ООО Конструкторское бюро аппаратуры связи «Марс»

РАДИОМОДЕМ

РМД400Р

Руководство по эксплуатации

ЕГТК.464411.020РЭ

V4.6

© ООО КБ «Марс» 2004-2019 гг. Все права защищены. Информация в этом документе может быть изменена в любой момент без предварительного уведомления. Перепечатка данного материала, а также распространение в коммерческих целях без уведомления ООО КБ «Марс» запрещены. ООО КБ «Марс» не передает никаких прав на свою интеллектуальную собственность. Все торговые марки, упомянутые в данном документе, являются собственностью их владельцев.

ООО КБ «Марс»
630126, г. Новосибирск,
ул. Вилюйская, 24-21
Тел. (383)244-00-87, 269-83-48
E-mail: kb-mars@yandex.ru

Настоящее руководство по эксплуатации ЕГТК.464411.020РЭ распространяется на Радиомодем РМД400Р (в дальнейшем «Радиомодем»). Радиомодем перестраивается в полосе радиочастот 433,1-446,1 МГц. В полосе частот 433,1-434,79 МГц, выделенной Решением ГКРЧ № 07-20-03-001 от 7 мая 2007 г. для устройств малого радиуса действия, радиомодем может использоваться при установке мощности передатчика не более 20 мВт. В полосе частот 434,79-446 МГц, выделенной Решением ГКРЧ № 06-18-04-001 для цифровых радиоэлектронных средств (РЭС) фиксированной и подвижной радиосвязи, радиомодем может использоваться при полной мощности передатчика 1 Вт и скорости передачи данных в радиоканале не более 9,6 кбит/с. В полосе частот 446-446,1 МГц, выделенной Решением ГКРЧ № 05-10-02-001 от 28.11.2005 г. для портативных радиостанций, радиомодем может использоваться при установке мощности передатчика не более 0,5 Вт. Использование РЭС в полосе радиочастот 434,79-446 МГц осуществляется без оформления отдельных решений ГКРЧ для каждого конкретного пользователя при условии:

- получения в установленном порядке разрешения Федерального агентства связи на использование радиочастот или радиочастотных каналов на основании заключения экспертизы радиочастотной службы о возможности использования РЭС;
- регистрации РЭС установленным в Российской Федерации порядком.

Радиомодем выпускается в OEM варианте (в виде встраиваемого модуля для изготовителей комплексного оборудования), в бескорпусном варианте и в корпусных вариантах с пластмассовым настольным корпусом, с пластмассовым с креплением на DIN-рейку корпусом и с металлическим герметизированным корпусом (пылебрызгозащищённое исполнение IP66). Радиомодем является функционально законченной аппаратурой окончания канала данных (АКД или DCE) и решает задачи физического уровня и уровня звена данных при приёме и передаче данных по радиоканалу. При эксплуатации радиомодема специальных знаний не требуется.

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Радиомодем РМД400Р ЕГТК.464411.020 предназначен для передачи цифровой информации по радиоканалу в производственно-технологических сетях связи на больших территориях. Он используется для передачи данных от оконечного оборудования данных (ООД или DTE) на одном узле радиосети к ООД на другом узле радиосети.

1.1.2 Для связи радиомодема с оконечным оборудованием используется асинхронный последовательный интерфейс. OEM вариант радиомодема имеет интерфейс RS-232 с ТТЛ уровнями. Остальные варианты радиомодема имеют два программно переключаемых интерфейса RS-232 и RS-485. По интерфейсу RS-232 радиомодем может подключаться к одному ООД (источнику и/или потребителю данных). По интерфейсу RS-485 радиомодем может подключаться к нескольким ООД на одном узле радиосети.

1.2 Технические характеристики

Диапазоны рабочих частот …… 433,1-446,1 МГц
Сетка частот …… 6,25 кГц
Режим работы …… полудуплексный
Мощность передатчика …… 1 Вт
Максимальная нестабильность частоты …… $1{,}5*10^{-6}$
Метод модуляции …… GFSK
Чувствительность приёмника при скорости передачи
информации по радиоканалу 1,2 кбит/с …… –123 дБм
Скорость передачи информации по радиоканалу … программируемая от 0,3 до 57,6 кбит/с
Кодирование с исправлением ошибок …… каскадное
Кодирование с обнаружением ошибок …… CRC
Шифрование команд программирования по радиоканалу … AES-128
Интерфейс на ООД
- в OEM варианте …… RS-232/ТТЛ
- в корпусных вариантах …… RS-232, RS-485

Скорость передачи на интерфейсе …… программируемая от 1,2 до 115,2 кбит/с
Протокол передачи …… прозрачный, потоковый
Размер сообщения …… неограничен
Напряжение питания
- OEM варианта …… (4-5,25)В;
- корпусных вариантов без гальванической изоляции
  цепей интерфейса RS-485 и цепей питания …… (8,0-24)В - номинал 12В
- корпусных вариантов с гальванической изоляцией
  цепей интерфейса RS-485 и цепей питания …… (20-28)В – номинал 24В

Ток потребления:
- OEM варианта
  при напряжении питании 5 В, приём/передача …… 30/900 мА;
- корпусных вариантов
  при напряжении питания 12(24)В, приём/передача …… 50/500 мА

Интервал рабочих температур …… от –40 до +55°С
Габаритные размеры:
- OEM варианта …… 53,5х20,5х12мм
- варианта в пластмассовом корпусе на DIN-рейку …… 86х35х58мм;
- варианта в металлическом герметизированном корпусе … 115х90х30мм

1.3 Состав изделия

1.3.1 Радиомодем РМД400Р поставляется в следующих конструктивных вариантах исполнения:

- OEM вариант РМД400Р-OEM;
- варианты в пластмассовом корпусе с креплением на DIN-рейку РМД400Р-PR0, РМД400Р-PR4, РМД400Р-PR5;
- варианты в металлическом герметизированном корпусе РМД400Р-SP4, РМД400Р-SP5.

В обозначениях радиомодемов на последней позиции указывается цифра, определяющая исполнение по типу интерфейсного разъёма и номенклатуре цепей интерфейсов:

0–разъём DB-9F (кабельный DB-9M), интерфейсы RS-232 4-проводный (RXD, TXD, CTS, SG) и RS-485;

4–клеммник винтовой с шагом 5 мм, интерфейсы: RS-232 3-проводный (RXD, TXD, SG) и RS-485;

5–клеммник винтовой с шагом 5 мм, интерфейсы: RS-232 3-проводный (RXD, TXD, SG) и RS-485 гальванически изолированный, питание от гальванически изолированного источника.

OEM вариант радиомодема выполнен в конструктиве DIP40 и предназначен для встраивания в оборудование заказчика. Он является функционально законченным радиомодемом, но имеет единственный последовательный интерфейс RS-232/ТТЛ. Корпусные варианты радиомодема имеют программно переключаемые интерфейсы RS-232 и RS-485.

Радиомодем в пластмассовом настольном корпусе имеет единственное исполнение по интерфейсному разъёму – с разъёмом DB-9F. Радиомодем в пластмассовом корпусе с креплением на DIN-рейку имеет 2 исполнения по интерфейсному разъёму: с разъёмом DB-9F и с винтовым клеммником с шагом 5 мм. Радиомодем в металлическом герметизированном корпусе (пылебрызгозащищённое исполнение) имеет одно исполнение по интерфейсному разъёму с винтовым клеммником с шагом 5 мм. Для подключения к клеммникам, находящимся внутри герметизированного корпуса, кабель с проводами интерфейса и питания пропускается через кабельный ввод. Кабельный ввод установлен на торце корпуса и рассчитан на кабель круглого сечения диаметром от 3,0 до 5,5 мм. Антенный вход/выход выполнен в виде блочного разъём SMA-F, установленного на противоположном торце корпуса.

По электромагнитной совместимости (ЭМС) разные конструктивные варианты радиомодема соответствуют различным требованиям. Помехоустойчивость OEM варианта радиомодема при воздействии электромагнитных помех обеспечивается совместно конструкцией радиомодема и оборудования заказчика. Варианты радиомодема в пластмассовых корпусах без дополнительных мер помехозащиты предназначены для использования в жилых,

коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Варианты радиомодема в металлических герметизированных корпусах имеет повышенную помехозащищённость и могут использоваться в промышленных зонах.

1.3.2 Состав OEM варианта радиомодема приведён в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1 Радиомодем РМД400Р-OEM	ЕГТК.464411.020	1	Модуль типоразмера DIP40

Примечание. Опционально OEM вариант комплектуется угловым разъёмом SMA-F для распайки на плату или антенным переходным кабелем длиной 10 см с блочным разъёмом SMA-F – указывается при заказе.

1.3.3 Состав варианта в пластмассовом корпусе настольного с разъёмом DB-9F приведён в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1 Радиомодем РМД400Р-PD0	ЕГТК.464411.020	1	Корпусный
2 Клеммник винтовой разъёмный	2EDGK-5.08-2P	1	Разъём питания

1.3.4 Состав варианта в пластмассовом корпусе с креплением на DIN-рейку и разъёмом DB-9F приведён в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1 Радиомодем РМД400Р-PR0	ЕГТК.464411.020	1	Корпусный
2 Клеммник винтовой разъёмный	2EDGK-5.08-2P	1	Разъём питания

1.3.5 Состав варианта в пластмассовом корпусе с креплением на DIN-рейку и разъёмом в виде клеммников приведён в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1 Радиомодем РМД400Р-PR4	ЕГТК.464411.020	1	Корпусный

1.3.6 Состав варианта в металлическом герметизированном корпусе приведён в таблице 5.

Таблица 5

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1 Радиомодем РМД400Р-SP4	ЕГТК.464411.020	1	Корпусный

1.3.7 На рисунках 1-4 приведены фотографии внешнего вида некоторых вариантов радиомодема.

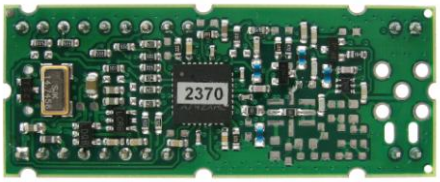


Рис.1 Внешний вид радиомодема РМД400Р-OEM

Рис.2 Внешний вид радиомодема РМД400Р-PD0

Рис.3 Внешний вид радиомодема РМД400Р-PR0

Рис.4 Внешний вид радиомодема РМД400P-SP4(5)

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Радиомодем имеет два основных режима работы: режим связи, имеющий три состояния – «дежурный приём», «приём» и «передача», и режим программирования (командный режим). В режиме программирования радиомодем не воспринимает данные для передачи в эфир, но воспринимает команды программирования, поступающие на него по активному интерфейсу.

1.4.2 Переключение между основными режимами работы может производиться аппаратно или программно. Аппаратное переключение производится изменением логического состояния в цепи RTS. Программное переключение из режима связи в режим программирования производится путём подачи на радиомодем по активному интерфейсу так называемой ESC-последовательности, которая состоит из 3-х символов «+» в коде ASCII (2Bh). Программное выключение режима программирования производится путём подачи на радиомодем по тому же интерфейсу соответствующей команды программирования. Имеется также возможность передачи команд программирования на удалённый радиомодем в режиме связи по радиоканалу. Использование радиомодема в режиме связи описано в подразделах 2.3 и 2.4, а в режиме программирования – в подразделе 2.5.

1.4.3 Принцип действия радиомодема в режиме связи поясняет функциональная схема, приведённая на рисунке 5.

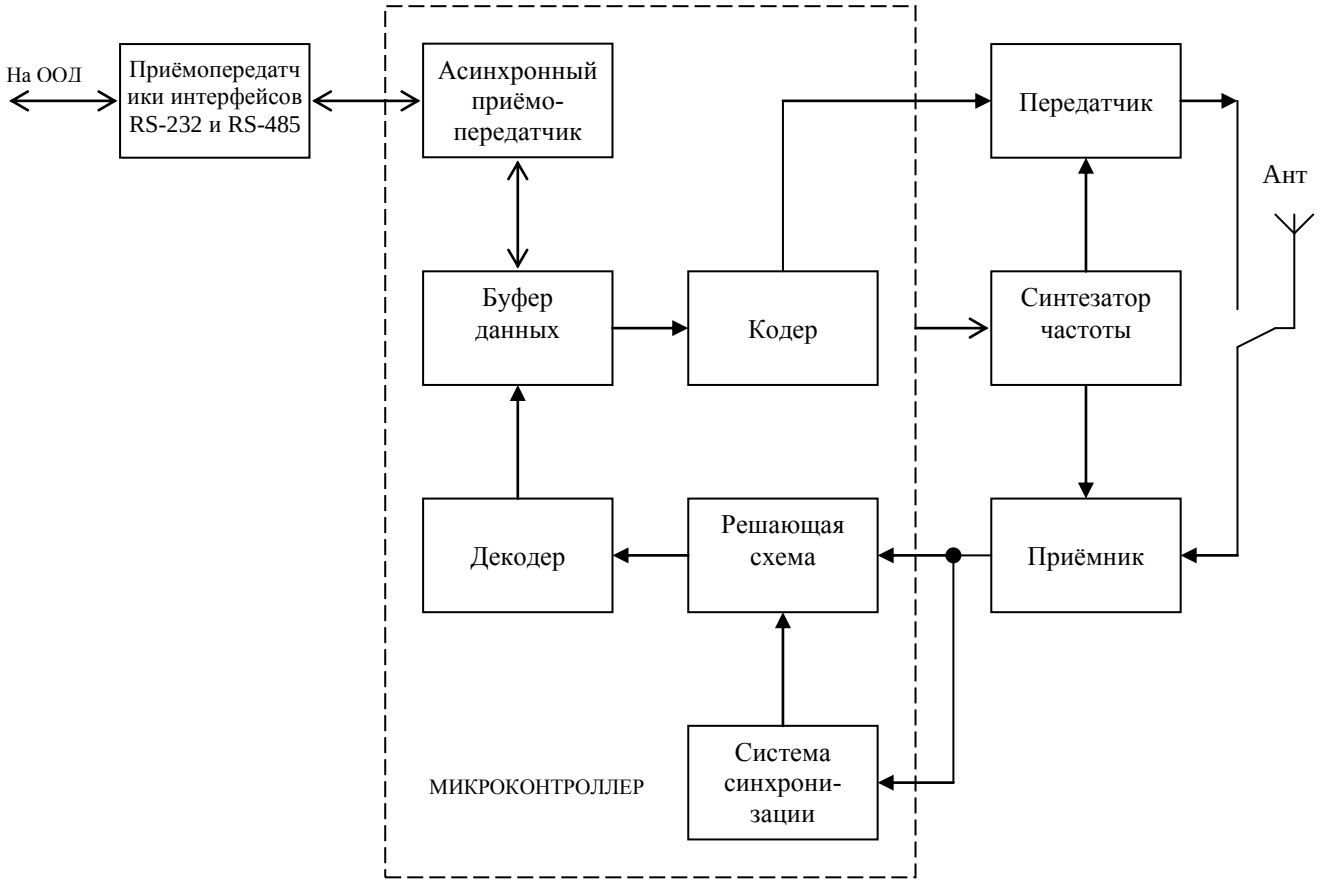


Рис.5 Функциональная схема радиомодема

Поступающие от оконечного оборудования данных (ООД) информационные байты записываются в буфер данных и по прекращении поступления данных на время, превышающее «интервал тишины» (или при поступлении 256 байт), считываются из буфера данных, дополняются служебной информацией, кодируются кодами с исправлением и обнаружением ошибок и передаются в эфир. Для передачи цифровой информации по радиоканалу в радиомодеме используется гауссово фильтрованная частотная манипуляция несущей GFSK.

Длительность «интервала тишины» на интерфейсе, по истечении которого данные передаются в эфир, равна времени передачи по асинхронному последовательному интерфейсу 2-х символов для скоростей передачи от 1,2 кбит/с до 19,2 кбит/с и равна 0,75мс для скоростей передачи более 19,2 кбит/с.

При приёме данных из эфира на выходе частотного детектора приёмника формируются видеоимпульсы, которые после фильтрации и ограничения поступают на решающую схему и систему синхронизации. Данные, получаемые на выходе решающей схемы, декодируются в декодере, который исправляет случайные и пакетные ошибки и обнаруживает большинство комбинаций неисправленных ошибок. Пакет с неисправленными ошибками стирается. Безошибочно принятые пакеты поступают в буфер данных, откуда через последовательный интерфейс выдаются на ООД.

Время доставки пакета данных до ООД получателя данных по проводному каналу (при настройке интерфейса «8N1») равно

$$T_{инт}=10\cdot N/V_{и}$$

где, N – размер пакета данных в байтах;

$V_{и}$ – скорость передачи данных на интерфейсе.

При передаче по радиоканалу пакеты данных получают дополнительную задержку относительно времени передачи по проводному каналу. Время дополнительной задержки складывается из двух составляющих: времени передачи по проводному каналу до первого радиомодема и времени передачи по радиоканалу до второго радиомодема. При передаче через цепочку радиомодемов-ретрансляторов (через несколько радиоканалов) каждый ретранслятор (каждый радиоканал) вносит дополнительную задержку, равную времени передачи пакета данных по радиоканалу.

Время дополнительной задержки при передаче через 2 радиомодема (без ретрансляторов) пакетов данных размером от 1 до 256 байт ориентировочно может быть рассчитано по формулам:

$$T_{зад}=10\cdot(N+3)/V_и+7,9\cdot(25+2,1\cdot N^{0,894})/V_р$$

где, $V_р$ – скорость передачи данных по радиоканалу.

При увеличении размера пакета данных свыше 256 байт время задержки доставки по радиоканалу не увеличивается.

При выборе скорости передачи информации по радиоканалу равной или большей скорости передачи данных на последовательном интерфейсе, передаваемые сообщения могут быть неограниченной (произвольной) длины. Если скорость передачи по радиоканалу выбирается меньше скорости на интерфейсе, то одно сообщение должно содержать не более 512 байт.

Радиомодем работает в полудуплексном режиме, т.е. приём и передачу производит последовательно (не одновременно). Если радиомодем не принимает сигнал из эфира и на него не поступают данные для передачи, он находится в состоянии «дежурный приём». При обнаружении сигнала в эфире радиомодем переходит в состояние «приём» и по завершении приёма и выдачи на интерфейс принятого сообщения возвращается в состояние «дежурный приём». По поступлению на радиомодем данных для передачи, он переходит в состояние «передача», а по завершении передачи возвращается в состояние «дежурный приём».

1.4.4 **Индикация состояний радиомодема в режиме «связь»** обеспечивается двумя **светодиодами: красным и зелёным.** Свечение красного светодиода индицирует состояние «передача». Свечение зелёного светодиода индицирует состояние «дежурный приём». Выключение свечения зелёного светодиода индицирует состояние «приём».

1.4.5 Радиомодем может работать на одном из 2080 частотных каналов с сеткой частот 6,25 кГц. Десятичный номер канала N_d ($0 <= N_d <= 2080$) связан с рабочей частотой канала соотношением

$$N_d=(f-433100)/6,25 \qquad (1)$$

где f – рабочая частота канала в кГц.

При программировании радиомодема номер канала необходимо перевести в шестнадцатиричную систему счисления. Это можно сделать, например, с помощью инженерного калькулятора, встроенного в ОС Windows.

Сетка частот 6,25 кГц может быть использована только при малых скоростях передачи данных по радиоканалу от 0,3 до 1,2 кбит/с. С увеличением скорости передачи по радиоканалу расширяется полоса излучения передатчика и полоса пропускания приёмника, поэтому для обеспечения частотного разделения каналов должна использоваться более редкая сетка частот. Так при скоростях передачи информации по радиоканалу 2,4 кбит/с и 4,8 кбит/с рационально использовать сетку частот 12,5 кГц, а номера каналов назначать только чётные. При скорости передачи информации по радиоканалу 9,6 кбит/с рационально использовать сетку частот 25 кГц, а номера каналов назначать только кратные четырём.

1.4.6 Номер назначенного канала хранится в энергонезависимой памяти микроконтроллера, откуда считывается при включении питания. По номеру канала рассчитывается код частоты передатчика и гетеродина приёмника и загружается в синтезатор частоты. Назначение номера канала производится в режиме программирования.

1.4.7 Функции цепей интерфейса RS-232 радиомодема соответствуют функциям цепей интерфейса аппаратуры окончания канала данных (АКД или DCE). В отличие от компьютера,

который на интерфейсе RS-232 функционирует как оконечное оборудование данных (ООД или DTE), у радиомодема цепь RXD является не входом, а выходом.

Интерфейс RS-232 (RS-232/ТТЛ) радиомодема включает следующие цепи:

- RXD - принимаемые данные (выход);
- TXD - передаваемые данные (вход);
- SG - сигнальное заземление;
- RTS - запрос передачи (вход);
- CTS - готовность к передаче (выход);
- DTR - готовность DTE (вход);
- DSR - готовность DCE (выход);
- FG - защитное заземление.

Цепь SG является обще-сигнальным обратным проводом и соединение по этой цепи требуется при любом использовании интерфейса RS-232.

В цепях данных RXD и TXD интерфейса RS-232 (RS-232/ТТЛ) стартовый бит передаётся логическим нулём, что соответствует напряжению от 0 до 1В в цепи RS-232/ТТЛ и от 5 до 12В в цепи RS-232. Стоповый бит передаётся логической единицей, что соответствует напряжению от 2,4 до 5,5В в цепи RS-232/ТТЛ и от –12 до 0В в цепи RS-232.

В цепях управления RTS, CTS, DTR и DSR интерфейса RS-232 (RS-232/ТТЛ) активное состояние (или состояние «Включено») соответствует логическому нулю или напряжению от 0 до 1В в цепи ТТЛ и от 5 до 12В – в цепи RS-232. Неактивное состояние (или состояние «Выключено») соответствует логической единице или напряжению от 2,4 до 5,5В в цепи RS-232/ТТЛ и от –12 до 0В – в цепи RS-232.

По входным ТТЛ цепям радиомодем совместим с ТТЛ, трёх- и пяти- вольтовыми КМОП логическими схемами. Логические уровни выходных ТТЛ цепей 0 В и 3,3 В.

Радиомодем должен соединяться с оконечным оборудованием данных (ООД или DTE) одноимёнными цепями: цепь RXD радиомодема должна соединяться с цепью RXD ООД, цепь TXD радиомодема – с цепью TXD ООД и т.д..

Цепь RTS в радиомодеме РМД400 имеет особенности использования. При снятом джампере RTS и активном состояние цепи RTS радиомодем работает в режиме связи с состояниями «дежурный приём», «приём» или «передача», а при неактивном состоянии цепи RTS включается режим программирования. В режиме программирования радиомодем не воспринимает данные для передачи в эфир, но воспринимает команды программирования, поступающие по цепи TXD.

Активное состояние внутренней цепи RTS, соответствующее режиму связи, включается при установленном джампере RTS на плате адаптера интерфейсов радиомодема, независимо от состояния внешней цепи RTS. При снятом джампере RTS и отсутствии подключения к внешним источника напряжения в радиомодеме включается режим программирования. При снятом джампере RTS режимом работы радиомодема можно управлять, изменяя логическое состояние цепи RTS.

Цепь CTS наряду со стандартным использованием для управления потоком данных от DTE используется для индикации приёма данных из эфира. Поскольку радиомодем полудуплексный, т.е. может либо принимать, либо передавать, то при обнаружении приёмником эфирного сигнала, который может быть принят, радиомодем формирует в цепи CTS неактивное состояние, предупреждая ООД, чтобы оно воздерживалось от передачи данных до появления активного состояния в цепи CTS. Тем не менее, в случае поступления данных на передачу при неактивном состоянии цепи CTS, радиомодем записывает их в буфер передаваемых данных. В этом случае радиомодем может записать в буфер (и позднее корректно передать в эфир) только одно сообщение размером до 256 байт. Сообщение будет передано в эфир после завершения приёма сигнала из эфира.

Цепи DTR и DSR радиомодема не предназначены для целей управления на интерфейсе RS-232 радиомодема и DTE. При использовании интерфейса RS-232 выходная цепь DSR постоянно установлена в неактивное состояние, а логическое состояние входной цепи DTR не влияет на работу радиомодема.

Цепь FG «Защитное заземление» играет важную роль в защите цепей интерфейса RS-232 радиомодема и DTE от выхода из строя во время грозы. Большой импульсный ток, наведённый

разрядом молнии, протекая от антенны по внешнему проводнику антенного кабеля через цепь GND радиомодема, цепь FG, цепь GND DTE и заземляющий проводник DTE, создаёт на проводнике цепи FG большое падение напряжения, которое на входе приёмника RS-232, суммируясь с выходным напряжением передатчика RS-232, может превысить по модулю 25В – максимально-допустимое напряжение на цепях интерфейса RS-232. Устойчивость интерфейса RS-232 радиомодема и DTE к грозе обеспечивается при сопротивлении цепи FG менее 0,05 Ом. Такое малое сопротивление достигается использованием в качестве цепи FG экранирующего проводника интерфейсного кабеля, выполненного из плетёного многожильного медного провода и соединённого с экранами кабельных разъёмов DB-9 способом, обеспечивающим малое переходное сопротивление. Желательно также использовать на интерфейсе RS-232 кабель минимальной длины.

1.4.8 Интерфейс RS-485 радиомодема включает следующие цепи:

- 485A;
- 485B;
- 485C.

1.4.9 Цепь 485C соединяет общую цепь GND радиомодема с общей цепью интерфейса RS-485 ООД и предназначена для выравнивания потенциалов незаземлённого и заземлённого интерфейсов оборудования. Если оборудование, соединяемое линиями интерфейса RS-485, заземлено и электрическое сопротивление между корпусами оборудования не превышает 0,05 Ом, то в соединении по цепи 485C нет необходимости, но в случае соединения по этой цепи, в неё последовательно должен быть включён резистор 200 Ом мощностью не менее 0,5Вт. Если оборудование установлено на сооружениях с разными заземлениями (контурами заземления), то должен использоваться вариант радиомодема с гальванической изоляцией цепей интерфейса RS-485 и цепей питания. В этом случае функцию цепи 485C выполняет цепь –VDC.

1.4.10 В силу полудуплексного исполнения радиомодема на последовательном интерфейсе также должен поддерживаться полудуплексный режим. Настройка интерфейса в ООД должна соответствовать настройке интерфейса в радиомодеме:

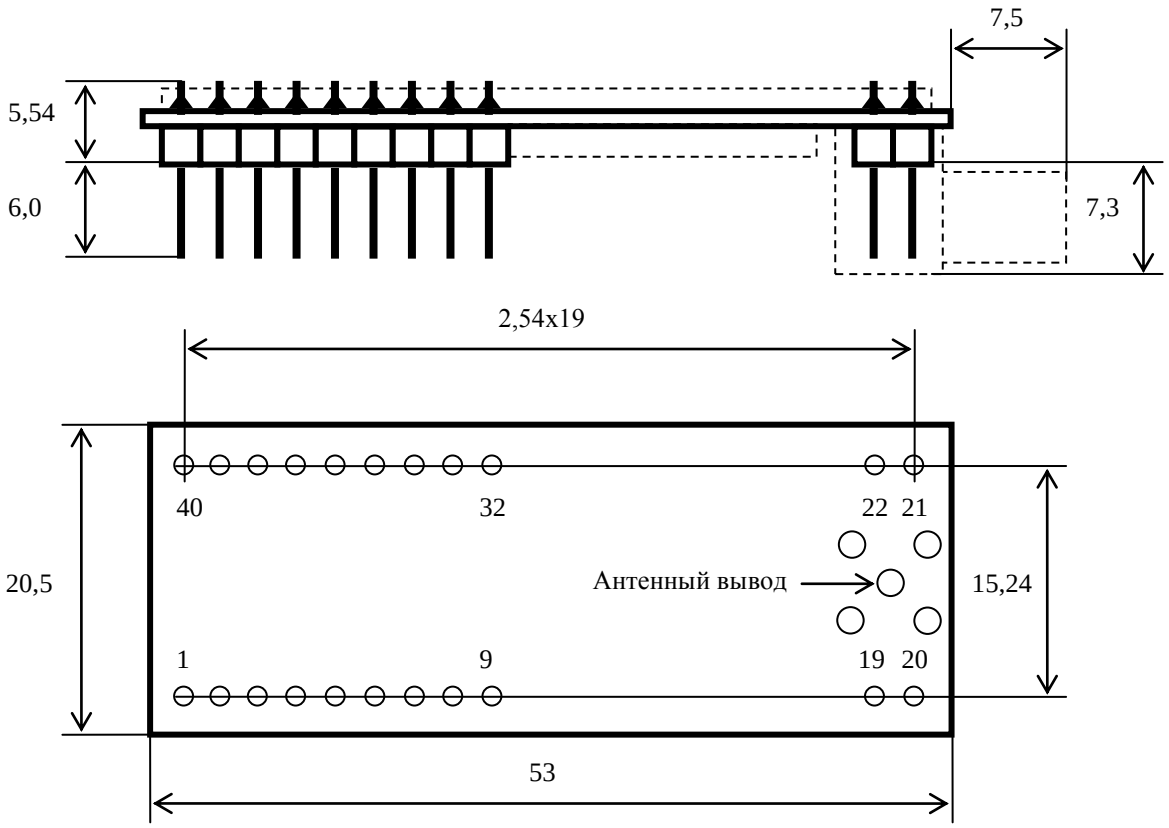
- скорость передачи должна быть установлена одинаковой и выбираться из ряда – 1200; 2400; 4800; 9600; 14000; 19200; 38400; 57600; 76800; 115200 бит/с;
- количество бит данных – 8;
- бит чётности либо отсутствует – N, либо присутствует и дополняет биты данные до чётности – E, либо присутствует и дополняет биты данных до нечётности – O;
- количество стоповых бит: 1 или 2.

Примечания:

1. В режиме начального программирования активируется интерфейс RS-232 и используется стандартная настройка последовательного интерфейса 9600-8N1.
2. При передаче потока данных настройка интерфейса должна быть одинаковой на обоих концах линии связи.

1.4.11 Напряжение источников питания вариантов радиомодема и токи потребления в режимах приём и передача приведены в подразделе 1.2.

1.4.12 Схема расположения и таблица назначения выводов OEM варианта радиомодема приведены на рисунке 6, а схемы подключения корпусных вариантов – на рисунках 7-12.



Вывод	Цепь	Вывод	Цепь	Вывод	Цепь	Вывод	Цепь
1	GND	11	-	21	GND	31	-
2	GND	12	-	22	MISO	32	MOSI
3	+(4-5,25)В	13	-	23	-	33	SS
4	DAC	14	-	24	-	34	/RTS (вход)
5	/RESET	15	-	25	-	35	/CTS (выход)
6	DCLK	16	-	26	-	36	/DSR (выход)
7	DIO	17	-	27	-	37	/DCD (выход)
8	ADC3	18	-	28		38	/DTR (вход)
9	ADC2	19	SCK	29	-	39	/TXD (вход)
10	-	20	+(4-5,25)В	30	-	40	/RXD (выход)

Рис.6 Схема расположения и таблица назначения выводов радиомодема РМД400Р-ОЕМ

Примечания:

1. Цепи, обозначенные как «вход», требуют присоединения к внешним источникам напряжения;
2. Ток потребления от источника питания напряжением (4-5,25)В через вывод 3 – не более 50 мА, а через вывод 20 – не более 850 мА.

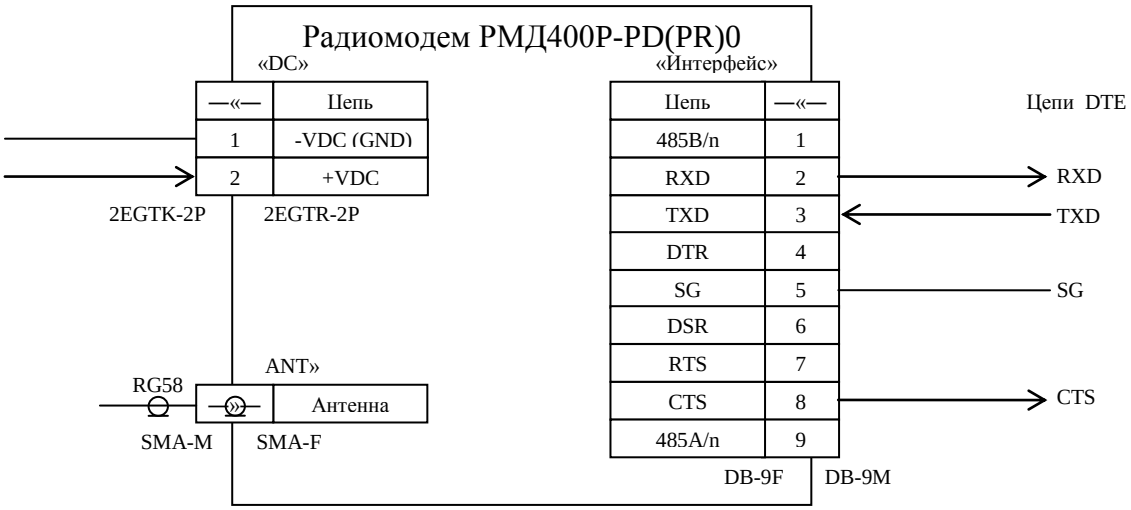


Рис.7 Схема подключения вариантов радиомодема РМД400Р-PD(PR)0 с разъёмом DB-9F в режимах связи (с джампером RTS) и программирования (без джампера RTS) через интерфейс RS-232

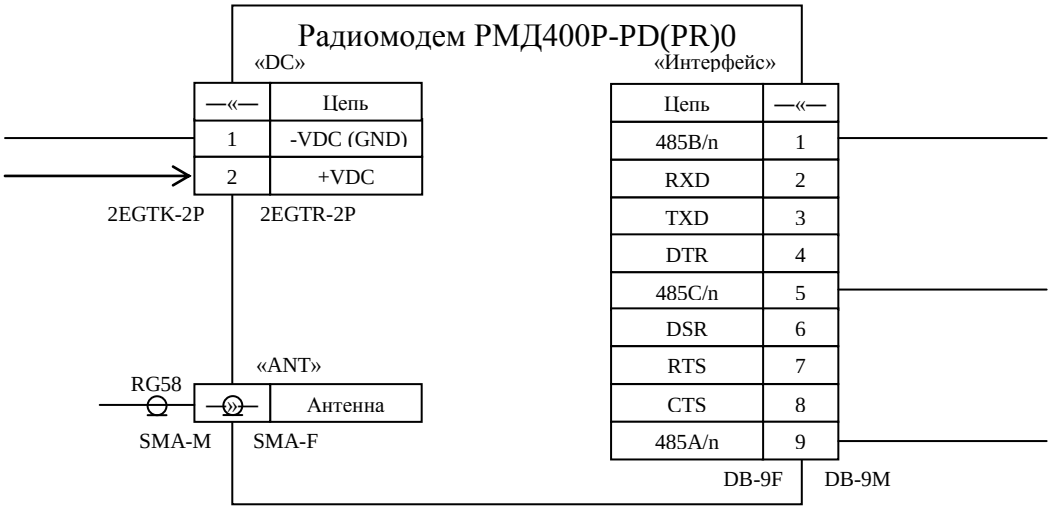


Рис.8 Схема подключения вариантов радиомодема РМД400Р-PD(PR)0 с разъёмом DB-9F в режимах связи (с джампером RTS) и программирования (без джампера RTS) через интерфейс RS-485

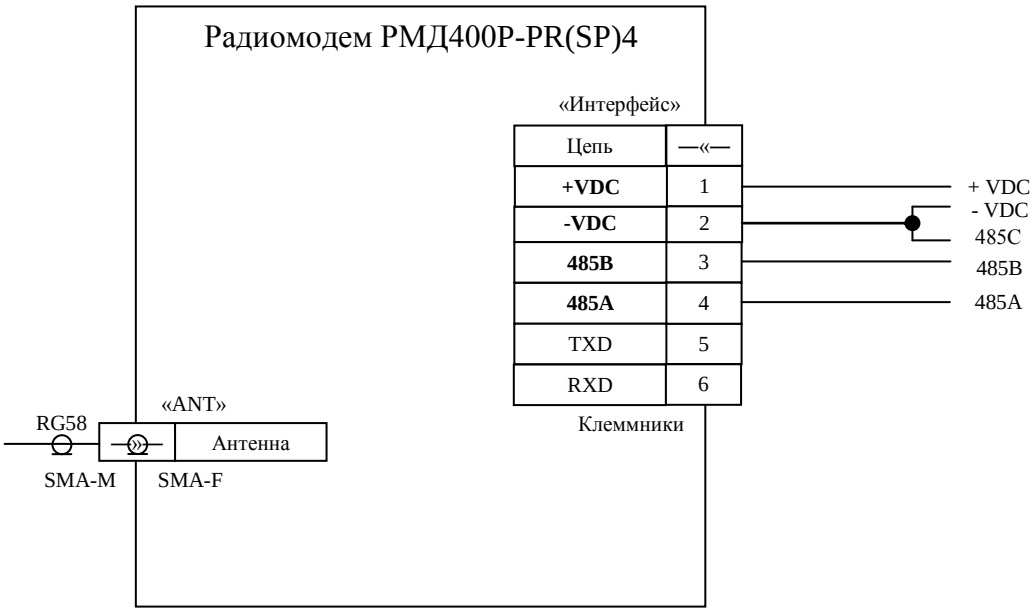


Рис.9 Схема подключения вариантов радиомодема РМД400Р-PR(SP)4 в режимах связи (с джампером RTS) и программирования (без джампера RTS) через интерфейс RS-485

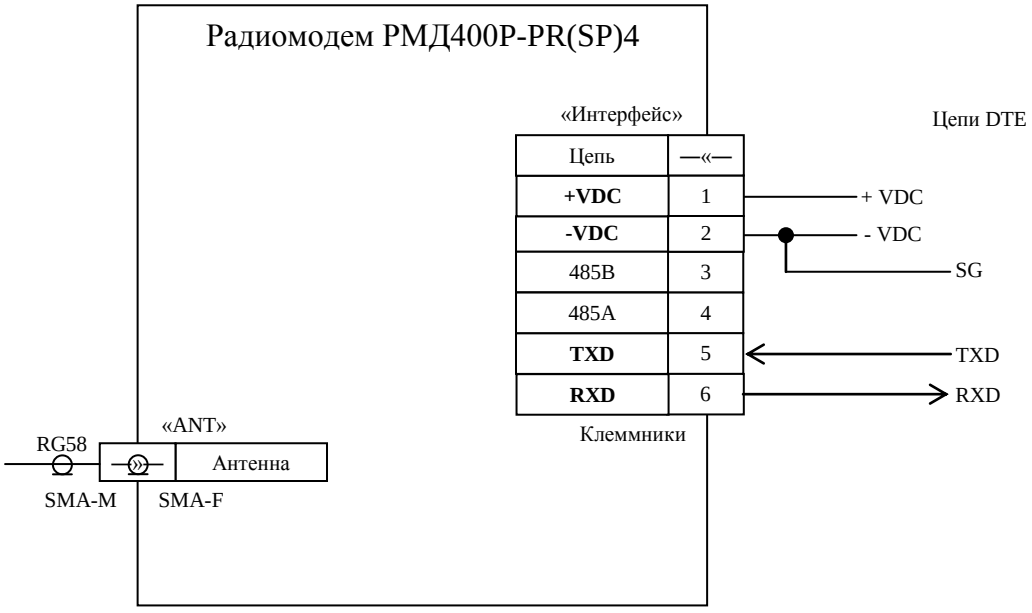


Рис.10 Схема подключения вариантов радиомодема РМД400Р-PR(SP)4 в режимах связи (с джампером RTS) и программирования (без джампера RTS) через интерфейс RS-232

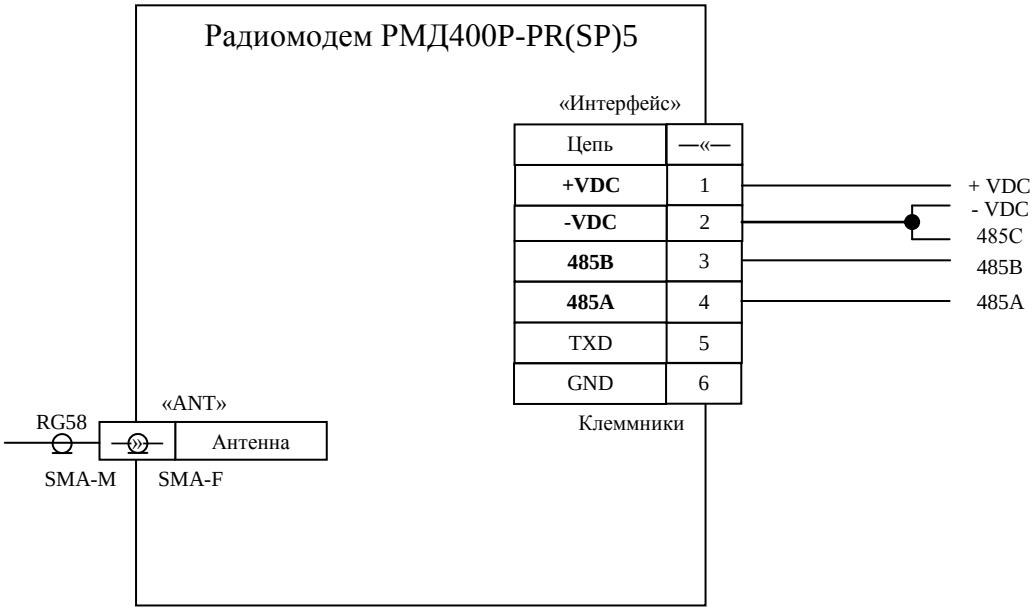


Рис.11 Схема подключения вариантов радиомодема РМД400Р-PR(SP)5 в режимах связи (с джампером RTS) и программирования (без джампера RTS) через интерфейс RS-485 (цепи питания и интерфейса RS-485 гальванически изолированы от остальных цепей радиомодема)

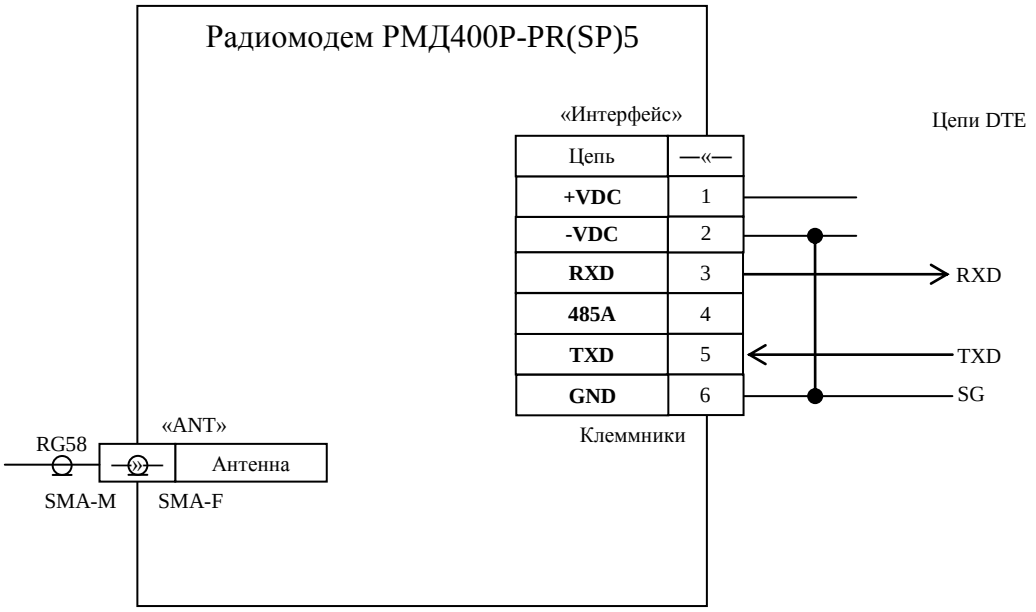


Рис.12 Схема подключения вариантов радиомодема РМД400Р-PR(SP)5 в режимах связи (с джампером RTS) и программирования (без джампера RTS) через интерфейс RS-232

1.4.13 Схема расположения разъёма питания «DC» и его контактов (цепей) на плате адаптера интерфейсов вариантов радиомодема РМД400- PD(PR)0 с разъёмом DB-9F приведена на рисунке 13.

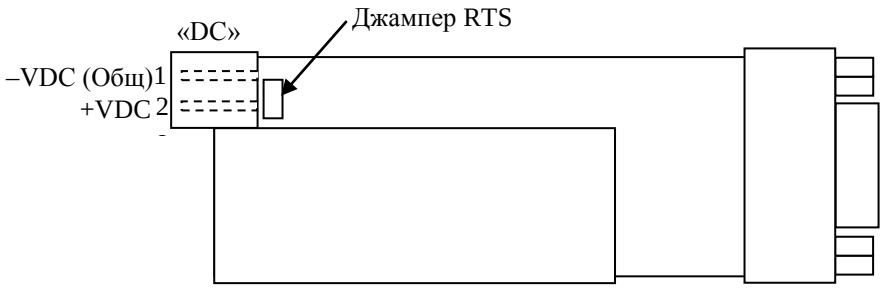


Рис.13 Схема расположения разъёма питания «DC» и его контактов (цепей) на плате адаптера интерфейсов

1.4.14 Схема расположения интерфейсного разъёма в виде винтовых клеммников и джампера RTS на плате адаптера интерфейсов вариантов радиомодема РМД400P-PR(SP)4(5) приведена на рисунке 14.

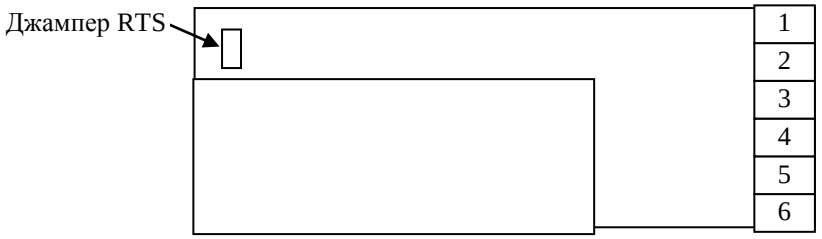


Рис.14 Схема расположения интерфейсного разъёма в виде винтовых клеммников и джампера RTS на плате адаптера интерфейсов вариантов радиомодема РМД400P-PR(SP)4(5)

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 При эксплуатации радиомодема необходимо соблюдать полярность источника питания и выполнять ограничения по напряжению питания, указанные в подразделе 1.2 «Технические характеристики». Радиомодем рассчитан на работу от источника питания постоянного тока с общим (соединённым на корпус) «минусом» (отрицательным полюсом).

Для питания OEM варианта радиомодема РМД400Р-OEM должен использоваться источник питания с напряжением от 4 до 5,25 В и током нагрузки не менее 1000 мА. Допустимый уровень пульсаций 10 мВ «от пика до пика».

Для питания корпусных вариантов радиомодема должен использоваться источник питания с номинальным напряжением 12 В и током нагрузки не менее 500 мА. Допустимый уровень пульсаций 100 мВ «от пика до пика».

2.1.2 На последовательном интерфейсе RS-232/ТТЛ необходимо соблюдать ограничение на напряжение логических уровней в цепях TXD и RTS: низкий логический уровень должен быть в пределах от 0 до 1 В, высокий логический уровень – в пределах от 2,4 до 5,5 В. Несоответствие напряжения логических уровней приведёт к неправильной работе радиомодема, а подача напряжения меньшего –0,5 В или большего 5,5 В может вывести его из строя.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 OEM вариант радиомодема соединяется с материнской платой аппаратуры заказчика через гнездовую колодку (например, типа PBS), рассчитанную на штырьки квадратного сечения 0,64х0,64 мм.

2.2.2 Подготовка радиомодема к использованию должна начинаться с подключения антенны. Для подключения удалённой антенны должен использоваться 50-омный коаксиальный кабель.

К OEM варианту радиомодема антенный кабель может подключаться через коаксиальную разъёмную пару SMA (угловая гнездовая часть SMA-F распаивается на плату радиомодема) или непосредственной распайкой кабеля в отверстия для установки коаксиального разъёма.

В корпусных вариантах радиомодема для подключения удалённой антенны должен использоваться 50-омный коаксиальный кабель типа RG58/U (или аналогичный по диаметру внешнего и внутреннего проводников с малыми потерями в ДМВ диапазоне) с кабельным разъёмом SMA-M.

Внимание!

При использовании внешней (outdoor) антенны для защиты от разрядов атмосферного электричества радиомодем должен заземляться, т.е. цепь GND должна соединяться с контуром заземления здания или с громоотводом. В таких случаях должны использоваться варианты радиомодема в металлических корпусах. Заземлению подлежит металлический корпус радиомодема.

При использовании интерфейса RS-232 или интерфейса RS-485 неизолированного длина линий интерфейса должна быть не более 3-х метров. В случае использования внешней (outdoor) антенны линии неизолированных интерфейсов, соединяющие радиомодем с оконечным оборудованием, должны быть минимальной длины. Линия защитного заземления, соединяющая корпусы (общие цепи) радиомодема и оконечного оборудования должна быть выполнена многожильным плетёным проводом суммарным сечением не менее 1,5 мм^2

2.2.3 При подготовке к использованию радиомодема с интерфейсом RS-232 необходимо сначала отрицательный полюс источника питания соединить с цепью GND радиомодема. Необходимо также соединить эту цепь (или цепь SG) радиомодема с цепью GND («Земля», «Корпус», «Сигнальное заземление» (SG), «Защитное заземление») подключаемого к радиомодему ООД, а затем соединить остальные цепи интерфейса в соответствии с их назначением. После этого цепь +VDC радиомодема (для OEM варианта – цепь +(4-5,25)В) может быть соединена с положительным полюсом источника питания.

2.2.4 При подготовке к использованию радиомодема с интерфейсом RS-485 без гальванической изоляции необходимо сначала отрицательный полюс источника питания соединить с цепью GND радиомодема. Подключение цепей интерфейса должно начинаться с цепи 485C. При её отсутствии в используемом варианте радиомодема соответствующую линию интерфейса RS-485 следует подключить к цепи SG или GND радиомодема. Затем следует подключить цепи 485A и 485B. После этого цепь +VDC может быть соединена с положительным полюсом источника питания.

2.2.6 Для соединения по интерфейсу RS-232 радиомодема с разъёмом DB-9F с оконечным оборудованием типа DTE может быть использован кабель–удлинитель RS-232 с разъёмами DB-9M и DB-9F и распайкой «один в один» (модемный кабель). Предпочтение следует отдать кабелю с экраном из плетёного многожильного медного провода. Желательно использовать кабель минимальной длины. Для соединения радиомодема с устройством типа DCE (радиомодем также является устройством типа DCE) должен использоваться кабель с разъёмами DB-9M на обоих концах и с перекрёстным соединением цепей RXD и TXD: цепь RXD одного устройства должна быть соединении с цепью TXD другого устройства и наоборот.

2.2.7 В корпусных вариантах радиомодема должен быть выбран (запрограммирован) тип интерфейса RS-232 или RS-485. Должны быть выбраны скорость передачи данных на интерфейсе и его настройка (None, Odd, Even, число бит данных, число стоповых бит), соответствующие интерфейсу ООД, с которым сопрягается радиомодем. Для увеличения дальности радиосвязи скорость передачи данных в радиоканале желательно выбирать минимальной, при которой обеспечивается приемлемая задержка доставки пакетов по радиоканалу. При передаче длинных сообщений, длина которых значительно превышает 512 байт, скорость в радиоканале должна выбираться равной скорости на интерфейсе. Настройка параметров радиомодема производится в режиме программирования (см. подраздел 2.5).

2.3 Использование радиомодема в режиме «Связь»

Внимание! Режим «Связь» в радиомодеме РМД400Р является альтернативным режиму «Программирование». Корпусные варианты радиомодема находятся в режиме «Связь» при установленном джампере RTS на плате адаптера интерфейсов.

2.3.1 Радиомодем РМД400Р-ОЕМ имеет цепи интерфейса с ТТЛ уровнями, в которых активное состояние (логический ноль) соответствует напряжению от 0 до 1 В. Для использования радиомодема РМД400Р-ОЕМ в режиме связи вход RTS необходимо подключить к выходу внешней схемы с уровнем (0-1) В, или соединить с цепью GND радиомодема.

2.3.2 Режим связи в радиомодеме РМД400Р имеет два подрежима: «адресный» и «безадресный». В подрежиме связи «безадресный» (включается командой AM-) радиомодем принимает пакеты данных, передаваемые всеми радиомодемами, независимо от включенных в них подрежимов связи. Подрежим связи «адресный» позволяет адресоваться к абонентским радиомодемам (команда AMA) в сети с топологией типа «звезда» и использовать адрес для сетевой маршрутизации при передаче пакетов через радиомодемы–ретрансляторы (команда AMR). В подрежиме связи «адресный» базовый радиомодем (команда AMB.x) «подсматривает» адрес назначения в поступающем от ООД пакете данных, а абонентские радиомодемы используют присвоенные им адреса для опознавания по адресу назначения принимаемых пакетов и для «подписи» передаваемых пакетов. В подрежиме связи «безадресный» и подрежимах связи «адресных» (кроме подрежима «адресный» базовый с префиксом) радиомодем создаёт «прозрачный» полудуплексный канал передачи данных между двумя ООД, т.е. обеспечивает беспроводное нуль-модемное соединение с некоторой задержкой доставки сообщений и ограничением на одновременность приёма и передачи. «Прозрачный» означает, что передающий и принимающий радиомодемы передают без изменения (или отбрасывания) пакеты данных с любыми символами и их комбинациями. В том случае, когда встроенное в абонентское ООД ПО использует протокол передачи данных без адресации, рассчитанный на подключение базового ООД к одному абонентскому ООД, адресация к множеству абонентских ООД может быть обеспечена посредством адресной передачи по адресам абонентских радиомодемов, подключённых к этим ООД. Для этого в базовом радиомодеме должен быть включён подрежим связи «адресный» базовый с префиксом (команда AMB.P), а базовое ООД должно использовать ПО с протоколом передачи данных, дополненным префиксом с адресом

назначения пакета. В этом подрежиме работы «нарушается» прозрачность передачи, так как префикс с адресом не доставляется до абонентского ООД.

2.4 Использование радиомодема для построения сети типа «звезда»

2.4.1 Радиомодем РМД400Р может быть использован для построения радиосетей с топологией типа «звезда». Такие сети используются в системах сбора данных с абонентских пунктов на базовый пункт или для управления объектами на абонентских пунктах из базового пункта. Если абонентский пункт из-за большого расстояния или профиля местности не имеет прямой связи с базовым пунктом, то связь с ним может быть обеспечена через промежуточные пункты. Радиомодемы–ретрансляторы промежуточных пунктов обеспечивают связь для установленных на этих пунктах оконечных устройств и ретранслируют пакеты данных для более удалённых абонентских пунктов и ретрансляторов. Схематичное изображение радиосети типа «звезда» с промежуточным пунктом – ретранслятором приведено на рисунке 15. Такой тип сети называют также «дерево».

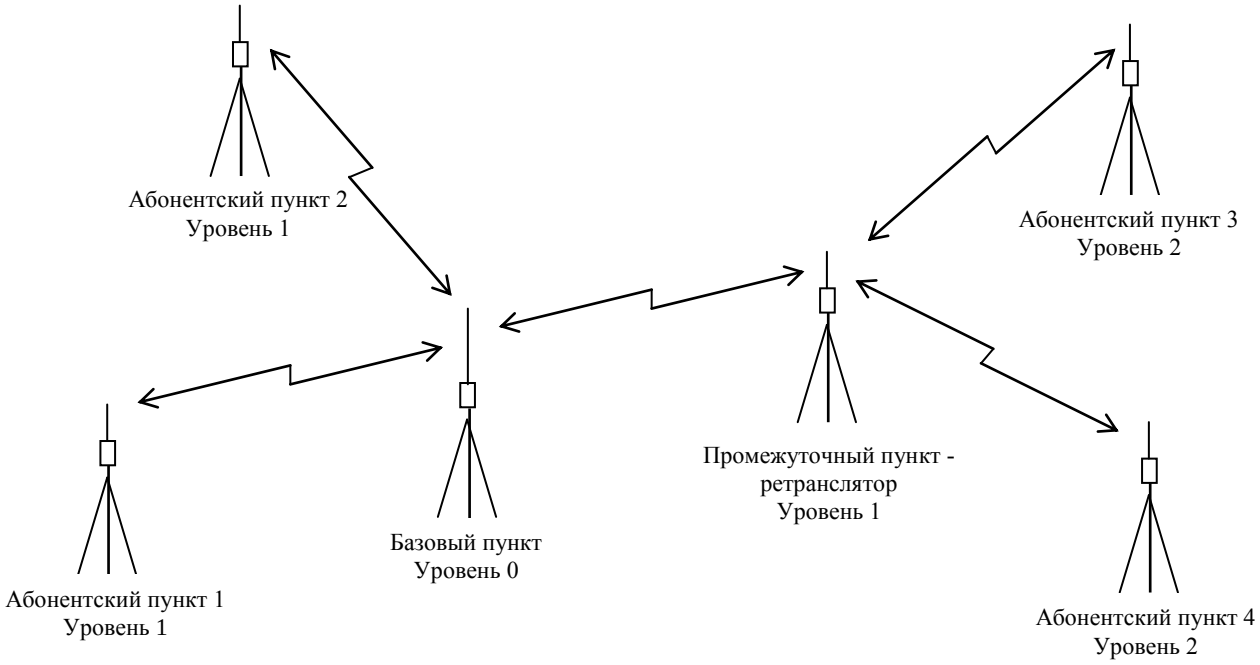


Рис.15 Схема радиосети типа «звезда» с ретранслятором

2.4.2 Если все абонентские пункты сети типа «звезда» имеют прямую связь с базовым пунктом, то в такой сети может использоваться как подрежим связи «адресный», так и подрежим связи «безадресный». Если часть абонентских пунктов могут поддерживать связь с базовым пунктом только через промежуточные пункты – ретрансляторы, то в такой сети должен использоваться подрежим связи «адресный».

2.4.3 В подрежиме связи «адресный» с целью маршрутизации передаваемых пакетов данных по сети производится их адресная фильтрация средствами радиомодема. Абонентскому радиомодему (назначается командой AMA) и радиомодему–ретранслятору (назначается командой AMR), если он одновременно должен выполнять функцию абонентского радиомодема, присваивается собственный адрес или несколько собственных адресов (путём записи в список собственных адресов при программировании), каждый из которых должен совпадать с адресом одного из подключённых к радиомодему ООД, если ООД имеет адрес. В список адресов для ретрансляции радиомодема-ретранслятора при программировании записываются, в общем случае, адреса всех радиомодемов, для которых (и от которых) этот ретранслятор должен ретранслировать пакеты данных. Абонентский радиомодем и радиомодем–ретранслятор выдают принятый из эфира пакет на интерфейс, в случае совпадения адреса назначения пакета с одним из собственных адресов радиомодема. В противном случае, радиомодем–ретранслятор проверяет наличие адреса назначения пакета или

широковещательного адреса FF в списке адресов для ретрансляции и, при положительном результате проверки, ретранслирует пакет. Если адрес назначения принятого из эфира пакета один из двух широковещательных 00 или FF, то абонентский радиомодем выдаёт такой пакет на интерфейс, а радиомодем-ретранслятор выдаёт такой пакет на интерфейс и ретранслирует, независимо от наличия этих адресов в списке собственных адресов и списке адресов для ретрансляции.

2.4.4 Подготовку радиомодемов для сети с одним ретранслятором или с одной цепочкой ретрансляторов можно упростить, если в списки адресов для ретрансляции радиомодемов-ретрансляторов записывать только широковещательный адрес FF. В этом случае принятый из эфира «входящий» пакет будет ретранслироваться при любом адресе назначения пакета, кроме адреса, имеющегося в списке собственных адресов радиомодема (широковещательная ретрансляция).

2.4.5 В подрежиме связи «адресный» всем радиомодемам присваивается номер уровня ретрансляции, который при передаче радиомодемом эфирного пакета вставляется в его заголовок. Радиомодему базового пункта (назначается командой AMB.x, где x – параметр команды) присваивается номер уровня «0», радиомодемам, находящимся в зоне прямой связи с базовым пунктом, – номер уровня «1», радиомодемам, поддерживающим связь с базовым пунктом через радиомодемы–ретрансляторы с номером уровня «1», присваивается номер уровня «2» и т.д. Для того, чтобы радиомодемы принимали пакеты данных только от радиомодемов «соседних» уровней, т.е. с номером уровня меньшим или большим на единицу собственного номера уровня, номер уровня в заголовке принятого эфирного пакета заменяется при ретрансляции на собственный номер уровня радиомодема-ретранслятора. Номера уровней ретрансляции задаются числами «по модулю 16». Номер уровня «0» воспринимается как «соседний», больший по отношению к номеру уровня «15», и наоборот.

2.4.6 Для обеспечения продвижения пакетов по цепочке ретрансляторов в одну сторону (для исключения обратной ретрансляции), в заголовок пакета вставляется признак «исходящий/входящий». Пакеты, «порождённые» радиомодемом базового пункта, получают признак «исходящий». Пакеты, «порождённые» абонентскими радиомодемами, получают признак «входящий». При ретрансляции пакетов признак «исходящий/входящий» не изменяется.

2.4.7 Радиомодем базового пункта должен получить адрес назначения пакета от подключённого к нему оконечного устройства. Радиомодем РМД400 рассчитан на два варианта размещения адреса назначения: в самом пакете данных или в префиксе. Если в протоколе ООД абонентских пунктов, предусмотрено использование адреса в каждом пакете (как, например, в протоколах Modbus), то в базовом радиомодеме необходимо включить подрежим связи «адресный» базовый без префикса и тогда радиомодем будет «подсматривать» адрес назначения в самом пакете и вставлять его в заголовок эфирного пакета. Возможны 2 настройки подрежима «адресный» базовый без префикса: для сети с протоколом Modbus RTU (команда AMB.R) и для сети с протоколом Modbus ASCII (команда AMB.A). Если пользовательским протоколом ООД абонентских пунктов не предусмотрена передача адреса в каждом пакете данных, то диспетчерская программа ООД базового пункта должна дополнять пакеты пользовательского протокола адресным префиксом из трёх символов, а в базовом радиомодеме необходимо включить подрежим связи «адресный» базовый с префиксом (команда AMB.P). Тогда базовый радиомодем будет брать адрес назначения пакета из префикса, вставлять его в заголовок эфирного пакета и отбрасывать префикс при заполнении поля пользовательских данных эфирного пакета. Первый символ префикса должен передавать цифру «0» в коде ASCII (шестнадцатиричный код 30h), а второй и третий символы должны передавать двухразрядный шестнадцатиричный адрес назначения пакета. Шестнадцатиричные цифры «0»...«F» должны передаваться в коде ASCII. Адрес назначения «исходящих» пакетов передаётся в эфир в заголовке пакета. «Входящие» пакеты всегда адресованы базовому радиомодему, поэтому в заголовке «входящих» пакетов передаётся один из собственных адресов (адрес с минимальным номером) «породившего» пакет абонентского радиомодема, т.е. «подпись».

2.4.8 При использовании в базовом радиомодеме подрежимов связи «адресный» базовый без префикса в абонентские радиомодемы и в радиомодемы–ретрансляторы должны записываться в качестве собственных адресов адреса всех подключённых к ним по интерфейсу

абонентских ООД. При использовании в базовом радиомодеме подрежима связи «адресный» базовый с префиксом в абонентские радиомодемы достаточно записать по одному собственному адресу, так как в этом случае для каждого абонентского ООД требуется отдельный абонентский радиомодем.

2.4.9 Абонентский радиомодем, опознавший свой адрес в заголовке принятого пакета, выдаёт на ООД только пользовательские данные эфирного пакета. Ответные пакеты от абонентского ООД передаются также только в поле пользовательских данных эфирного пакета и выдаются базовым радиомодемом на ООД только из этого поля (в подрежимах связи «адресный» базовый без префикса) или дополняются адресным префиксом (в подрежиме связи «адресный» базовый с префиксом). Вставляемый в префикс адрес берётся из заголовка принятого базовым радиомодемом эфирного пакета.

2.5 Программирование параметров радиомодема

2.5.1 Программирование параметров радиомодема может осуществляться локально – по последовательному интерфейсу, либо дистанционно – по радиоканалу.

2.5.2 Локальное программирование параметров радиомодема производится по последовательному интерфейсу в режиме программирования. Режим программирования может быть включён (и выключен) аппаратно или программно.

2.5.3 Аппаратное включение/выключение режима программирования производится снятием/установкой джампера RTS на плате адаптера интерфейсов или (при снятом джампере RTS) изменением логического состояния цепи RTS, при неактивном состоянии режим программирования включен, при активном состоянии режим программирования выключен. Напоминаем, что неактивное состояние цепи RTS соответствует логической «1» или напряжению от 2,4 до 5,5 В в цепи ТТЛ и от –12 до 0 В в цепи RS-232.

2.5.4 При аппаратном включении режима программирования различаются режим начального программирования и режим программирования в процессе работы. Режим начального программирования обеспечивает возможность изменения параметров радиомодема путём подачи на него команд программирования через интерфейс RS-232 (RS-232/ТТЛ) при стандартной настройке интерфейса 9600-8N1. Этот режим программирования необходим в ситуации, когда исходно запрограммирован интерфейс RS-485, а изменение программируемых параметров необходимо сделать через интерфейс RS-232, а также в ситуации, когда настройка последовательного интерфейса радиомодема неизвестна. Режим программирования в процессе работы обеспечивает возможность изменения параметров радиомодема путём подачи на него команд программирования через тот интерфейс и при такой его настройке, которые были запрограммированы ранее и использовались в процессе работы.

2.5.5 Для установки режима начального программирования необходимо включить питание радиомодема при неактивном состоянии цепи RTS (при снятом джампере RTS) или при включенном питании и неактивном состоянии цепи RTS (при снятом джампере RTS) подать и снять сигнал сброса микроконтроллера радиомодема по цепи /RESET. Для установки режима программирования в процессе работы необходимо при включенном питании радиомодема переключить цепь RTS из активного состояния в неактивное (снять джампер RTS). Из любого режима программирования радиомодем переходит в режим связи при переключении цепи RTS из неактивного состояния в активное (при установке джампера RTS). В этот момент времени вновь запрограммированные параметры вступают в силу.

2.5.6 Программное включение режима программирования (а программно может быть включён только режим программирования в процессе работы) производится путём подачи на радиомодем по активному интерфейсу так называемой ESC-последовательности, которая состоит из 3-х символов «+» в коде ASCII (шестнадцатиричный код 2Bh). Паузы между символами ESC-последовательности должны быть менее длительности 2-х символов для скоростей передачи на интерфейсе от 1,2 кбит/с до 19,2 кбит/с (включительно) и менее 0,75мс для скоростей передачи более 19,2 кбит/с, а паузы до и после символов ESC-последовательности должны быть больше данных значений. Программное выключение режима программирования производится путём подачи на радиомодем по тому же интерфейсу соответствующей команды программирования. Программно включённый режим

программирования выключается автоматически по истечении 30с после последней поступившей команды программирования или при отсутствии таковых. Программное включение/выключение режима программирования удобно при использовании интерфейса RS-485, когда радиомодем размещён на значительном удалении от ООД и у оператора нет доступа к цепи RTS радиомодема (цепь RTS, так же как и другие цепи интерфейса RS-232, не может использоваться с длинными проводами).

2.5.7 Команды локального программирования подаются на радиомодем в виде командной строки из символов кода ASCII, начинающейся заголовком из 3-х символов «0», «0», «#» и заканчивающейся символом «[ETX]». [ETX] – это один символ (не 3 и не 5 символов), командный (непечатный), означающий команду «Конец текста» (шестнадцатиричный код символа «[ETX]» 03h). В некоторых терминальных программах символ «[ETX]» может быть введён с клавиатуры одновременным нажатием клавиш «Ctrl» и «C» (Ctrl+C).

Синтаксис командной строки: 00#x[ETX]

где

- «0», «#», «[ETX]» – символы кода ASCII;
- «x» – команда из символов кода ASCII: знаков, шестнадцатиричных цифр или букв латинского алфавита (прописных или строчных).

Если команда и её параметры корректны, радиомодем отвечает откликом «OK» (кроме команды «???» запроса установленных параметров радиомодема), в противном случае радиомодем отвечает откликом «ER».

2.5.8 Команда «???» – запрос установленных параметров радиомодема.

В ответ на эту команду радиомодем выдаёт значения ранее введённых в него параметров и результат измерения мощности сигнала (шума) на входе приёмника.

Синтаксис: 00#???[ETX]

Отклик:

RS**v**, I**yy**, **mHn**, E**zz**, F**xxx**, P**uu**, AM**i.j**, L0**c**, N**w**, RI**b**,

CS**rr**, M**q**,

RSSI=**-DDD**dBm

AL:

tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt

tt tt tt tt tt

RL:

tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt tt

tt tt tt tt tt

>

где «v» – номер профиля интерфейса в соответствии с таблицей 6;

«yy» – двухразрядный десятичный код скорости передачи информации на асинхронном последовательном интерфейсе в соответствие с таблицей 7;

«m» – цифра, означающая количество информационных бит в асинхронном слове;

«H» – одна из трёх букв: N, означает «None» - отсутствие бита проверки на чётность, «E», означает «Even» - наличие бита проверки на чётность, или «O», означает «Odd» - наличие бита проверки на нечётность;

«n» – цифра, означающая количество стоповых бит в асинхронном слове;

«zz» – двухразрядный десятичный код скорости передачи информации по радиоканалу в соответствие с таблицей 8;

«xxx» – трёхразрядный шестнадцатиричный номер частотного канала, рабочая частота радиомодема и десятичный номер канала связаны формулой (1);

«uu» – двухразрядный шестнадцатиричный код выходной мощности передатчика в соответствии с таблицей 9;

«i» – третий варьируемый символ команды AMx (включение/выключение подрежима связи «адресный»);

«.» – знак точки, разделяющий команду AMB и параметр команды;

«j» – параметр команды AMB;

«b» – знак «+» или «-»;

«c» – шестнадцатиричный номер уровня радиомодема в ретрансляционной цепочке;

«q» – код режима работы радиомодема;

«w» – шестнадцатиричный номер сети;

«rr» – двухразрядный шестнадцатиричный код порога обнаружения несущей;

«-DDD» – мощность сигнала на входе приёмника в децибелах на милливатт;

AL: – список собственных адресов радиомодема (выводятся в порядке возрастания номеров по 16, максимум, адресов в строке);

RL: – список адресов для ретрансляции (выводятся в порядке возрастания номеров по 16, максимум, адресов в строке);

«tt» – двухразрядные шестнадцатиричные адреса.

2.5.9 Команда «RSx» – установка профиля интерфейса,
где «x» – номер профиля интерфейса в соответствии с таблицей 6.

Синтаксис: 00#RSx[ETX]

Отклик: OK

Таблица 6

Номер профиля	Имя профиля интерфейса	Функции цепей интерфейса
0	UART 3-проводный	DTR – не используется DSR – всегда активна RTS – не используется CTS – всегда активна DCD – всегда активна
1	UART стандартный	DTR – запрос включения радиомодема DSR – радиомодем включен RTS – запрос передачи CTS – готовность к передаче DCD – связь установлена
2	RS-232 с односторонним управлением потоком (основной профиль при использовании интерфейса RS-232)	DTR – не используется DSR – всегда неактивна RTS – выключение командного режима CTS – готовность к передаче DCD – всегда неактивна
3	UART с двухсторонним управлением потоком	DTR – запрос включения радиомодема DSR – радиомодем включен RTS – готовность к приему CTS – готовность к передаче DCD – связь установлена
4	RS-485	DTR – запрос включения РМ DSR – всегда неактивна RTS – выключение командного режима CTS – готовность к передаче DCD – передача RS-485

Внимание! При установке профилей интерфейса с номерами 0, 1 и 3 радиомодем не может быть переведён аппаратно в режим программирования в процессе работы. Изменение параметров радиомодема в этом случае возможно в режиме начального программирования (п.2.5.5) или при программном включении режима программирования в процессе работы (п.2.5.6).

2.5.10 Команда «Ixx» – установка скорости передачи данных на последовательном интерфейсе,
где «xx» – двухразрядный десятичный код скорости передачи информации на асинхронном последовательном интерфейсе в соответствие с таблицей 7.

Синтаксис: 00#Ixx[ETX]

Отклик: OK

Таблица 7

Скорость передачи, кбит/с	1,2	2,4	4,8	9,6	14,4	19,2	38,4	57,6	76,8	115,2
Вводимые символы	12	24	48	96	14	19	38	57	76	11

2.5.11 Команда «mHn» – установка параметров слова асинхронного последовательного интерфейса.
где «m» – цифра 8, означает количество информационных бит в слове;
«H» – буква N (n), E (e) или O (o):
- «N» или «n» означает «None» - отсутствие бита проверки на чётность,
- «E» или «e» означает «Even» - наличие бита проверки на чётность,
- «O» или «o» означает «Odd» - наличие бита проверки на нечётность;

«n» – цифра 1 или 2, означает количество стоповых бит.

Синтаксис: 00#mHn[ETX]

Отклик: OK

2.5.12 Команда «Exx» – установка скорости передачи информации по радиоканалу.
где «xx» – двухразрядный десятичный код скорости передачи информации по радиоканалу в соответствие с таблицей 8.

Синтаксис: 00#Exx[ETX]

Отклик: OK

Таблица 8

Скорость передачи, кбит/с	0,3	0,6	1,2	2,4	4,8	9,6	14,4	19,2	38,4	57,6
Вводимые символы	30	60	12	24	48	96	14	19	38	57

Примечание. При выборе скорости передачи данных на последовательном интерфейсе и скорости передачи информации по радиоканалу необходимо учитывать следующее:
- если скорость передачи по радиоканалу меньше скорости передачи на интерфейсе, то размер передаваемого отдельного сообщения ограничен 512-ю символами;
- увеличение скорости передачи по радиоканалу приводит к уменьшению дальности радиосвязи и наоборот.

2.5.13 Команда «Fxxx» - установка частотного канала,
где «xxx» – трёхразрядный шестнадцатиричный номер частотного канала в коде ASCII. Десятичный номер частотного канала связан с рабочей частотой канала формулой (1). При программировании (установке) частотного канала его десятичный номер должен быть преобразован в шестнадцатиричный, например, с помощью встроенного в Windows калькулятора.

Синтаксис: 00#Fxxx[ETX]

Отклик: OK

2.5.14 Команда «Pxx» - установка выходной мощности передатчика

Синтаксис: 00#Pxx[ETX]

где «xx» – двухразрядный шестнадцатиричный код выходной мощности передатчика в соответствии с таблицей 9.

Отклик: OK

Таблица 9

Код	00	01	02	03	04	06	08	0A	0D	12
Мощность, дБм	12	17	21	23	25	27	28	29	30	31

2.5.15 Команда «AM-» – выключение подрежима связи «адресный» (включение подрежима связи «безадресный»)

Синтаксис: 00#AM-[ETX]

Отклик: OK

Примечание. При выключенном подрежиме связи «адресный» можно не программировать следующие параметры радиомодема:

- номер уровня радиомодема в ретрансляционной цепочке (команда L);
- собственный адрес (список адресов) радиомодема (команды W/D);
- адрес (список адресов) для ретрансляции (команды +xx/-xx).

2.5.16 Команда «AMB.x» - включение подрежима связи «адресный» базовый (устанавливается в радиомодеме, подключённом к мастеру сети),

где «x» – параметр команды, который для подрежимов без префикса принимает значения:

- R, если радиомодем используется для передачи пакетов данных протокола Modbus-RTU, в котором адрес назначения представляется в двоичном коде и передаётся первым символом пакета;
- A, если радиомодем используется для передачи пакетов данных протокола Modbus-ASCII, в котором адрес назначения пакета передаётся в поле из трёх первых символов, в котором первый символ «:» в коде ASCII (шестнадцатиричный код 3Ah), а второй и третий символы передают двухразрядный шестнадцатиричный адрес назначения пакета в коде ASCII,

а для подрежима с префиксом – значение:

- P, если радиомодем используется для передачи пакетов данных, не содержащих адрес назначения. В этом случае базовый радиомодем должен получить адрес назначения от базового ООД в предшествующем передаваемому пакету трёхсимвольном префиксе, который будет отброшен при инкапсуляции пакета пользовательских данных в пакет эфирного протокола. Первый символ префикса должен передавать цифру «0» в коде ASCII (шестнадцатиричный код 30h), а второй и третий символы должны передавать двухразрядный шестнадцатиричный адрес назначения пакета в коде ASCII.

Синтаксис: 00# AMB.x[ETX]

Отклик: OK

Примечание. При включенном подрежиме связи «адресный» базовый радиомодем должен быть дополнительно запрограммирован номером уровня L0x. Для базового радиомодема рекомендуется номер уровня L00.

2.5.17 Команда «AMA» – включение подрежима связи «адресный» абонентский.

Синтаксис: 00#AMA[ETX]

Отклик: OK

Примечание. При включенном подрежиме связи «адресный» абонентский радиомодем должен быть дополнительно запрограммирован:

- номером уровня (команда L0x);
- собственным адресом или множеством собственных адресов (команды Wxx или Wxx,yy).

2.5.18 Команда «AMR» – включение подрежима связи «адресный» ретрансляционный.

Синтаксис: 00#AMR[ETX]

Отклик: OK

Примечания:

1. При включенном подрежиме связи «адресный» ретрансляционный радиомодем функционирует как ретранслятор для адресов из списка адресов для ретрансляции и как абонентский радиомодем для адресов из списка собственных адресов.
2. При включенном подрежиме связи «адресный» ретрансляционный радиомодем должен быть дополнительно запрограммирован:
   - номером уровня радиомодема в ретрансляционной цепочке (команда L);
   - собственным адресом (списком собственных адресов) радиомодема (команды W/D);
   - адресом (списком адресов) для ретрансляции (команды +xx/-xx).

2.5.19 Команда «L0x» – установка номера уровня ретрансляции (порядкового номера радиомодема в ретрансляционной цепочке), требуется устанавливать при включенном подрежиме связи «адресный»,
где «0» – цифра 0 в коде ASCII;
«x» – номер уровня ретрансляции, присваиваемый радиомодему (шестнадцатиричная цифра «0»...«F» в коде ASCII), всего 16 уровней.

Синтаксис: 00#L0x[ETX]

Отклик: OK

Примечание. Радиомодему базового пункта рекомендуется присваивать номер уровня 0, радиомодемам ближайших к базовому пункту абонентских и ретрансляционных пунктов – номер уровня 1, радиомодемам следующих по ретрансляционным цепочкам пунктов – номер уровня 2 и т.д.

2.5.20 Команда «Nx» – установка номера сети,
где «x» – номер сети (шестнадцатиричная цифра «0»...«F» в коде ASCII), всего 16 номеров.

Синтаксис: 00#Nx[ETX]

Отклик: OK

2.5.21 Команда «RI+»/«RI-» – включение/выключение выдачи на интерфейс, после выдачи принятого сообщения, символа со значением мощности входного сигнала приёмника (RSSI).

Синтаксис: 00#RI+[ETX] (или 00#RI-[ETX])

Отклик: OK

Примечание. Мощность входного сигнала приёмника представляется восьмиразрядным двоичным знаковым числом в дополнительным коде и имеет размерность «децибел на милливатт» (дБм).

2.5.22 Команда «CSxx» - установка порога обнаружения несущей,
где «xx» - два символа шестнадцатиричной записи в коде ASCII восьмиразрядного двоичного знакового числа в дополнительном коде, определяющего минимальную обнаруживаемую мощность несущей на входе приёмника в децибелах на милливатт (дБм).

Синтаксис: 00# CSxx[ETX]

Отклик: OK

2.5.23 Команда «AES:xxxxxxxxxxxxxxxx» – ввод ключа шифрования команд дистанционного программирования,
где «xxxxxxxxxxxxxxxx» – ключ шифрования – 16 произвольных 8-битных символов.

Синтаксис: 00#AES:xxxxxxxxxxxxxxxx[ETX]

Отклик: OK

Примечания:

1. При выпуске с завода-изготовителя и при сбросе настроек в состояние «по умолчанию» в радиомодем вводится ключ 0000000000000000 (16 символов цифры 0 в коде ASCII).
2. Если командой «AES:» вводится ключ длиной менее 16 символов, то он автоматически дополняется до 16 символов символами цифры «0» в коде ASCII.

2.5.24 Команда «Mx» – установка рабочего режима радиомодема.

Синтаксис: 00#Mx[ETX]

Отклик: OK

где «x» = 0...2 – код рабочего режима радиомодема.

Код «0» - режим связи, полудуплексная передача данных, поступающих от ООД, приём и выдача на ООД.

Код «1» - режим «Маяк» для тестирования радиоканала. Переводит модем в режим излучения коротких эфирных пакетов с периодом 1с. Служит для тестирования и настройки радиолинии, при установке режима с кодом «2», на противоположном конце.

Код «2» - режим «Измеритель RSSI» для тестирования радиоканала. В данном режиме модем периодически (раз в 2 с) производит измерение мощности сигнала (или шума) на входе приёмника в децибелах на милливатт и выдает на интерфейс результат измерений в виде последовательности из 12 печатных символов:

RSSI=-118dBm

и двух командных символов «перенос строки» и «возврат каретки», так что при отображении в окне терминальной программы каждый новый результат измерений выводится в начале новой строки.

При приёме эфирных пакетов согласованной структуры и при отсутствии ошибок, принятый пакет данных на интерфейс не выдаётся, а выдаётся результат измерений и признак отсутствия ошибок приёма данных:

RSSI=-101dBm_OK

В случае обнаружения ошибок, выдаётся результат измерений и признак наличия ошибок приёма данных:

RSSI=-104dBm_ER

2.5.25 Команда «Wxx» – включить адрес «xx» в список собственных адресов радиомодема, используемого в подрежиме связи «адресный»,
где «xx» – адрес, вводимый двумя шестнадцатиричными цифрами «0»...«F» (в коде ASCII), всего 256 адресов.

Синтаксис: 00#Wxx[ETX]

Отклик: OK

2.5.26 Команда «Wxx,yy» – включить диапазон адресов с «xx» до «yy» в список собственных адресов радиомодема, используемого в подрежиме связи «адресный»,
где «xx» и «yy» – первый и последний адреса диапазона, вводимые двумя шестнадцатиричными цифрами «0»...«F» (в коде ASCII) каждый, всего 256 адресов.

Синтаксис: 00#Wxx,yy [ETX]

Отклик: OK

2.5.27 Команда «Dxx» – исключить адрес «xx» из списка собственных адресов радиомодема, используемого в подрежиме связи «адресный»,
где «xx» – исключаемый из списка адрес, вводимый двумя шестнадцатиричными цифрами «0»...«F» (в коде ASCII).

Синтаксис: 00#Dxx[ETX]

Отклик: OK

2.5.28 Команда «Dxx,yy» – исключить адреса в диапазоне от «xx» до «yy» из списка собственных адресов радиомодема, используемого в подрежиме связи «адресный»,
где «xx» и «yy» – первый и последний адреса диапазона, вводимые двумя шестнадцатиричными цифрами «0»...«F» (в коде ASCII) каждый.

Синтаксис: 00#Dxx,yy [ETX]

Отклик: OK

Например, команда 00#D00,FF[ETX] очищает список собственных адресов радиомодема.

2.5.29 Команда «+xx»/«-xx» – включение/исключение адреса «xx» в/из список/списка адресов для ретрансляции, используемый/используемого в подрежиме связи «адресный»,
где «xx» – адрес, вводимый двумя шестнадцатиричными цифрами «0»...«F» (в коде ASCII), всего 256 адресов.

Синтаксис: 00#+xx[ETX] (или 00#-xx[ETX])

Отклик: OK

2.5.30 Команда «+xx,yy»/«- xx,yy» – включение/исключение диапазона адресов от «xx» до «yy» в/из список/списка адресов для ретрансляции, используемый/используемого в подрежиме связи «адресный»,
где «xx» и «yy» – первый и последний адреса диапазона, вводимые двумя шестнадцатиричными цифрами «0»...«F» (в коде ASCII) каждый.

Синтаксис: 00#+xx,yy[ETX] (или 00#-xx,yy[ETX])

Отклик: OK

Например, команда 00#-00,FF[ETX] очищает список адресов для ретрансляции радиомодема.

2.5.31 Команда «PW:xxxxxx» – установка пароля доступа при аппаратном/программном включении режима программирования параметров радиомодема,
где «xxxxxx» – устанавливаемый пароль (6 произвольных 8-битных символов).

При аппаратном и программном включении режима программирования запрашивается пароль. При вводе правильных символов пароля они «эхом» выдаются радиомодемом на порт.

После правильного ввода пароля в ответ на его запрос радиомодем выдаёт отклик «OK» и переходит в режим программирования. После неправильного ввода пароля в ответ на его запрос и последующей попытки ввода команды программирования радиомодем выдаёт отклик «ER» и вновь запрашивает пароль.

Пример запроса пароля и отклика при вводе правильного пароля:

PASSWORD:012345

OK

>

При установке пароля «000000» (6 символов цифры 0 в коде ASCII) пароль считается неустановленным и режим программирования включается без запроса и ввода пароля. Такая настройка пароля вводится автоматически при сбросе настроек параметров радиомодема в состояние «по умолчанию» (заводские настройки).

2.5.32 Команда «OUT» – выключение режима программирования, включенного программно.

Синтаксис: 00#OUT[ETX]

Примечания:

1. Команда «OUT» в режиме программирования, включенном программно, исполняется без выдачи отклика «OK».

2. При вводе команды «OUT» в режиме программирования, включенном аппаратно, радиомодем выдаёт отклик «ER».

2.5.33 Команда «RST» – сброс настроек параметров радиомодема в состояние «по умолчанию» (заводские настройки).

Синтаксис: 00#RST[ETX]

Отклик: OK

Примечание. При установленном пароле доступа на включение режима программирования команда «RST» позволяет сбросить настройки параметров радиомодема в состояние «по умолчанию» (вернуться к заводским настройкам), для чего необходимо в ответ на запрос пароля ввести любые шесть символов и, после отклика «ER», ввести команду «RST».

Настройки параметров радиомодема «по умолчанию» (заводские настройки):

RS2, I96, 8N1, E96, F00, P0F, AM- , L00, N0, RI-,

CSA6, M0,

RSSI=-101dBm

AL:

RL:

>

2.5.34 Дистанционное программирование отличается от локального программирования тем, что команды программирования поступают на программируемый радиомодем не по интерфейсу, а по радиоканалу, по радиоканалу же дистанционно программируемый радиомодем отправляет отклик на команду. При дистанционном программировании нет необходимости включать режим программирования, программируемый радиомодем после приёма и исполнения команды возвращается в исходный режим связи. Локальный радиомодем, посредством которого передаётся команда на дистанционно программируемый радиомодем, также как и радиомодем-ретранслятор (если он участвуют в связи), передаёт команду программирования и отклик на команду «прозрачно», как и любые другие данные. Команды дистанционного программирования при передаче по радиоканалу шифруются, поэтому в дистанционно программируемый и локальный радиомодемы должны быть введены одинаковые ключи шифрования.

2.5.35 Дистанционное программирование по радиоканалу возможно как в «безадресном», так и в «адресных» подрежимах связи. При дистанционном программировании в подрежиме связи «безадресный» команды программирования будут исполняться всеми удалёнными радиомодемами, принимающими сигналы локального радиомодема. Поэтому при необходимости изменения какого-либо параметра только в одном удалённом радиомодеме, необходимо принять меры, чтобы сигналы локального радиомодема принимались только этим удалённым радиомодемом.

При работе радиомодемов в подрежиме связи «адресный» для выполнения дистанционного программирования в локальном радиомодеме должен быть включён подрежим связи «адресный» базовый. Дистанционное программирование радиомодема может осуществляться как со стационарного базового пункта по ранее запрограммированным маршрутам доставки сообщений, так и с мобильного пункта при непосредственной связи (без ретрансляторов) локального радиомодема с дистанционно программируемым радиомодемом. В последнем случае локальный радиомодем должен быть запрограммирован номером уровня на единицу меньшим, чем уровень программируемого радиомодема (команда L0x).

2.5.36 Команды дистанционного программирования отличаются от команд локального программирования добавлением перед каждой командой ESC-последовательности из трёх символов «+» (код ASCII 2Bh). В подрежиме связи «адресный» перед ESC-последовательностью должен быть передан адрес назначения команды. Структура адресной части при передаче команды дистанционного программирования такая же, как и при передаче других данных, и зависит от значения параметра «x» ранее введённой команды «AMB.x».

Синтаксис команды дистанционного программирования:

- в подрежиме связи «безадресный» – +++00#x[ETX],
- в подрежиме связи «адресный» при использовании в базовом радиомодеме настроек:

AMB.R – a+++00#y[ETX]

AMB.A – :hh+++00#y[ETX]

AMB.P – 0hh+++00#y[ETX]

где «a» – адрес назначения в восьмиразрядном двоичном коде (разрешённые значения от 00000001 до 11111110);

«hh» – адрес назначения в виде двухразрядного шестнадцатиричного числа в коде ASCII (разрешённые значения от 01 до FE);

«+», «0», «#», «:», «[ETX]» – символы ASCII-кода;

«y» - команда из 2-6 символов кода ASCII – знаки, шестнадцатиричные цифры или буквы латинского алфавита (прописные или строчные).

Все символы команды дистанционного программирования должны поступать на локальный радиомодем без пауз между собой, но с паузами до первого и после последнего символа команды для обеспечения передачи по радиоканалу в отдельном эфирном пакете (см. п. 1.4.3).

Отклик на команды при дистанционном программировании, кроме команды «???»:

OK

Отклик на команду «???» при дистанционном программировании – список параметров программируемого радиомодема того же вида, что и отклик на команду «???» при локальном программировании (см. п. 2.5.8).

2.6 Обновление программы (прошивки) микроконтроллера радиомодема

2.6.1 Для самостоятельного обновления (по необходимости) прошивки радиомодема предусмотрен загрузчик. Вызов загрузчика происходит при подаче питания на радиомодем. При старте загрузчик запускает таймер на временной интервал равный 4 с, в течение которого ожидает установления связи, что индицируется вспыхиванием красного светодиода с частотой 2 Гц. Обновление прошивки радиомодема возможно с помощью персонального компьютера с терминальной программой поддерживающей протокол XModem CRC.

2.6.2 Рассмотрим порядок обновления прошивки радиомодема на примере работы с программой Hyper Terminal (Гипертерминал).

После запуска программы Hyper Terminal, создания нового подключения (рисунок 16) и выбора последовательного порта используемого для связи с радиомодемом (рисунок 17), необходимо задать параметры последовательного порта (рисунок 18):

- скорость 19200 бит/с;
- 8 бит данных;
- без проверки чётности;
- 1 стоповый бит;
- без управления потоком.

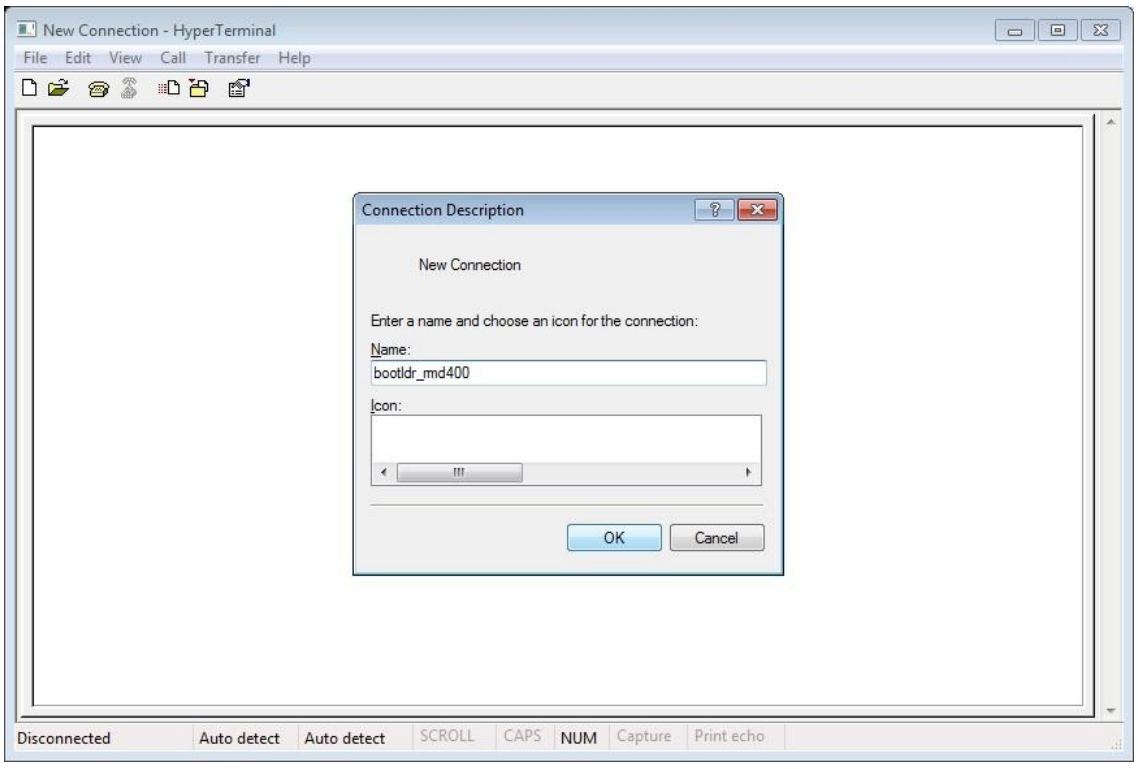


Рис. 16 Создание нового подключения

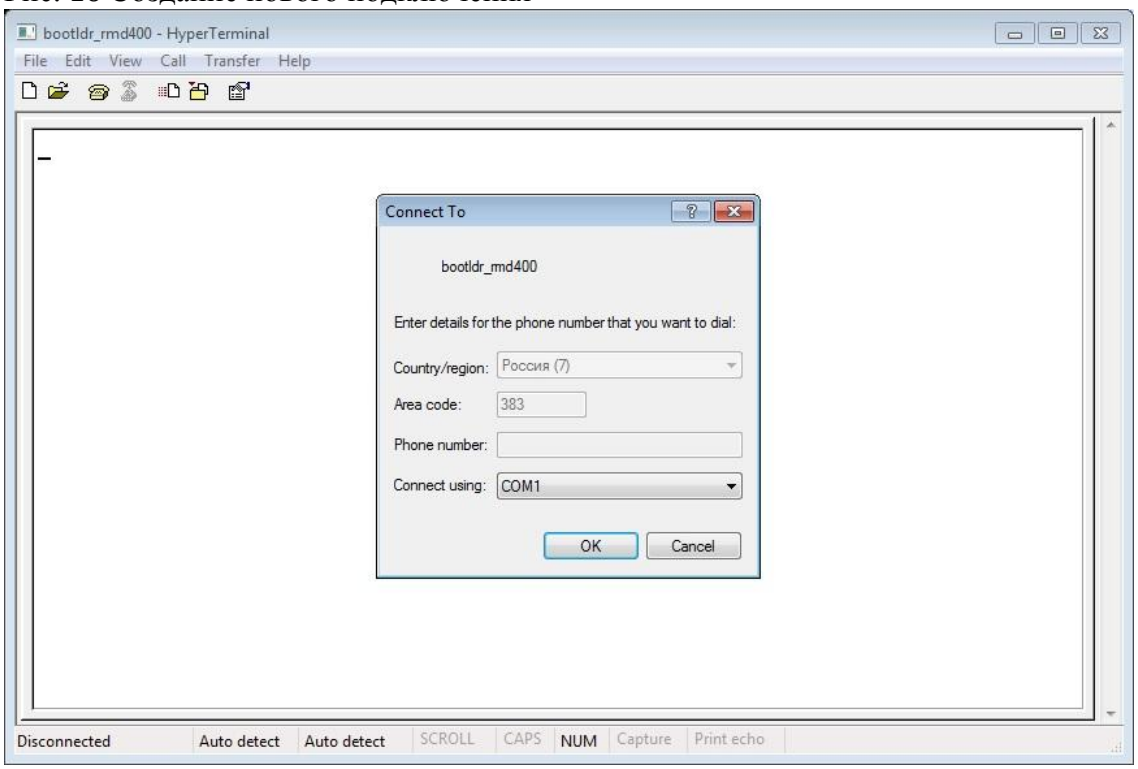


Рис.17 Выбор порта используемого для связи с радиомодемом

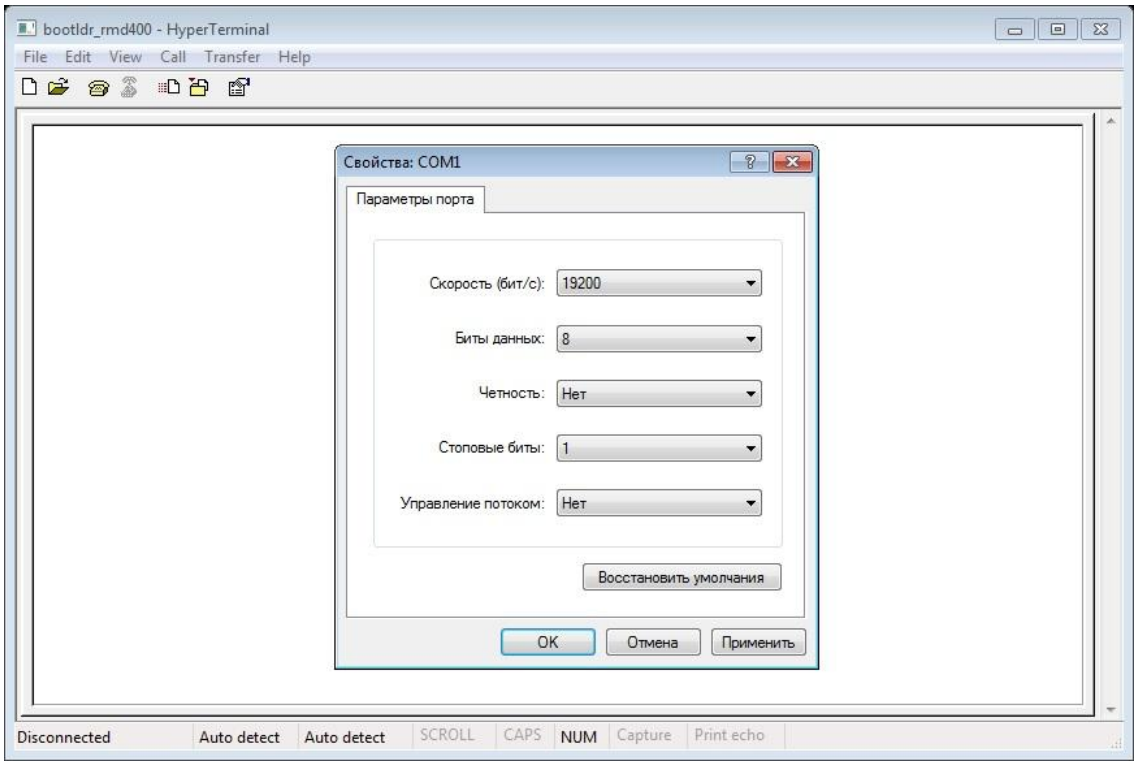


Рис.18 Установка параметров порта.

В меню Transfer/Send File указать путь к файлу прошивки радиомодема с расширением .bin, выбрать протокол обмена Xmodem (рисунок 19).

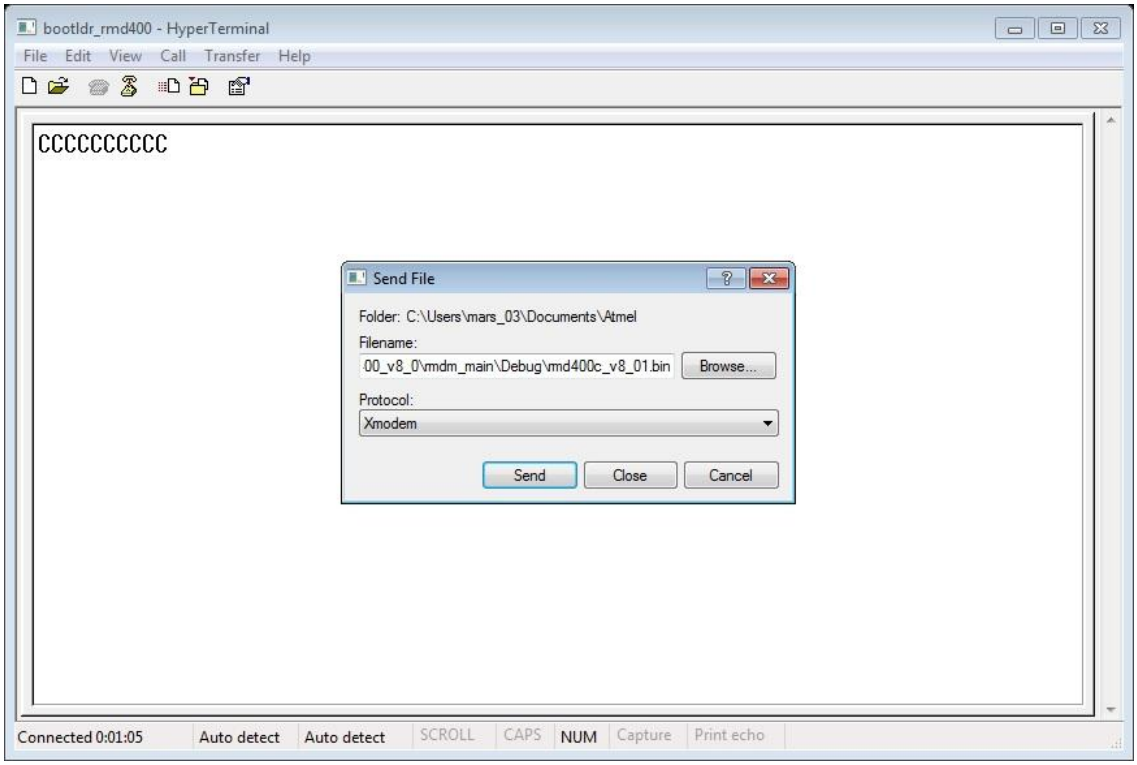


Рис.19 Выбор файла и протокола передачи

Затем подать на радиомодем питание (при необходимости, предварительно сняв), для вызова загрузчика. О начале работы загрузчика сигнализируют вспышки красного светодиода с частотой 2 Гц и символы «С» - приглашение к началу обмена, в окне гипертерминала.

В течении 4 с после начала работы загрузчика начать передачу файла прошивки (Send) (рисунок 20). Процессе обновления прошивки радиомодема, индицируется частыми вспышками красного светодиода.

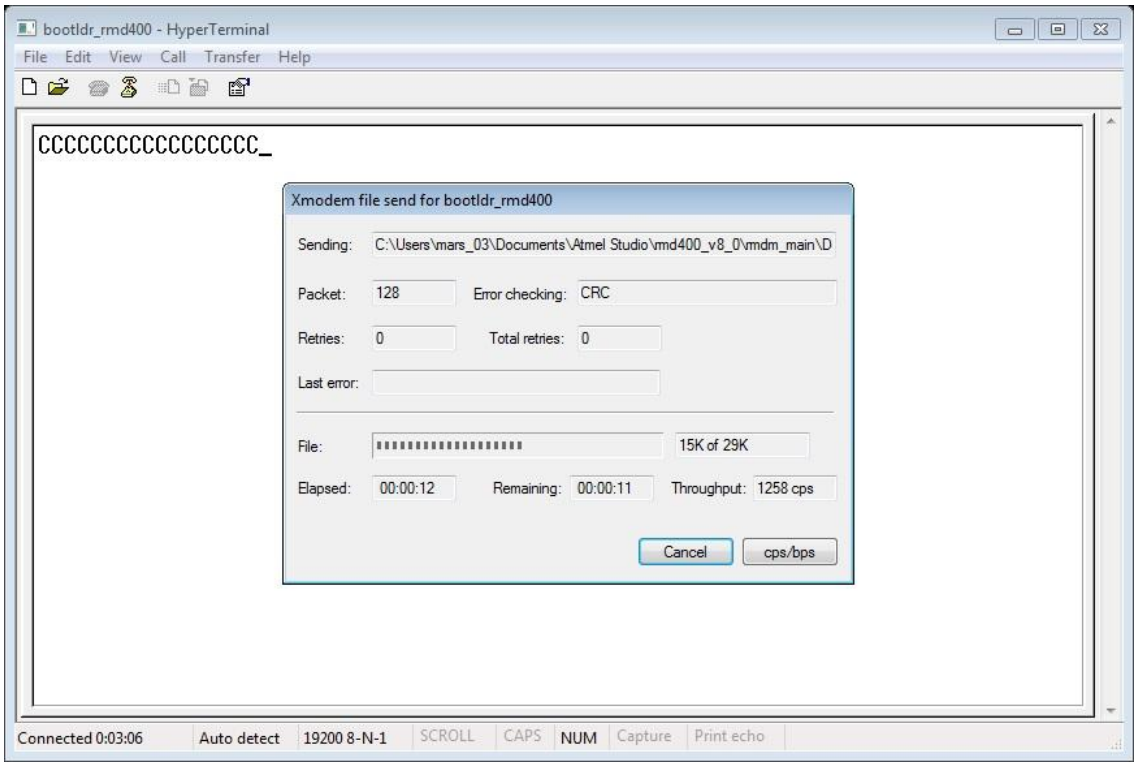


Рис.20 Процесс передачи файла прошивки в загрузчик радиомодема

3 Техническое обслуживание и ремонт

3.1 Общие указания

3.1.1 При эксплуатации в помещении с нормальными климатическими условиями радиомодем не требует технического обслуживания. При эксплуатации радиомодема в негерметичном исполнении вне помещений и в помещениях с повышенной влажностью, запылённостью, неотапливаемых помещениях и помещениях с агрессивными парами требуется периодическая (по мере загрязнения) протирка корпуса, доступных при разборке с помощью отвёртки плат и разъёмов радиомодема ватным тампоном, смоченным спиртом.

3.2 Проверка работоспособности изделия

3.2.1 Проверить работоспособность радиомодема в лабораторных условиях можно с помощью второго (заведомо исправного) радиомодема и двух компьютеров. Перед проверкой на связь необходимо установить в радиомодемах одинаковые параметры. Проверку на связь на небольшом расстоянии для предотвращения перегрузки приёмника следует производить при отключенных антеннах.

3.2.2 Работоспособность радиомодема устанавливается по выполнению им своих функций, т.е. приёма, передачи данных и программирования. В случае невыполнения какой-либо из функций фиксируется неисправность радиомодема. Ремонт радиомодема должен производиться специализированной организацией.

3.3 Проверка исправности антенно-фидерного тракта

Часто причиной неудовлетворительной работы радиолинии являются неисправности антенно-фидерного тракта (АФТ). Проверку исправности АФТ производят осмотром состояния коаксиального кабеля, соединяющего радиомодем с антенной (особенно в местах разделки разъёмов), а также состояния антенны. В первом приближении исправность коаксиального кабеля можно определить путём измерения сопротивления центрального проводника и оплётки кабеля с помощью тестера. Сопротивление этих цепей должно составлять доли ома. Проверяется также отсутствие замыкания центрального проводника и оплётки кабеля, сопротивление постоянному току между этими цепями, измеренное при отключённой антенне, должно быть около 10 кОм. Необходимо учесть, что во многих антеннах имеется короткое замыкание центрального проводника и оплётки кабеля.

Антенна не должна иметь видимых дефектов и должна иметь качественное соединение излучателя с центральным проводником кабеля, а также противовеса с оплёткой кабеля.