

ООО Конструкторское бюро аппаратуры связи «Марс»

РАДИОМОДЕМ

РМД400-2-ОЕМ

Руководство по эксплуатации

ЕГТК.464411.002-2РЭ

V2.1

© ООО КБ «Марс» 2008-2012г. 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, а/я 177  
Тел. (383)203-42-17  
Тел/факс: (383)244-00-87  
E-mail: kb-mars@yandex.ru

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством и работой изделия, а также правилами и рекомендациями по его использованию. Радиомодем РМД400-2-ОЕМ выпускается в OEM варианте (в виде встраиваемого модуля для изготовителей комплексного оборудования). 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 РМД400-2-ОЕМ ЕГТК.464411.002-2 предназначен для передачи цифровой информации по радиоканалу малого радиуса действия при работе в составе распределённых сетей телеметрии, управления и автоматизации технологических процессов. 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 Радиомодем имеет асинхронный последовательный интерфейс RS-232 с TTL уровнями (RS-232/TTL). Через внешний приёмопередатчик (приёмник-драйвер) радиомодем может подключаться к интерфейсу RS-485 или CAN. Для управления направлением передачи приёмопередатчика RS-485 может быть использован выходной сигнал радиомодема DCD.

1.1.3 Радиомодем РМД400-2-ОЕМ относится к радиоэлектронным средствам (РЭС), не подлежащим регистрации (рабочая частота 433,92 МГц  $\pm 0,2\%$ , мощность передатчика 10 мВт). Перечень соответствующих РЭС утверждён постановлением Правительства РФ от 12 октября 2004 г. № 539.

### 1.2 Технические характеристики

Диапазон рабочих частот .....	(433,1-434,7) МГц
Сетка частот .....	50 кГц
Количество частотных каналов .....	до 32
Режим работы .....	полудуплексный
Мощность передатчика .....	10 мВт
Метод модуляции .....	FSK (частотная манипуляция)
Чувствительность приёмника при скорости в эфире 1,2 кбит/с ...	-112 дБм (0,56 мкВ)
Частотная избирательность приёмника в полосе рабочих частот (исключая соседний канал) .....	37 дБ
Избирательность приёмника по соседнему каналу ...	25 дБ
Скорость передачи информации по радиоканалу.....	от 1,2 до 115,2 кбит/с
Кодирование с исправлением ошибок .....	каскадное
Кодирование с обнаружением ошибок .....	CRC
Интерфейс на ООД .....	RS-232/TTL
Скорость передачи данных на интерфейсе .....	от 1,2 до 230,4 кбит/с
Протокол передачи .....	прозрачный, потоковый
Размер сообщения .....	неограничен
Напряжение питания .....	(3,5-16)В
Ток потребления приём/передача .....	20/35 мА
Интервал рабочих температур .....	от -40 до +80°C
Габаритные размеры .....	26,5x15,24x2,3 мм

### 1.3 Состав изделия

1.3.1 Радиомодем РМД400-2 выполнен в виде печатной платы размером 26,5x15,24 мм. Выводы для подключения к материнской плате заказчика выполнены на одной длинной стороне платы модуля в виде металлизированных полуотверстий. На противоположной стороне платы выполнены конструктивно аналогичные технологические выводы. Толщина платы 0,8 мм, компоненты расположены на одной стороне платы и возвышаются над поверхностью максимум на 1,5 мм. Плата модуля радиомодема может монтироваться на материнской плате

методом поверхностного монтажа или устанавливаться на ребро с ручной пайкой выводных полупроводников к площадкам на материнской плате.

1.3.2 На рисунке 1 приведена фотография радиомодема РМД400-2-ОЕМ.

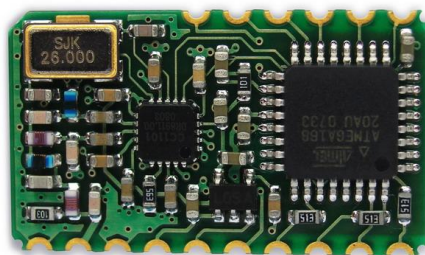


Рис. 1. Радиомодем РМД400-2-ОЕМ (масштаб 2:1)

## 1.4 Устройство и работа

1.4.1 Принцип действия радиомодема поясняет функциональная схема, приведённая на рисунке 2.

Поступающие от оконечного оборудования данных (ООД) через последовательный интерфейс информационные байты записываются в буфер данных и, по мере накопления, считываются, дополняются служебной информацией, кодируются кодами с исправлением и обнаружением ошибок и передаются в эфир. Для передачи цифровой информации в радиомодеме используется частотная манипуляция несущей FSK.

При приёме данных из эфира на выходе частотного детектора приёмника формируются видеоимпульсы, которые после фильтрации и ограничения поступают на решающую схему и систему синхронизации.

Демодулированные данные декодируются в декодере, который исправляет случайные и пакетные ошибки и обнаруживает большинство комбинаций неисправленных ошибок в блоке из 8-14 байт. Пакет размером до 196 байт, содержащий ошибочно принятые блоки, стирается. Безошибочно принятые пакеты поступают в буфер данных, откуда через последовательный интерфейс выдаются на ООД.

Время задержки доставки по радиоканалу пакетов данных размером  $N$  до 196 байт ориентировочно может быть рассчитано по формуле:

$$T_{\text{зад}} = 10 \cdot N / V_{\text{интерфейса}} + 8 \cdot (N + 28) / V_{\text{радиоканала}}$$

При увеличении размера пакета данных  $N$  свыше 196 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 392 байт.

Радиомодем работает в полудуплексном режиме, т.е. приём и передачу производит последовательно (не одновременно).

1.4.2 Радиомодем может работать на 32 частотных каналах с сеткой частот 50 кГц. Такая сетка частот может быть использована при скоростях передачи в эфире до 9,6 кбит/с. С увеличением скорости передачи по радиоканалу расширяются частотный спектр сигнала и полоса пропускания приёмника, поэтому для обеспечения частотного разделения каналов должна использоваться более редкая сетка частот. Рекомендуются частотные каналы для различных скоростей передачи по радиоканалу, а также соответствие номера канала и номинала рабочей частоты приведены в таблице 1.

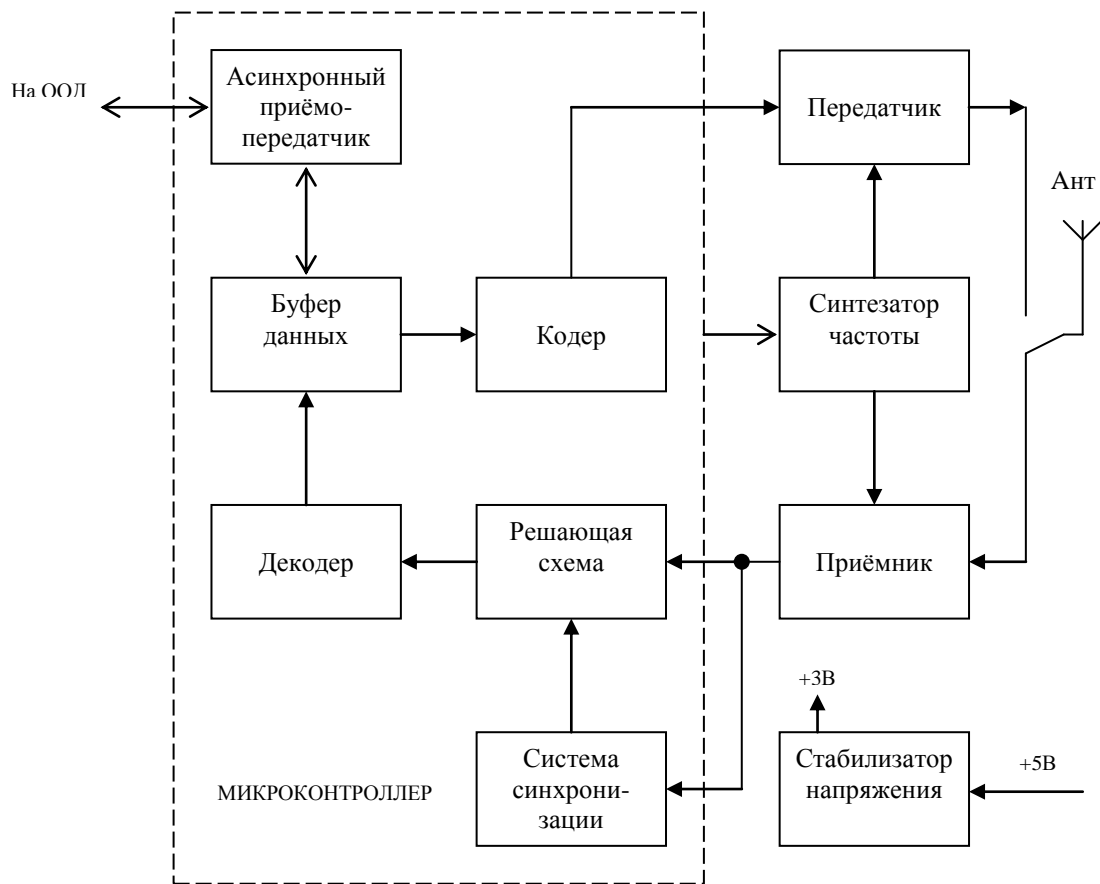


Рис. 2. Функциональная схема радиомодема

Таблица 1

Номера каналов в зависимости от скорости передачи информации по радиоканалу						16-ричный номер канала	Номин. частота канала
1,2-9,6 кбит/с	19,2 кбит/с	38,4 кбит/с	57,6 кбит/с	76,8 кбит/с	115,2 кбит/с		
0						00	433,150
1	1					01	433,200
2						02	433,250
3	3	3	3			03	433,300
4				4		04	433,350
5	5				5	05	433,400
6						06	433,450
7	7	7				07	433,500
8						08	433,550
9	9		9			09	433,600
10						0A	433,650
11	11	11		11		0B	433,700
12						0C	433,750
13	13					0D	433,800
14						0E	433,850
15	15	15	15		15	0F	433,900
16						10	433,950
17	17					11	434,000
18						12	434,050
19	19	19		19		13	434,100
20						14	434,150

21	21		21			15	434,200
22						16	434,250
23	23	23				17	434,300
24						18	434,350
25	25				25	19	434,400
26				26		1A	434,450
27	27	27	27			1B	434,500
28						1C	434,550
29	29					1D	434,600
30						1E	434,650
31						1F	434,700

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. Описание программирования параметров радиомодема приведено в подразделе 2.4.

1.4.3 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.

Последовательный интерфейс RS-232/ТТЛ радиомодема включает следующие цепи:

- RXD - принимаемые данные (выход);
- TXD - передаваемые данные (вход);
- GND – общая цепь;
- RTS - запрос передачи (вход);
- CTS - готовность к передаче (выход);
- DTR - готовность DTE (вход);
- DCD – детектор приёма данных (выход).

В цепях данных последовательного интерфейса RXD и TXD стартовый бит передаётся логическим нулём, что соответствует напряжению на входе TXD от 0 до 1 В, а на выходе на RXD – напряжению 0 В. Стоповый бит передаётся логической единицей, что соответствует напряжению на входе TXD от 2,4 до 5,5 В, а на выходе RXD – напряжению 3 В.

В цепях управления последовательного интерфейса RTS, DTR, CTS и DCD активное состояние (или состояние «Включено») соответствует логическому нулю или напряжению на входах RTS и DTR от 0 до 1 В, а на выходах CTS и DCD – напряжению 0 В. Неактивное состояние (или состояние «Выключено») соответствует логической единице или напряжению на входах RTS и DTR от 2,4 до 5,5 В, а на выходах CTS и DCD – напряжению 3 В.

По входным цифровым цепям радиомодем совместим с ТТЛ, трёх- и пяти- вольтовыми КМОП цифровыми схемами. Логические уровни выходных цифровых цепей 0 В и 3,0 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 РМД400-2-ОЕМ имеет особенности использования. В дополнение к основным функциям цепи RTS (запрос на передачу данных в эфир, управление потоком данных от DCE) при неактивном состоянии этой цепи включается режим программирования. В этом режиме радиомодем не воспринимает данные для передачи в эфир, но воспринимает команды программирования, поступающие по цепи TXD. При активном состоянии цепи RTS включается рабочий режим (один из режимов связи – «приём» или «передача»).

По цепи DTR возможно управление энергопотреблением радиомодема. Активное состояние цепи DTR соответствует функционированию радиомодема в рабочем режиме или режиме программирования. При неактивном состоянии цепи DTR радиомодем находится в режиме пониженного энергопотребления с током порядка 100 мкА.

Цепь CTS используется для управления потоком данных от DTE. Поскольку радиомодем может либо принимать, либо передавать, то при обнаружении приёмником сигнала соответствующей структуры радиомодем формирует в цепи CTS неактивное состояние. При этом ООД должно воздерживаться от передачи данных в цепь TXD до появления активного состояния в цепи CTS. В противном случае радиомодем, получив данные по цепи TXD, прекращает приём и переходит в режим «передача». При этом в эфире одновременно будут присутствовать сигналы от двух радиомодемов, что может помешать приёму как одного, так и другого сигнала.

Цепь DCD в радиомодеме РМД400-2-ОЕМ индицирует выдачу принятых из эфира данных на интерфейс, поэтому она может использоваться для управления направлением передачи подключаемого к радиомодему приёмопередатчика интерфейса RS-485. Исходное состояние цепи DCD активное, которое сменяется неактивным только на время выдачи принятых из эфира данных в цепь RXD.

1.4.4 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 из ряда – 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 76800; 115200 бит/с;
- количество бит данных: 8 или 9;
- 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.

Примечание.

1. В режиме начального программирования используется стандартная настройка последовательного интерфейса 9600-8N1.
2. При использовании потоковой передачи настройка интерфейса должна быть одинаковой на обоих концах линии связи.
3. При настройке интерфейса на 9 бит данных девятые биты данных могут быть произвольными в первом и втором асинхронных словах пакета, но в последующих асинхронных словах должны совпадать с девятым битом данных второго асинхронного слова.

1.4.5 Питание радиомодема осуществляется от источника постоянного тока напряжением от 3,5 до 16 В, либо от батарейного источника с напряжением от 2,7 до 3,4 В в обход встроенного стабилизатора напряжения.

1.4.6 В радиомодеме предусмотрена возможность выключения питания с остаточным током потребления около 1 мкА. Управление выключением питания производится по цепи VEN. При подаче в цепь VEN напряжения более 1,6 В (но не более напряжения источника питания) радиомодем включен. При подаче в цепь VEN напряжения менее 0,15 В (но не менее минус 0,3 В) радиомодем выключен.

1.4.7 Вывод RES радиомодема соединён с входом /RESET встроенного микроконтроллера. Этот вывод является технологическим и не предназначен для подключения к внешним цепям. В любом случае, в цепь RES не должно подаваться напряжение менее минус 0,5 В и более 3,5 В.

1.4.8 Выводы MOSI, MISO и SCK (цепи интерфейса SPI) являются технологическими и не предназначены для подключения к внешним цепям. Недопустимо подавать на эти цепи напряжение менее минус 0,3 В и более 3,3 В.

1.4.9 Схема расположения и таблица назначения выводов радиомодема приведены на рисунке 3.

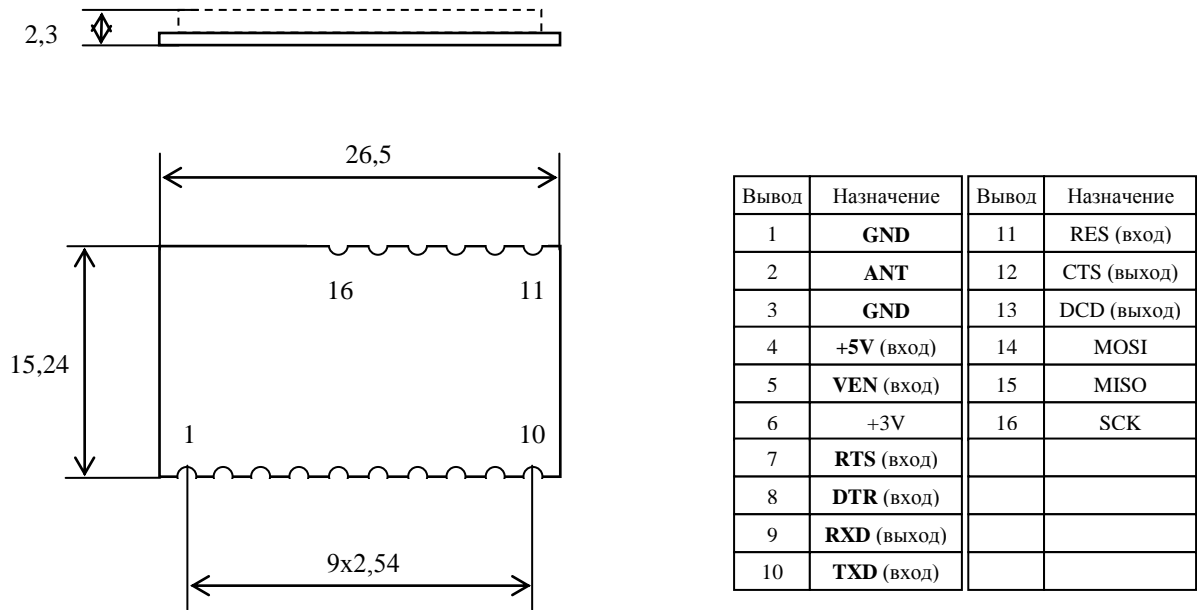


Рис. 3. Схема расположения и таблица назначения выводов радиомодема РМД400-2-ОЕМ

1.4.10 Схема подключения радиомодема при питании от источника напряжением 5В (3,5-16 В) приведена на рис. 4.

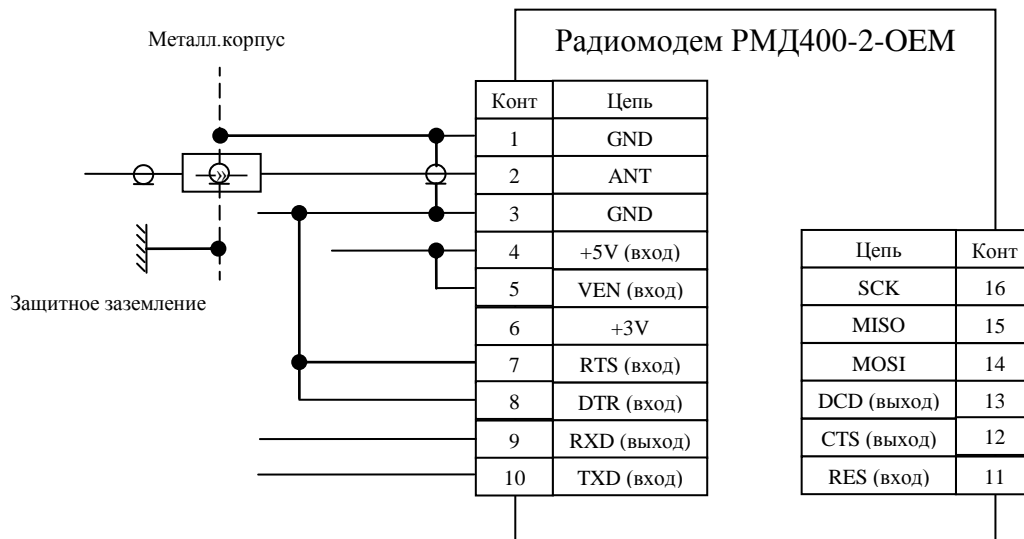


Рис. 4. Схема подключения радиомодема при питании от источника напряжением 5В



1.4.11 Схема подключения радиомодема при питании от батарейного источника напряжением 3 В (2,7-3,4 В) приведена на рис. 5.

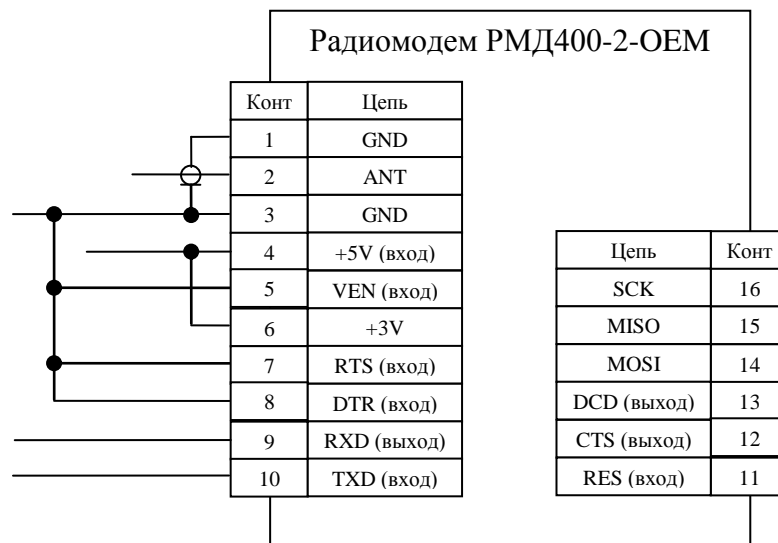


Рис. 5 Схема подключения радиомодема при питании от источника напряжением 3В

## 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). В случае использования сетевого источника питания он должен иметь гальваническую изоляцию вторичных цепей от первичной цепи переменного тока.

2.1.2 Для питания радиомодема РМД400-2-ОЕМ должен использоваться источник питания с напряжением от 3,5 до 16 В и током нагрузки не менее 35 мА. Допустимый уровень пульсаций 10 мВ «от пика до пика». Схема подключения к источнику питания напряжением от 3,5 до 16 В приведена на рисунке 4.

2.1.3 В случае использования батарейного источника питания с напряжением 2,7-3,4 В радиомодем РМД400-2-ОЕМ может быть подключён к нему в обход встроенного стабилизатора напряжения. Батарейный источник питания должен обеспечивать ток нагрузки не менее 35 мА. Схема подключения к батарейному источнику питания приведена на рисунке 5.

2.1.4 На последовательном интерфейсе с TTL уровнями необходимо соблюдать ограничение на напряжение логических уровней в цепях TXD, RTS и DTR: 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 Радиомодем РМД400-2-ОЕМ предназначен для установки на материнскую плату заказчика методом поверхностного монтажа. Так как основные цепи для внешних соединений радиомодема выведены на одну сторону платы, возможна установка платы радиомодема на «ребро» методом ручной пайки металлизированных выводных полуотверстий радиомодема к площадкам на материнской плате заказчика.

2.2.2 Подготовка радиомодема к использованию должна начинаться с подключения антенны. Для подключения удалённой антенны должен использоваться 50-омный коаксиальный кабель. Антенный ввод в аппаратуру желательно выполнить через блочный (фланцевый) коаксиальный разъём, установленный на металлическом корпусе, соединённом с цепью GND радиомодема.

#### **Внимание!**

**При использовании наружной антенны возможно попадание заряда атмосферного электричества через внешний проводник антенного кабеля на цепь GND (корпус) радиомодема. Для предупреждения поражения персонала электрическим током и защиты цепей интерфейса радиомодема и оконечного оборудования антенна (в зоне крепления к мачте) и цепь GND (корпус) радиомодема должны быть заземлены, т.е. соединены с контуром заземления здания или с громоотводом.**

2.2.3 Подключите радиомодем к внешним цепям, как показано на рисунках 4 или 5 и подайте на него питание.

### 2.3 Использование радиомодема в режиме связи

**Внимание! Использование радиомодема в режиме связи возможно только при активном состоянии цепей RTS и DTR.**

2.3.1 Радиомодем РМД400-2-ОЕМ имеет цепи интерфейса с TTL уровнями, в которых активное состояние (логический «0») соответствует напряжению от 0 до 1 В. Для использования радиомодема РМД400-2-ОЕМ в режиме связи входы RTS и DTR необходимо подключить к выходу внешней схемы с уровнем (0-1) В, или соединить с цепью GND радиомодема. Неактивное состояние цепи RTS (при активном состоянии цепи DTR) соответствует режиму программирования, а неактивное состояние цепи DTR (при любом

состоянии цепи RTS) соответствует режиму экономии энергопотребления с током около 100 мкА.

2.3.2 В радиомодеме предусмотрена возможность выключения питания с остаточным током потребления около 1 мкА. Управление выключением питания производится по цепи VEN. При подаче в цепь VEN напряжения более 1,6 В (но не более напряжения источника питания) радиомодем включен. При подаче в цепь VEN напряжения менее 0,15 В (но не менее минус 0,3 В) радиомодем выключен.

2.3.3 Режим связи в радиомодеме РМД400-2-ОЕМ имеет два режима адресации: моноадресный и мультиадресный.

В моноадресном режиме радиомодем передаёт данные на один радиомодем, при использовании индивидуального адреса передачи, или на все радиомодемы сети, при использовании циркулярного адреса передачи.

В мультиадресном режиме радиомодем диспетчерского пункта с адресом приёма «00» выделяет адрес передачи из пакета данных, поступающего от оконечного оборудования, а радиомодемы удалённых пунктов используют записанные в них адреса приёма для опознавания принимаемых пакетов и для «подписи» пакетов, передаваемых на диспетчерский пункт.

## 2.4 Использование радиомодема для построения сети типа «звезда»

2.4.1 Радиомодем РМД400-2-ОЕМ может быть использован для построения радиосетей с топологией типа «звезда». Такие радиосети используются в системах сбора данных с удалённых пунктов на диспетчерский пункт или для управления объектами на удалённых пунктах из диспетчерского пункта.

2.4.2 Если все удалённые пункты радиосети типа «звезда» находятся в пределах прямой радиосвязи с диспетчерским пунктом, то в такой сети может использоваться как моноадресный режим адресации с циркулярным адресом передачи во всех радиомодемах сети, так и мультиадресный режим.

2.4.3 Если часть удалённых пунктов радиосети из-за большого расстояния или профиля местности не имеет прямой связи с диспетчерским пунктом, но связь с ними может быть обеспечена через промежуточные пункты – ретрансляторы, то в такой сети должен использоваться мультиадресный режим адресации. Радиомодемы промежуточных пунктов обеспечивают связь для установленных на этих пунктах оконечных устройств и ретранслируют пакеты данных для удалённых пунктов. Схематичное изображение радиосети типа «звезда» с промежуточным пунктом – ретранслятором приведено на рисунке 23.

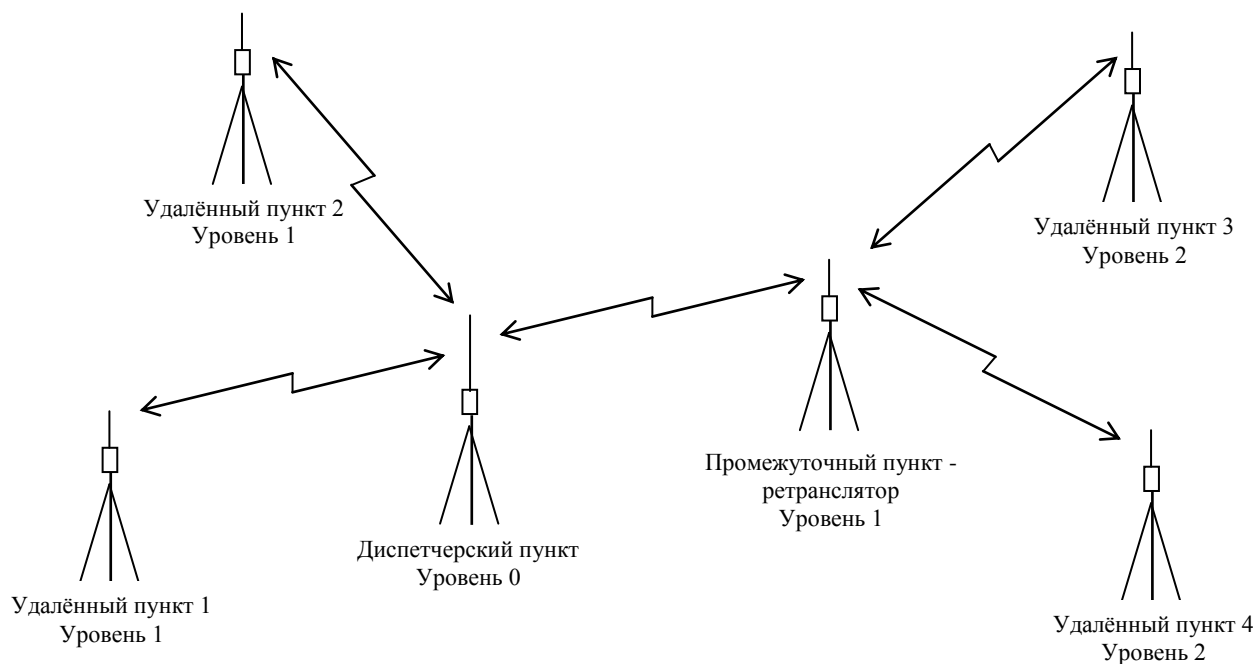


Рис.23 Схема радиосети типа «звезда» с ретранслятором

2.4.4 В радиомодемы удалённых и промежуточных пунктов записываются один или несколько неповторяющихся адресов приёма. Радиомодем выдаёт принятые данные на интерфейс только в случае совпадения адреса передачи пакета с одним из адресов приёма. Радиомодем промежуточного узла – ретранслятора проверяет, имеется ли адрес передачи пакета в списке адресов для ретрансляции, и, если имеется, ретранслирует принятый пакет данных, т.е. передаёт пакет в эфир.

2.4.5 Для предотвращения повторного приёма одного и того же пакета (например, по прямому каналу и через ретранслятор) предусмотрено присвоение радиомодемам номеров уровней ретрансляции. Радиомодему диспетчерского пункта присваивается номер уровня «0», радиомодемам, находящимся в зоне прямой связи с диспетчерским пунктом – номер уровня «1», радиомодемам, поддерживающим связь с диспетчерским 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, в заголовок пакета вставляется номер уровня, присвоенный передающему (ретранслирующему) пакет радиомодему. 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 диспетчерского пункта (в который всегда записывается адрес приёма «00»), получают признак «исходящий». Пакеты, «порождённые» другими радиомодемами получают признак «входящий». При ретрансляции пакетов признак «исходящий/входящий» не изменяется.

2.4.7 Радиомодем диспетчерского пункта должен получить адрес передачи пакета от подключённого к нему оконечного устройства. Радиомодем РМД400-1 рассчитан на два варианта размещения адреса передачи: в самом пакете и в префиксе. Если в протоколе диспетчеризации, предусмотрено использование адреса в каждом пакете, то в радиомодеме необходимо выключить разрешение префикса и тогда радиомодем будет воспринимать в качестве адреса первый байт пакета. Так, например, размещён адрес в протоколе Modbus при двоичном кодировании адреса (RTU) и в Modbus-подобных протоколах диспетчеризации электросчётчиков нижегородского завода имени Фрунзе и омского НПО «Мир». Если в протоколе диспетчеризации используются безадресные пакеты, как, например, в протоколе диспетчеризации электросчётчиков новосибирского ЗАО «Радио и Микроэлектроника», то оконечное устройство диспетчерского пункта должно предварять каждый пакет протокола префиксом из трёх байт (асинхронных символов), а в радиомодеме необходимо включить разрешение префикса. Первый байт префикса должен быть цифрой «0» в коде ASCII (шестнадцатиричный код 30h). Второй и третий байты префикса должны представлять собой адрес передачи пакета, совпадающий с одним из адресов приёма радиомодема конечного пункта, которому предназначен пакет. Для передачи восьмибитного адреса используются два символа шестнадцатиричных цифр «0»...«F» в коде ASCII. Адрес передачи «исходящих» пакетов передаётся в эфир в заголовке пакета.

2.4.8 При выключенном разрешении префикса в радиомодемы удалённых пунктов и в радиомодемы–ретрансляторы должны записываться в качестве адресов приёма адреса всех подключённых к ним по интерфейсу оконечных устройств. При включенном разрешении префикса в радиомодемы достаточно записать один собственный адрес, не обязательно совпадающий с адресом подключённого к нему по интерфейсу оконечного устройства.

2.4.9 Радиомодем удалённого пункта, выявивший совпадение адреса передачи в заголовке пакета с одним из адресов приёма, выдаёт пакет на оконечное устройство, не сопровождая его префиксом. Ответные пакеты от оконечного устройства радиомодем удалённого пункта воспринимает в том же формате (без префикса).

2.4.10 В заголовке передаваемого в эфир «входящего» пакета передаётся адрес радиомодема, «породившего» пакет (подпись). На оконечное устройство диспетчерского пункта принятый «входящий» пакет выдаётся с префиксом, если разрешение префикса включено, или – без префикса, если разрешение префикса выключено.

## 2.4 Программирование параметров радиомодема

2.4.1 Программирование параметров радиомодема производится по последовательному интерфейсу в режиме программирования. Режим программирования включается при неактивном состоянии цепи RTS и выключается при активном состоянии этой цепи. Напоминаем, что неактивное состояние цепи RTS соответствует логической «1» или напряжению от 2,4 до 5,5 В. Из режима программирования радиомодем переходит в режим связи при переключении цепи RTS из неактивного состояния в активное. В этот момент времени вновь запрограммированные параметры вступают в силу.

2.5.2 Различаются начальный режим программирования и режим программирования в процессе работы. Начальный режим программирования обеспечивает возможность изменения параметров радиомодема путём подачи на него команд программирования при стандартной настройке интерфейса 9600-8N1. Этот режим программирования необходим в ситуации, когда настройка последовательного интерфейса радиомодема неизвестна. Режим программирования в процессе работы обеспечивает возможность изменения параметров радиомодема путём подачи на него команд программирования при такой его настройке, которые были запрограммированы ранее и использовались в процессе работы.

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

2.5.4 Команды программирования подаются на радиомодем в виде командной строки из 6, 7 или 9 символов ASCII-кода, начинающейся заголовком из 3-х символов «00#», и заканчивающейся символом «ETX» (шестнадцатиричный код символа «ETX»: 03h). Символ «ETX» может быть введён с клавиатуры одновременным нажатием клавиш «Ctrl» и «C» (Ctrl+C).

Синтаксис командной строки: 00#xx(x)(xx)ETX

где

- «0», «#», «ETX» – символы ASCII-кода;
- «xx(x)(xx)» - команда: 2, 3 или 5 символов ASCII-кода – знаки «+» или «-», шестнадцатиричные цифры или буквы латинского алфавита (прописные или строчные).

2.5.5 Команда «RSx» - установка профиля интерфейса

Синтаксис: 00#RSxETX

где символ «x» - номер профиля интерфейса в соответствии с таблицей 2.

Отклик: ОК

Таблица 2

Номер профиля	Имя профиля интерфейса	Функции цепей интерфейса
0	RS-232 3-проводный	DTR – не используется RTS – не используется CTS – всегда активна DCD – всегда активна
1	RS-232 стандартный	DTR – запрос включения РМ RTS – запрос передачи CTS – готовность к передаче DCD – связь установлена

2	RS-232 с односторонним управлением потоком	DTR – запрос включения РМ RTS – выключение командного режима CTS – готовность к передаче DCD – всегда активна
3	RS-232 с двухсторонним управлением потоком	DTR – запрос включения РМ RTS – готовность к приему CTS – готовность к передаче DCD – связь установлена
4	RS-485 неизолированный	DTR – запрос включения РМ RTS – выключение командного режима CTS – готовность к передаче DCD – передача RS-485
5	RS-485 изолированный	DTR – запрос включения РМ RTS – выключение командного режима CTS – приём RS-485 DCD – всегда активна

**Внимание! При установке профилей интерфейса с номерами 0, 1 и 3 радиомодем не может быть переведён в режим программирования в процессе работы. Изменение параметров радиомодема в этом случае возможно только в режиме начального программирования.**

2.5.6 Команда «Ixx» - установка скорости передачи данных на последовательном интерфейсе

Синтаксис: 00#IxxETX

где «xx» – два символа, обозначающие устанавливаемую скорость передачи в соответствии с таблицей 3.

Отклик: ОК

Таблица 3

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

2.5.7 Команда «xyz» - установка параметров слова асинхронного последовательного интерфейса.

Синтаксис: 00#xyzETX

где «x» - символ цифры 8 или 9, означает количество информационных бит в слове;

«y» - символ буквы 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;

«z» - цифра 1 или 2, означает количество стоповых бит.

Отклик: ОК

2.5.8 Команда «Exx» - установка скорости передачи информации по радиоканалу.

Синтаксис: 00#ExxETX

где «xx» – два символа, обозначающие устанавливаемую скорость передачи в соответствии с таблицей 3.

Отклик: ОК

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 пакета данных ограничен 392 байтами;
- увеличение скорости передачи по радиоканалу приводит к уменьшению дальности радиосвязи и наоборот.

2.5.9 Команда «Fxx» - установка рабочей частоты радиомодема

Синтаксис: 00#FxxETX

где «xx» – два символа шестнадцатиричного номера канала в соответствии с таблицей 1.

Отклик: ОК

2.5.10 Команда «Px» - установка выходной мощности передатчика

Синтаксис: 00#PxETX

где «x»=0...F - символ шестнадцатиричного кода выходной мощности передатчика в соответствии с таблицей 4.

Отклик: ОК

Таблица 4

Код	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Мощность, дБм	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.5.11 Команда «Nx» - установка номера сети

Синтаксис: 00#NxETX

где «x»=0...7 – номер сети.

Отклик: ОК

2.5.12 Команда «Dxxxx» - установка адреса приёма в моноадресном режиме

Синтаксис: 00#DxxxxETX

где «xxxx» – четыре символа адреса (шестнадцатиричные цифры «0»...«F» в коде ASCII), всего 65536 адресов.

Отклик: ОК

2.5.13 Команда «Axxxx» - установка адреса передачи в моноадресном режиме

Синтаксис: 00#AxxxxETX

где «xxxx» – четыре символа адреса (шестнадцатиричные цифры «0»...«F» в коде ASCII), всего 65536 адресов.

Отклик: ОК

Примечание. Адрес передачи 65535 (FFFF) является циркулярным, сообщения с таким адресом передачи принимаются всеми радиомодемами с тем же номером сети, что и у передающего радиомодема.

2.5.14 Команда «Sxxxx» - установка битов управления передачей

Синтаксис: 00#SxxxxETX

где «xxxx» – четыре символа битового управления передачей (шестнадцатиричные цифры «0»...«F» в коде ASCII). Функции управления двоичных разрядов приведены в таблице 5.

Отклик: ОК

Таблица 5

Номер двоичного разряда	Функция управления
0	1 – разрешение внешнего кодирования
1	1 – разрешение расширенного моноадреса
2	1 – разрешение подтверждения приема
3	1 – разрешение выборочного повтора блоков
4	1 – разрешение ретрансляции
5	1 – разрешение мультиадресного режима
6	1 – разрешение префикса в мультиадресном режиме

Примечания.

1. При выключенном разрешении расширенного моноадреса действителен только младший байт моноадреса – укороченный моноадрес (старший байт не принимается во внимание).
2. Разрешение мультиадресного режима запрещает моноадресный режим. Мультиадресный режим используется при построении диспетчерских сетей типа «звезда» с ретрансляцией пакетов промежуточными узлами. В диспетчерской сети типа «звезда» без ретрансляции может использоваться моноадресный режим с циркулярными адресами передачи у всех радиомодемов.

2.5.15 Команда «Mx» - установка рабочего режима радиомодема

Синтаксис: 00#MxETX

где «х»=0...2 – код режима в соответствии с таблицей 6.

Отклик: ОК

Таблица 6

Код режима	Режим	Описание режима
0	Связь	Полудуплексная передача данных, поступающих от ООД, приём и выдача на ООД
1	Радиомаяк	С периодом 3 сек. передает в радиоканал пакет с конфигурацией
2	Тестирование	1. С периодом 3 сек. считывает и передает ООД конфигурацию в виде дампа 2. Возвращает на ООД поступившие от ООД данные

2.5.16 Команда «L0х» - установка уровня радиомодема в ретрансляционной цепочке (зоны удаления от диспетчерского пункта) в мультиадресном режиме

Синтаксис: 00#L0хETX

где «0» – символ цифры «0» (в коде ASCII);

«х» – символ уровня радиомодема (шестнадцатиричная цифра «0»...«F» в коде ASCII), всего 16 уровней.

Отклик: ОК

Примечание. Радиомодему диспетчерского пункта должен присваиваться уровень «0», ближайшим к диспетчерскому пункту удалённым радиомодемам – уровень «1» и т.д.

2.5.12 Команда «Wxx» - записать (добавить) в список адресов радиомодема в мультиадресном режиме адрес «xx»

Синтаксис: 00#WxxETX

где «xx» – два символа записываемого адреса (шестнадцатиричные цифры «0»...«F» в коде ASCII), всего 256 адресов.

Отклик: ОК

**Внимание!**

**Радиомодему диспетчерского пункта в мультиадресном режиме должен присваиваться адрес «00». Этот адрес не должен присваиваться радиомодемам удалённых пунктов.**

2.5.13 Команда «Oxx» - удалить из списка адресов радиомодема в мультиадресном режиме адрес «xx»

Синтаксис: 00#OxxETX

где «xx» – два символа удаляемого адреса (шестнадцатиричные цифры «0»...«F» в коде ASCII).

Отклик: ОК

2.5.16 Команда «+xx»/«-xx» - включение/исключение адреса «xx» в/из список/списка адресов для ретрансляции в мультиадресном режиме

Синтаксис: 00#+xxETX (или 00#-xxETX)

где «xx» – два символа адреса для ретрансляции (шестнадцатиричные цифры «0»...«F» в коде ASCII).

Отклик: ОК

Примечания.

1. Разрешённые адреса для ретрансляции от «01» до «FE» (максимум 254 адреса).

2. При выключенном разрешении ретрансляции адреса для ретрансляции можно не программировать.

2.5.17 Команда «?» - запрос установленных параметров радиомодема. В ответ на эту команду радиомодем выдаёт значения ранее введённых в него параметров.

Синтаксис: 00#?ETX

Отклик: RSx, Ixx, хух, Exx, Fxx, Px, Nx, Dxxxx, Axxxx, Cxxxx, Mx, L0x, CFGxx, RCSxx, RCRxx, RCExx

>

AL:

xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx

xx xx xx xx

RL:



xx xx xx

>

ОК

>

Примечания.

1. «х» соответствует шестнадцатеричной цифре.
2. В строке параметров 12 первых параметров соответствуют вышеописанным командам управления. Дополнительные параметры отображают состояние радиомодема и введены для отладки в процессе производства.
3. AL: - список адресов приёма в мультиадресном режиме.
4. RL: - список адресов ретрансляции в мультиадресном режиме.

## **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.