичная цифра (0...3).

Параметром \$PWR совместно с переключателем мощности повышенной мощности можно регулировать выходную мощность передатчика модема, см. раздел «Выходная мощность передатчика (параметр P_{out})».

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

Ввод: **\$MNL=dd** ↵, где

dd - десятичное число (00...15).

Ведущие нули при вводе должны присутствовать.

Технические особенности работы модема не позволяют ему принимать из эфира 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 несколько снижает реальную скорость передачи данных в эфире.

Если данные для передачи не содержат длинных последовательностей, можно устанавливать \$MNL=15, иначе рекомендуется устанавливать \$MNL=08. При \$MNL=00 дублируется каждый бит данных (скорость снижается вдвое). Подробно см. в разделе «Рандомизация (скремблирование)».

11.8 \$AIR - ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЭФИРУ

Ввод: **\$AIR=bbbbbbbb** ↵, где

b- двоичная цифра

Конфигурация регистра **AIR**:

Бит	Назначение
7	bRA_NO_INTERLEAVE
6	bENB_SOF_DIFF_1BIT
5	bRAND_DATA
4	bCH_GRANT_x4WSLT
3	bBYPASS_CH_GRANT
2	bRSSI_ON_CHGRANT
1	bTX_FILTER
0	bTRX_MODE

Описание регистра **AIR**:

Бит	Значение	1	0
bTRX_MODE	Режим работы приемопередатчика: - режим высокой чувствительности (Ч); - режим высокой линейности (Л).	Л	Ч
bTX_FILTER	Фильтрация данных при передаче	Да	Нет
bRSSI_ON_CHGRANT	Анализировать сигнал RSSI для доступа в эфир (см. раздел «Анализ занятости эфира»).	Да	Нет
bBYPASS_CH_GRANT	Пропустить процедуру анализа эфира перед началом передачи (см. раздел «Анализ занятости эфира»).	Да	Нет
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
bRAND_DATA	Рандомизация данных (см. раздел «Рандомизация (скремблирование)»).	Да	Нет

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

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 или d=7), признак I не имеет значения (данные без FEC передаются без перемежения), однако должен быть корректно введен. Подробности см. в разделе «Помехоустойчивое кодирование».

Пример: **\$DFEC=1I** – Код RS(7.3) с перемежением
\$DFEC=5N – Код HAM(12.8) без перемежения
\$DFEC=7N – FEC выключен

11.10 \$RFEC - тип FEC при ретрансляции

Ввод: **\$RFEC=dI** ↴, где

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

I – 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 удаленной конфигурации

Ввод: **\$RAFEC=dI** ↴, где

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

I – признак перемежения (I или N).

Значения аргументов аналогичны параметрам команды [\\$DFEC](#).

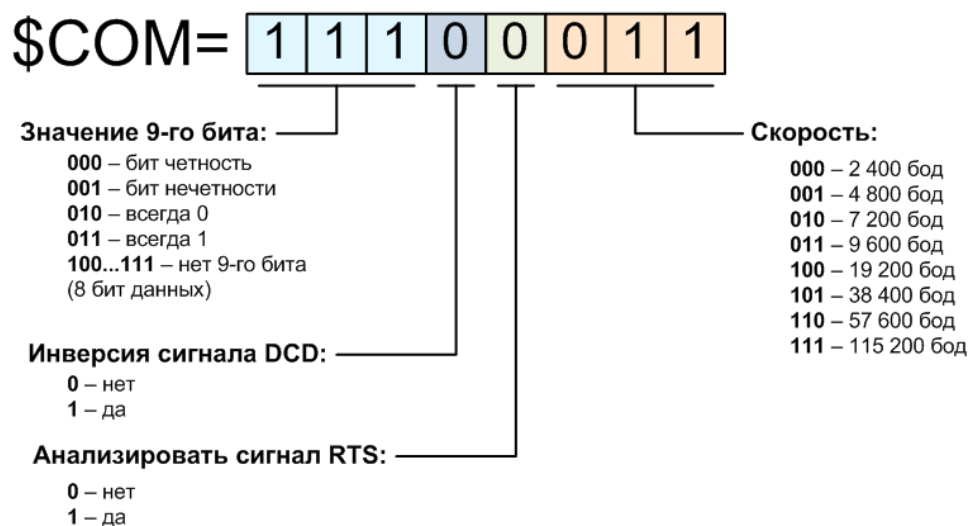
С помощью этой команды выбирается тип помехоустойчивого кода, который будет использован в ответах на команды удаленной конфигурации. Подробности см. в разделе «Помехоустойчивое кодирование».

11.12 \$COM - ПАРАМЕТРЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПОРТА

Ввод: **\$COM=bbbbbbbb** ↵, где
b- двоичная цифра.

Конфигурация регистра **COM**:

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



Настройки инверсии DCD и анализа RTS не имеют смысла для интерфейса RS-485 и оставлены для совместимости с другими модемами «Спектр 433».

11.13 \$EODS - СИМВОЛ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ПРОЗРАЧНОМ РЕЖИМЕ

Ввод: **\$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 по последовательному порту 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 - РЕЖИМ РАБОТЫ МОДЕМА

Ввод: **\$MDA=bbbbbbbbb** , где
b- двоичная цифра.

Бит	Назначение	Значение	
		1	0
7	-		
6	bTxEODS Передавать символ окончания данных в прозрачном режиме	Да	Нет
5	-		
4	IgnoreTXID Игнорировать внутренний параметр TXID при обмене данными с абонентом с отличным TXID.	Да	Нет
3	TxDataOnPoll 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» (в сторону модема)».	Да	Нет
0	PAC#1 Пакетный режим в сторону DTE (терминал). См. раздел «Режим передачи данных «Пакетный #1» (в сторону внешнего оборудования)».	Да	Нет

11.15 \$MDB - РЕЖИМ РАБОТЫ МОДЕМА

Ввод: **\$MDB=bbbbbbbbb** , где
b- двоичная цифра.

Бит	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 независимо 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	Да	Нет

	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.		
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	bVirtIncRxBufferTo512Disable Запретить виртуальное увеличение приемного буфера до 512 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

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

Ввод: **\$ACKT=ddd ↵**, где

ddd - десятичное число (000...255).

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»)»).

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

Ввод: **\$PACT=dddX ↵**, где

ddd - десятичное число (000...255).

Шаг 5 мс, значение 000 соответствует 256;

X – значение «L» или «F».

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

Значение «L» (Last) соответствует отсчету времени с момента прихода на последовательный порт модуля 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](#).

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

Ввод: **\$RESPT=ddd ↵**, где

ddd - десятичное число (000...255).

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

Ввод: \$RETRY=ddd ↵, где

ddd - десятичное число (000...255).

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» (в сторону модема)»). Если после заданного числа попыток модем не получит подтверждения от удаленного модема, передача данных прекращается.

11.20 \$PLEN - МАКСИМАЛЬНЫЙ РАЗМЕР ПАКЕТА ДАННЫХ В ЭФИРЕ

Ввод: \$PLEN=ddd ↵, где

ddd - десятичное число (000...255).

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

Ввод: \$MAXP=ddd ↵, где

ddd - десятичное число (000...006).

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 \$RG - ЗАПИСЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕМА

Ввод: \$RGxx=ddd ↵, где

xx - адрес переменной (шестнадцатеричный);

ddd - значение переменной (десятичный формат).

Получение текущего значения: \$RGxx? ↵

Во избежание неправильной работы модема без особой необходимости не следует изменять технологические параметры.

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

11.23 \$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);

S_1 – действие над пакетом в случае совпадения маски с ретрансляционным полем пакета (РП);

S_2 – 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).

$S_1 = \text{«+»}$. В случае совпадения РП с маской bbbbbbbb пакет может быть ретранслирован после последующего анализа RIDxx, иначе анализ RIDxx не происходит.

$S_1 = \text{«-»}$. В случае совпадения РП с маской bbbbbbbb анализ RIDxx не происходит, иначе пакет может быть ретранслирован (после последующего анализа RIDxx).

$S_2 = \text{«&»}$. Операция «И» между маской RMR и РП.

$S_2 = \text{«|»}$. 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 S_1 и S_2 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 модуля 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.

11.24 \$PID - АДРЕС ПАКЕТА ДЛЯ РАСШИРЕННОГО ПРИЕМА

Команда существует в двух вариантах:

\$PIDdd=hhhh bbbbbbbb S_1S_2 ↵

\$PIDdd=hhhh ↵, где

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

bbbbbbbb - значение маски (двоичное число);

S_1 – действие над пакетом в случае совпадения маски с ретрансляционным полем пакета (РП);

S_2 – логическая операция между маской и РП пакета.

hhhh: любое 4 HASFs

$S_1 = \text{«+»}$. В случае совпадения РП с маской bbbbbbbb пакет принимается, иначе не принимается.

$S_1 = \text{«-»}$. В случае совпадения РП с маской bbbbbbbb пакет не принимается, иначе принимается.

$S_2 = \text{«&»}$. Операция «И» между маской bbbbbbbb и РП.

$S_2 = \text{«|»}$. 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 S_1 и S_2 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 удаленными модемами на последовательный порт информации, полученной в результате приема широкополосных 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».

11.25 \$LID - вывод списка адресов для РЕТРАНСЛЯЦИИ И РАСШИРЕННОГО ПРИЕМА

Ввод: \$LID ↵

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».

11.26 \$XID – УДАЛЕНИЕ ЯЧЕЙКИ АДРЕСА

Ввод: \$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>
```

11.27 \$RPTN - НОМЕР ПОВТОРИТЕЛЯ

Ввод: **\$RPTN=ddd ↵**, где ddd - десятичное число (000...007, 255).

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».

11.28 \$BPM - МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ОДИНАКОВЫХ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ПАКЕТОВ

Ввод: **\$BPM=hh ↵**, где hh - любое 2 HASFs число.

Значение 00 соответствует 256.

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 – на последовательный порт приемного модема выдается первый правильно принятый пакет.

11.29 \$BPT - ВРЕМЯ МЕЖДУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ ПЕРЕДАЧАМИ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ПАКЕТОВ

Ввод: **\$BPT=hh ↵**, где hh - любое 2 HASFs число.

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»).

11.30 \$RST - УСТАНОВКА ПОРОГА RSSI (RSSI THRESHOLD)

Ввод: **\$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»).

11.31 \$RSS - СКАНИРОВАНИЕ СИГНАЛА RSSI

Ввод: **\$RSS ddd ↵**, где ddd- десятичное число (000...255).

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

Результаты сканирования выводятся на последовательный порт 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 послать в модем символ «S».

Чтобы обновить значения MIN и MAX, необходимо послать в модем символ «|».

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
```

11.32 \$CRC - ПРОВЕРКА КОНТРОЛЬНОЙ СУММЫ (CRC) МИКРОПРОГРАММЫ

Ввод: **\$CRC ↵**

Пример: Ответ при правильной контрольной сумме:

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

Примерный ответ при неправильной контрольной сумме:

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

После выполнения команды происходит перезагрузка модема.

11.33 \$R - ПЕРЕЗАГРУЗКА МОДЕМА

Ввод: \$R ↵

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

Ввод: \$E ↵



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

11.35 \$S - ЗАПИСЬ ВНУТРЕННИХ ПЕРЕМЕННЫХ В ЭНОЗУ

Ввод: \$S ↵

По этой команде все ранее измененные в данном сеансе параметры записываются в ЭНОЗУ и вступят в силу после сброса модема (по командам [\\$R](#) или переключение питания).

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

11.36 \$IEE Mhhhh - ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЙ ПАМЯТИ (ЭНОЗУ)

Команда используется для сброса всех параметров модема в значения по умолчанию.

Ввод: \$IEE Mhhhh ↵, где hhhh — требуемое значение MYID модуля.

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

После выполнения команды происходит автоматическая перезагрузка модема.

11.37 \$BOOT - ПЕРЕВОД МОДУЛЯ В РЕЖИМ «СМЕНА ПО»

Ввод: \$BOOT ↵

После ввода этой команды модем перейдет в режим смены ПО с текущими параметрами RS-485 (см. раздел «Режим «Смена ПО»»).

11.38 \$TEST - ПЕРЕВОД МОДУЛЯ В РЕЖИМ «ТЕСТ»

Ввод: \$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 ЭНОЗУ;
- 4...9 – выключить режим ТЕСТ.

По этой команде модем включает передатчик с заданными параметрами (частота, мощность, скорость, девиация и т.д.) и начинает постоянную отправку в эфир заданной последовательности данных.

11.39 \$TBER - ПЕРЕДАЧА ТЕСТОВЫХ ПАКЕТОВ

Ввод: **\$TBER hhhh,fP,nnss,tt ↵**, где
 hhhh - адрес удаленного модуля-получателя (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 на последовательный порт удаленный модем должен находиться в командном режиме или в режиме «Пакетный #1». Способ ввода типа помехоустойчивого кодирования аналогичен вводу в команду **\$DFEC**.

Результаты подсчета выводятся удаленным модулем на последовательный порт 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» (в сторону внешнего оборудования)».

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>
```

11.40 \$LOG - ВЫВОД ЖУРНАЛА СОБЫТИЙ В ЭФИРЕ

Ввод: **\$LOG ↵**

Используется для диагностики работы модемов. 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.».

11.41 \$SCAN – СКАНИРОВАНИЕ ЭФИРА

Ввод: \$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 приводятся в разделе «Структура данных команд \$LOG и \$SCAN. История обмена.».

11.42 СТРУКТУРА ДАННЫХ КОМАНД \$LOG и \$SCAN. ИСТОРИЯ ОБМЕНА.

В модеме имеется кольцевой буфер размером 7 ячеек для хранения заголовков переданных/принятых пакетов. При выполнении команд [\\$LOG](#) и [\\$SCAN](#) сохраненные заголовки пакетов выводятся на последовательный порт в виде таблицы с mnemonic 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_N _{NACK}	Неприем информационного пакета Ni в режиме «точка-точка» с установлением соединения. Параметр REJ_N _{NACK} означает, что передающий модем должен повторить передачу пакета (пакетов), начиная с номера REJ_N _{NACK} . Диапазон: 0...7.
Rnr (Reciever not ready) Параметр: RNR_N _{NACK}	Неприем информационного пакета Ni в режиме «точка-точка» с установлением соединения. Параметр RNR_N _{NACK} означает, что передающий модем должен повторить передачу пакета (пакетов), начиная с номера RNR_N _{NACK} , ввиду неготовности принимающего модема принимать данные (например, из-за несоответствия скоростей по последовательному интерфейсу между передающим и принимающим модулями). 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_N _{ACK}	Подтверждение на информационный пакет Np в режиме «точка-точка» без установления соединения. Параметр NA_N _{ACK} означает, что передающий модем может передавать пакеты с номером NA_N _{ACK} + 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_N _{ACK}	Подтверждение на информационный пакет Ap в режиме удаленной конфигурации. Параметр AA_N _{ACK} означает, что передающий модем может передавать пакеты с номером AA_N _{ACK} + 1. Диапазон: 00 -31.
Ui (Unnumbered information) Параметр: UI_nn	Информационный пакет в широковещательном режиме. Порядковый номер пакета равен UI_nn. Диапазон: 00-31.
Att (Acknowledge timer time Out)	Переполнение 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
---	-----	---------	------	------	------	---------	-----	------

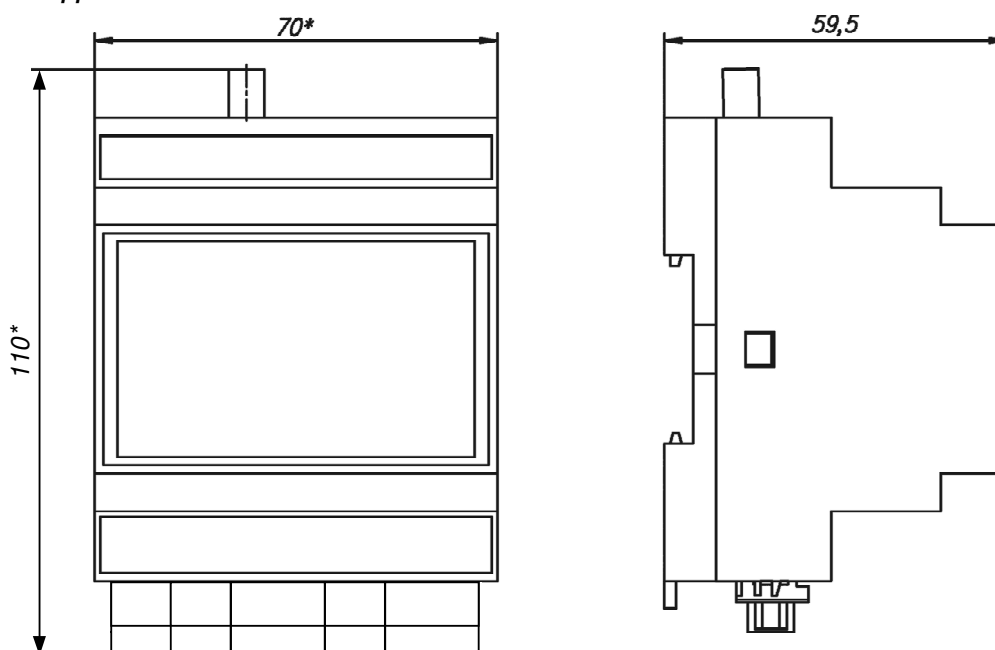
Описание полей:

#	Номер принятого/отправленного пакета.
DIR	Направление обмена: R – прием, T – передача.
To:From	Адрес пакета в формате <i>получатель:отправитель</i>

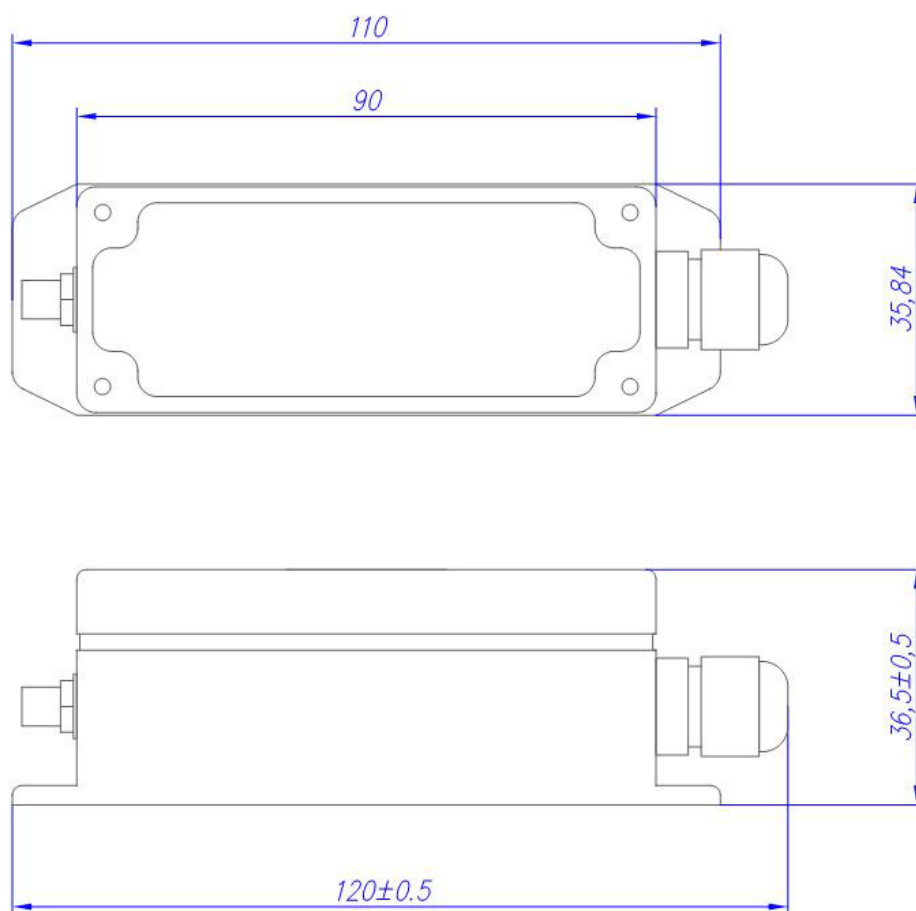
Type	Обозначение типа пакета.
Size	Размер информационного пакета (байт). Размер 000 – соответствует 256 байт.
Data	Признаки полученных данных: F – признак FEC кода в пакете; m/l – признак наличия дополнительных данных, предназначенных для передачи передающим модемом: m (more) – данные есть в передающем 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 переполнена; 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 мм : cc : x10мс

12 ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ

12.1 РАЗМЕРЫ МОДЕМА В ИСПОЛНЕНИИ DIN IND



12.2 РАЗМЕРЫ МОДЕМА В ИСПОЛНЕНИИ IP65 IND



Лист регистрации изменений

[illegible]

Форма 3 ГОСТ 2.503-90