

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА SATELLAR
ЧАСТЬ III: РАДИОМОДУЛЬ
SATELLAR XT 5R И XT 5RC
РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ, ВЕРСИЯ 1.7

Русский

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

НАДЕЖНАЯ СВЯЗЬ В КРИТИЧЕСКИХ ОБЛАСТЯХ
ПРИМЕНЕНИЯ

"CATEL" (SATEL)

"CATEL" (SATEL)

Авторское право © 2018 SATEL Oy

Ни одна из частей настоящего документа не может быть воспроизведена, передана или сохранена в поисковой системе, в любой форме или любыми средствами, без предварительного письменного разрешения SATEL Oy. Настоящий документ является конфиденциальным и не подлежит передаче третьим сторонам без разрешения компании SATEL Oy.

Оглавление	
Важная информация	6
Ограничения по использованию	7
Соответствие изделий нормативным требованиям	8
Гарантийные обязательства и инструкции по технике безопасности	9
1. Вводная информация по семейству продукции SATELLAR	10
1.1 Монтаж	14
1.2 Термины и сокращения	14
2. Технические характеристики	15
3. Типовые настройки	19
4. Монтаж	21
4.1. Монтаж SATELLAR XT 5R и 5RC	21
4.2. Передняя крышка	22
5. Интерфейсы	23
5.1. Последовательный интерфейс передачи данных	24

5.1.1	RS-232	24
5.1.2	Интерфейс RS-485/422	25
5.1.3	Протяженность линии RS-485/422	26
5.1.4	Нагрузка на блок	26
5.1.5	Оконечное соединение RS-485/422	26
5.1.6	Примеры подключения/оконечного соединения RS-485/422	26
5.1.7	Безаварийное оконечное соединение RS-485/422	28
5.2	Радио	29
5.3	Электропитание постоянного тока	30
5.4	Диагностика, мониторинг, изменение настроек	30
5.5	Светодиодные индикаторы	31
5.6	Функциональная кнопка	32
6.	Передача данных	35
6.1	Базовый режим с приоритетом передачи	35
6.2	Базовый режим с приоритетом приема	37
6.3	Базовый режим с ретранслятором	38
6.4	Маршрутизация источника	38
6.5	Маршрутизация пакетов	41
6.5.1	Контроль доступа к радиоканалу	43
6.6	Управление потоком данных в базовом режиме и режиме маршрутизации источника	44
6.6.1	Задержка передачи	44
6.6.2	Квитирование	44
6.6.3	Контроль ошибок	46
6.6.4	Длительность паузы	46

7.	Настройки	47
7.1	Режимы сетевого протокола	47
7.1.1	Адрес станции и идентификатор сети	48
7.2	Настройки радиоканала	49
7.3	Конфигурация последовательного соединителя	50
7.4	Настройки порта передачи данных	51
7.5	Контроль потока данных через последовательный порт	52
7.6	Управление радиодоступом в пакетном режиме	53
8.	Дополнительные устройства	57
9.	Заявления о программном обеспечении SATEL с открытым исходным кодом	58
9.1	Шифрование по улучшенному стандарту шифрования (AES)	58
10.	Поиск и устранение неисправностей	59
10.1	Коды ошибок	59
10.2	Проблемы соединения	63
11.	Инструкции по выбору настроек	64
11.1	Настройки модема	64

Важная информация

Все права на данное руководство принадлежат исключительно компании SATEL OY (именуемой в настоящем руководстве SATEL). Все права защищены. Копирование настоящего руководства (без письменного согласия владельца) путем распечатки, копирования, записи или любым иным способом, либо перевод руководства полностью или частично на любой другой язык, включая все языки программирования, с использованием электронных, механических, магнитных, оптических, ручных или любых других способов или устройств запрещено.

SATEL сохраняет за собой право на изменение технических характеристик или функций своей продукции, равно как и на прекращение производства любой своей продукции, либо на прекращение поддержки любой своей продукции без письменного уведомления, и настоятельно рекомендует своим клиентам убедиться в актуальности имеющейся у них информации.

Программное обеспечение и программы SATEL поставляются в состоянии "как есть". Производитель не предоставляет никаких гарантий, включая гарантии пригодности или применимости для какой-либо конкретной области применения. Ни при каких обстоятельствах производитель или разработчик программы не несет ответственность за любой возможный ущерб, возникший в

результате использования программы. Названия программ и все авторские права, связанные с программами, принадлежат исключительно SATEL. Любая передача, выдача лицензии третьему лицу, лизинг, сдача в аренду, транспортировка, копирование, редактирование, перевод, перевод на другой язык программирования или обратное проектирование с любой целью запрещены без письменного согласия SATEL.

ПРОДУКЦИЯ SATEL НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНА, НЕ СОЗДАВАЛАСЬ И НЕ ПОДВЕРГАЛАСЬ ПРОВЕРКЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВМЕСТНО С УСТРОЙСТВАМИ, СИСТЕМАМИ ИЛИ ФУНКЦИЯМИ, СВЯЗАННЫМИ С ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕМ, РАВНО КАК И ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ ЛЮБОЙ ДРУГОЙ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОЙ СИСТЕМЫ. ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОДУКЦИИ В ВЫШЕУКАЗАННЫХ ЦЕЛЯХ ГАРАНТИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ.

Сало, ФИНЛЯНДИЯ 2018

Ограничения

Пользователь радиомодема должен принять все меры к тому, чтобы исключить эксплуатацию данного устройства без разрешения местных властей на частотах, не включенных в перечень предоставленных для использования частот, без специального разрешения.

Эксплуатация радиомодемов SATELLAR разрешена в указанных ниже странах на безлицензионных каналах либо на каналах, использование которых связано с необходимостью получения лицензии. Более подробную информацию можно получить в местном учреждении (органе), ответственном за распределение частот.

Страны: AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IL, IT, LV, LT, LX, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RU, SE, SI и SK.

Соответствие изделий нормативным требованиям

SATELLAR

Настоящим SATEL Oy заявляет о том, что радиомодем SATELLAR (далее - РМ) полностью соответствует всем основным требованиям (производительности, электромагнитной совместимости и электрической безопасности) и другим соответствующим положениям Директивы 2014/53/ЕС. На этом основании на оборудование была нанесена нижеуказанная маркировка CE (знак соответствия).

CE

Прежде чем начать использование изделия, внимательно ознакомьтесь с настоящими инструкциями по технике безопасности:

- Гарантия автоматически аннулируется в случае нарушения пользователем правил эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве, вскрытия корпуса радиомодема или нарушения его целостности.
- Эксплуатация радиомодема допускается только на частотах, выделенных органами местной власти, без превышения заданного максимального значения разрешенной выходной мощности. Компания Satel и ее дистрибьюторы не несут ответственности в случае, если изделия, произведенные ею, используются в противозаконных целях.
- При эксплуатации устройств, упомянутых в данном руководстве, необходимо соблюдать все изложенные в нем требования и указания. Безопасная и безотказная работа устройств гарантирована только при соблюдении правил транспортировки, хранения, эксплуатации и перемещения. Это также относится и к техническому обслуживанию устройств.
- Перед подключением или отключением последовательного соединительного кабеля необходимо всегда **ВЫКЛЮЧАТЬ** радиомодем и оконечные устройства во избежание их повреждения. При использовании разных устройств следует убедиться в том, что они имеют одинаковый нулевой потенциал. Перед подключением силовых кабелей необходимо проверить выходное напряжение блока питания.
- Данное устройство можно подключить к внешней антенне или системе кабельного распределения. В таких случаях необходимо подключать устройство к защитному заземлению с помощью монтажных винтов устройства для отвода возможных бросков напряжения, вызываемых молниями, в землю. Это требование соответствует правилам электробезопасности (EN 60950-1).
- Для защиты от всех известных неблагоприятных воздействий, расстояние между антенной и радиомодемом SATELLAR, а также людьми, должно составлять минимум 50 см.
- Любой радиоканал, по своей природе, может быть восприимчив к внешним помехам, и, как следствие, возможно ухудшение качества сигнала. Поэтому при проектировании систем, применяемых в критических условиях, необходимо принимать в расчет возможный механизм действия помех и дублирующие схемы.

1. Вводная информация по семейству продукции SATELLAR

SATELLAR - это узкополосный радиомодем нового поколения, состоящий из отдельных модулей:

- Центральный модуль (ЦМ)
- Радиомодуль (РМ)



Рисунок

1.1

Семейство продукции SATELLAR:

1. SATELLAR XT 5RC с дисплеем:
Центральный модуль (ЦМ) с дисплеем и клавиатурой + радиомодуль (РМ)
2. SATELLAR XT 5RC без дисплея:
Центральный модуль (ЦМ) без дисплея и клавиатуры + радиомодуль (РМ)
3. SATELLAR XT 5R: Радиомодуль (РМ)

Используя SATELLAR, пользователи могут построить свою собственную независимую сеть передачи радиоданных.

В настоящем документе представлены технические характеристики и приводится информация о назначении РМ. Характеристики других модулей изложены в соответствующих руководствах. Для того чтобы понять принципы работы РМ, необходимо ознакомиться с ними.

Передача данных:

SATELLAR может работать либо в качестве прозрачного радиоканала, по сути, заменяющего кабель с классическими протоколами RS-232 / RS-485 / RS-422, либо в качестве маршрутизатора в IP-сети. Если РМ работает в качестве маршрутизатора в IP-сети без подключения к локальной Ethernet, он может выполнять функцию автономного устройства. В станциях, где требуется подключение к локальной Ethernet, РМ должен использоваться совместно с центральным модулем (ЦМ).

1. Вводная информация о семействе изделий SATELLAR



Рис. 1.2 SATELLAR XT 5R: Радиомодуль (PM) выполняет функцию автономного роутера устройства без необходимости подключения к Ethernet.



Рис. 1.3 SATELLAR XT 5RC с дисплеем (внизу слева), SATELLAR XT 5RC без дисплея (внизу справа) включают в себя ЦМ и PM. Устройства такой конфигурации используются во всех тех случаях, когда требуется подключение к локальной Ethernet.

Дальность действия

Дальность действия PM SATELLAR на двухточечной линии связи в городских условиях, как правило, более 10 км (при наличии ряда препятствий в поле зрения) и более 20 км в зоне прямой видимости. Значительного увеличения дальности действия можно достигнуть при более оптимальных условиях передачи радиосигнала, выборе других типов антенны и т.д. Дальность действия может быть также увеличена посредством использования радиоретрансляторов.

Защита данных

Проблема защиты данных в процессе их передачи по радиоканалу зачастую становится достаточно острой. Алгоритм 128-битного шифрования SATELLAR с радиоинтерфейсом обеспечивает конфиденциальность всей информации, циркулирующей в радиосети. QAM-модуляция поддерживает также и 256-битное шифрование.

Гибкость архитектуры и возможности расширения функций

Концепция SATELLAR была разработана для обеспечения гибкости архитектуры как с точки зрения аппаратных, так и программных функций. Это наглядно подтверждается при автономном использовании PM.

Метод модуляции

За исключением модуляции и разноса каналов, принцип работы радиомодулей обоих типов аналогичный, и все их возможные различия описываются в настоящем руководстве. Далее по тексту руководства эти две версии упоминаются как "FSK-модуль" и "QAM-модуль". Для обоих этих вариантов предлагается несколько различных уровней модуляции. Если клиенту требуется дальняя радиосвязь, то в этом случае он выбирает низкоуровневую модуляцию. И наоборот, если приоритетом является высокая скорость передачи данных, следует выбрать высокоуровневую модуляцию.

Ширина канала

Шаг разноса каналов 12,5, 25 и 150 кГц поддерживается FSK-модулями, а QAM-модули поддерживают разнос каналов 6,25, 12,5 и 25 кГц. Его можно выбирать путем настройки параметров программного обеспечения - без необходимости доработки аппаратуры.

УКО (Упреждающая коррекция ошибок) и чередование данных

Если в условиях высокого уровня помех необходимо увеличить дальность радиосвязи (ценой уменьшения скорости передачи данных), можно использовать УКО-алгоритм и FSK-модуль. Для УКО РМ предлагает две различные кодовые скорости и использует их совместно с чередованием, чтобы минимизировать эффект ошибок в процессе пакетной передачи данных.

Регулируемая выходная мощность

Выходная РЧ мощность регулируется исходя из шага настройки, установленного на заводе-изготовителе. Максимальная выходная мощность, установленная на заводе-изготовителе, не может быть превышена пользователем

ПРИМЕЧАНИЕ: необходимо отметить, что модуляция, разнос каналов и УКО должны быть одинаковыми во всей сети.

1. Вводная информация о семействе продукции SATELLAR



Рис. 1.4 Модульная конструкция, монтаж центрального модуля (ЦМ)

1.1 Монтаж

SATELLAR может быть смонтирован непосредственно на горизонтальной поверхности или на DIN-рейке. Устанавливать на DIN-рейку можно с задней стороны блока различных устройств SATELLAR или с другой узкой стороны каждого устройства (в последнем случае светодиодные индикаторы должны оставаться в поле зрения пользователя). См. главу 4.

Прочная конструкция

SATELLAR изготовлен из литого алюминия и выдерживает стандартные нагрузки, возникающие в тяжелых промышленных условиях. SATELLAR работает в широком диапазоне температур, в условиях интенсивных вибраций и соответствует требованиям, предъявляемым в автомобильной и обрабатывающей промышленности.

1.2 Термины и аббревиатуры

Ниже приводится интерпретация некоторых терминов и сокращений, позволяющих понять основные концепции SATELLAR.

Аббревиатура	Полное наименование	Описание
NMS	Система управления сетью	SATEL NMS - это функции и встроенное ПО, работающее в модемах SATEL, протокол связи и внешнее ПО, которые в своей совокупности позволяют осуществлять мониторинг, управление и администрирование сетей радиомодемов, состоящих из устройств SATEL.
SATBUS	Последовательная шина SATEL	Шина, используемая для взаимного соединения различных устройств SATELLAR, например, РМ и ЦМ.
FPGA	Программируемая логическая интегральная схема типа FPGA	Контролирует FIW платы и выполняет функцию шлюза между SATBUS и микроконтроллером.
MCU	Главный блок управления	Главный процессор РМ, ответственный за обработку ДАННЫХ и контроль электроники устройств.
DSP	Цифровой сигнальный процессор	Выполняет цифровую обработку сигналов и управляет доступом к среде радиоканала. Посылает команды управления и контролирует работу радиотехнической части.
HART	Универсальный асинхронный приемопередатчик	Стандартное использование в SATELLAR.

Таблица 1,1 Термины и сокращения

2. Технические характеристики

2. Технические характеристики

Общие радиопараметры

Частотный диапазон	360-485 МГц (узнайте у производителя о доступности для заказа)
Диапазон настройки, МГц	45 (360-405/400-445/440-485 МГц)
Ширина канала	FSK-модуль: 12,5, 25, 150 кГц, выбираемые посредством ПО QAM-модуля: 6,25, 12,5, 25 кГц, выбираемые посредством ПО
Параметры настройки несущей частоты	Возможность программирование частоты с шагом 6,25 кГц
Точность несущей частоты (по температуре)	+/-2.5 ppm
Долгосрочная стабильность несущей	+/-2.0 ppm/3 года
Задержка (в прозрачном режиме) (25 кГц, скорость последовательного порта 19200 бит/с, механизм беспроводного шифрования отключен. Упреждающая коррекция ошибок (FEC) отключена)	< 18 мс
Методы модуляции	FSK-модуль: 4-, 8- и 16-FSK QAM-радиомодуль: 2-, 4-, 8-, 16-, 32- и 64-QAM
Упреждающая коррекция ошибок (FEC)	Выкл., кодовая скорость 0,67, кодовая скорость 0,5 ПРИМЕЧАНИЕ! Алгоритм УКО не доступен с 16-FSK-модуляцией или QAM-модуляцией.
Решетчатое кодирование	Поддержка модуляции 8-, 16-, 32- и 64-QAM
Чередование	8x96 бит
Беспроводное шифрование	FSK-модуль: 128 бит AES (в режиме CTR) QAM-модуль: 128/256 бит AES (в режиме CTR)

Параметры передатчика

Выходная мощность	
FSK-радиомодуль:	0,1...5 Вт, регулируется программным обеспечением, шаг приращения по мощности: 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2,5 Вт
QAM-радиомодуль	0,1...5 Вт, регулируется программным обеспечением, шаг приращения по мощности: 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2,5 Вт (пиковые значения мощности на основании QAM-модуляции). Средняя мощность при макс. пиковом уровне мощности - 1 Вт.
Мощность по соседнему каналу:	Стандартная мощность <-63 дБн (метод измерения EN 300 113/EN 301 166)

Скорость воздуха

	бит/с при частоте 12,5 кГц	бит/с при частоте 25 кГц	бит/с при частоте 150 кГц
4-FSK	9600	19200	115200
8-FSK	14400	28800	172800
16-FSK	19200	38400	230400
	бит/с при частоте 6,25 кГц	бит/с при частоте 12,5 кГц	бит/с при частоте 25 кГц
2-QAM	4680	10080	20160
4-QAM	9360	20160	40320
8-QAM	14040	30240	60480
16-QAM	18720	40320	80640
32-QAM	23400	50400	100800
64-QAM	28080	60480	120960

Параметры приемника / FSK-модуль:

Чувствительность/дБм

Разнос каналов/модуляция	BER 10E-3	10E-6	SNR* (минимальный)
25 кГц / 19200 бит/с (4-FSK)	-116	-108	20
12,5 кГц / 9600 бит/с (4-FSK)	-119	-114	20
150 кГц / 115200 бит/с (4-FSK)	-104	-97	20
25 кГц / 28800 бит/с (8-FSK)	-108	-102	26
12,5 кГц / 14400 бит/с (8-FSK)	-112	-105	26
150 кГц / 172800 бит/с (8-FSK)	-96	-89	26
25 кГц / 38400 бит/с (16-FSK)	-102	-94	32
12,5 кГц / 19200 бит/с (16-FSK)	-104	-97	32
150 кГц / 230400 бит/с (16-FSK)	-88	-82	32

2. Технические характеристики

Параметры приемника/QAM- радиомодуль

Чувствительность/дБм

Разнос каналов/модуляция	BER 10E-3	10E-6	SNR* (минимальный)
6,25 кГц / 4680 бит/с (2-QAM)	-121	-118	11
12,5 кГц / 10080 бит/с (2-QAM)	-118	-116	11
25 кГц / 20160 бит/с (2-QAM)	-117	-114	11
6,25 кГц / 9360 бит/с (4-QAM)	-118	-115	14
12,5 кГц / 20160 бит/с (4-QAM)	-115	-113	14
25 кГц / 40320 бит/с (4-QAM)	-114	-111	14
6,25 кГц / 14040 бит/с (8-QAM)	-115	-112	17
12,5 кГц / 30240 бит/с (8-QAM)	-113	-109	17
25 кГц / 60480 бит/с (8-QAM)	-111	-108	17
6,25 кГц / 18720 бит/с (16-QAM)	-111	-109	20
12,5 кГц / 40320 бит/с (16-QAM)	-110	-106	20
25 кГц / 80640 бит/с (16-QAM)	-108	-105	20
6,25 кГц / 23400 бит/с (32-QAM)	-108	-106	23
12,5 кГц / 50400 бит/с (32-QAM)	-107	-103	23
25 кГц / 10080 бит/с (32-QAM)	-105	-102	23
6,25 кГц / 28080 бит/с (64-QAM)	-105	-102	27
12,5 кГц / 60480 бит/с (64-QAM)	-104	-100	27
25 кГц / 120960 бит/с (64-QAM)	-101	-98	27

*SNR = Регистратор отношения
сигнал/шум

Общие параметры

Потребляемая мощность

Радиомодуль SATELLAR	Передача 17,9 Вт, 5 Вт (режим TX) Передача 7,3 Вт, 100 мВт (режим TX) Прием 2,8 Вт (режим RX)
Интервал включения (после выключения)	< 2,5 с
Интерфейсы - питание	2-контактный штепсельный разъем с винтовым фланцем, шаг 3,5 мм, типа Phoenix MC 1,5/2-GF-3,5 ТНТ, код 1937318
Интерфейсы - DTE	RS-232/422/485 (TIA-574), D9, гнездовой До 57,6 кбит/с
Интерфейсы - PC	Разъем TNC, гнездовой, 50 Ом

Температурные диапазоны	-25 - +55 °, соответствует стандартам -30 - +75 °, рабочие температуры -40 - +85 °, условия хранения
Влажность	< 95 % при 25°, без конденсации
Вибрация	Не менее 10 - 500 Гц/5g без ухудшения способности передачи данных
Ударостойкость	Высота сбрасывания, во всех направлениях
Класс IP-защиты	IP 52
Диапазон параметров входного сигнала постоянного тока	+10.6 ... 30 В
Геометрические размеры В * Ш * Г	
Радиомодуль SATELLAR	130 * 55,5 * 76,5 мм
Монтаж	DIN-рейка (сбоку или сзади) или непосредственно на горизонтальной поверхности
Вес	
Радиомодуль SATELLAR	680 г
Охлаждение	
Радиомодуль SATELLAR	Конвекционное охлаждение
Стандарты	
Требования к средствам радиосвязи	FSK-модуль: EN 300 113, EN 302 561 QAM-радиомодуль: EN 300 113
Электромагнитная совместимость	
- радиомодуль	EN 301 489-1, -5
- центральный модуль	IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4
Безопасность	EN 60950-1
RoHS	2002/95/EC, 2002/96/EC, 2011/65/EC

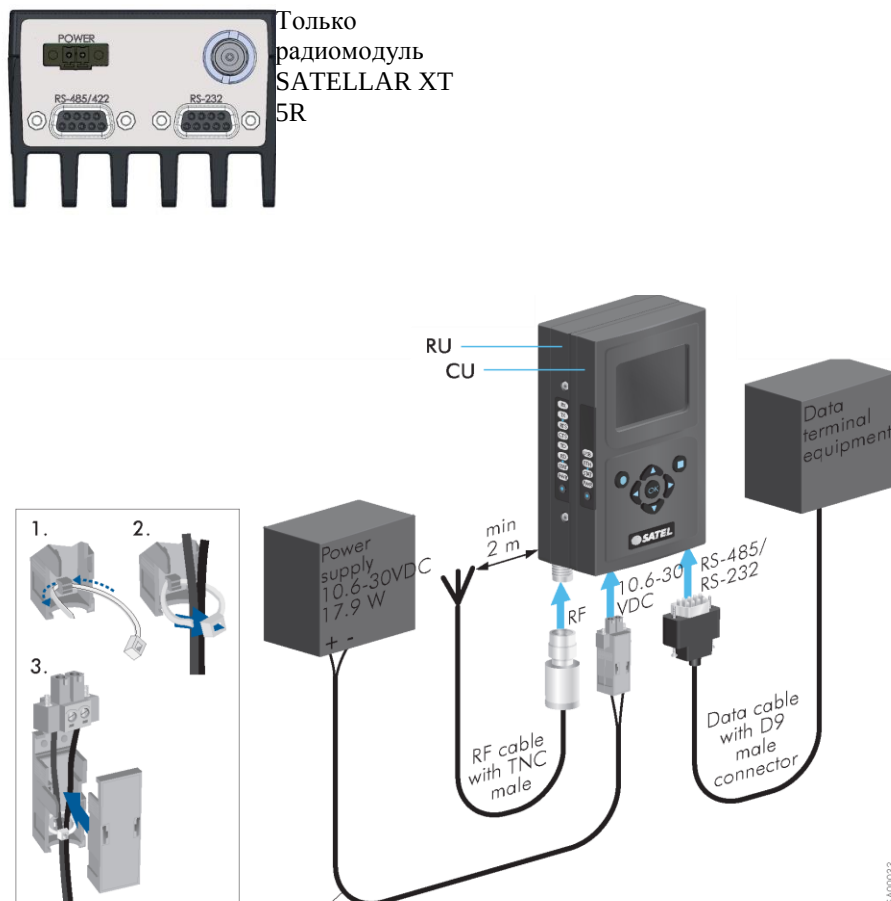
Таблица 2.1 Технические характеристики радиомодуля SATELLAR

3. Типовые настройки

3. Типовые настройки

На рисунке ниже показана типовая конфигурация при передаче данных посредством радиомодуля. Если РМ используется совместно с ЦМ, то рекомендуемое минимальное расстояние между антенной и ЦМ составляет 2 метра. Это позволяет предотвратить ухудшение чувствительности приемника по причине помех, излучаемых ЦМ.

Конфигурация - такая же, что и с используемым радиомодулем - FSK или QAM.



Power supply 10.6-30VDC 17.9 W	Электропитание 10,6-30 В пост. тока 17,9 Вт
min 2 m	мин. 2 метра
RU	РМ
CU	ЦМ
Data terminal equipment	Терминальное оборудование обработки данных
RF cable with TNC male	Радиочастотный кабель со штекерным разъемом TNC
Data cable with D9 male connector	Кабель данных со штекерным разъемом D9

Рисунок 3.1 Передача данных посредством РМ, кабели

Если пользователь хочет изменить/просмотреть настройки, то терминальное оборудование обработки необходимо заменить на ПК. Функцию порта в этом случае необходимо изменить для принятия NMS-сообщений. Это можно сделать путем нажатия функциональной кнопки, расположенной под светодиодными индикаторами RU. Функциональность кнопки описывается в главе 5.5. Если DTE-интерфейс является стандартным интерфейсом RS-232, то порт можно, помимо прочего, сконфигурировать так, чтобы терминальное оборудование данных и ПК работали одновременно (см. подробную информацию в главе 7.4).



Рисунок 3.2 Расположение функциональной кнопки

4. Монтаж

4. Монтаж

4.1 Монтаж SATELLAR XT 5R и 5RC

Модули SATELLAR XT 5R и 5RC могут устанавливаться в следующем порядке:

- Устанавливаются на DIN-рейке с использованием специальных адаптеров SATELLAR для DIN-реек (требуется 2 шт.), подсоединенных к другой кромке или основанию устройства.
- Комплект деталей для настенного монтажа.
- Адаптеры для DIN-реек и детали для настенного монтажа необходимо заказывать отдельно.

Конфигурация - такая же, что и с используемым радиомодулем - FSK или QAM.

Свяжитесь с производителем для получения более подробной информации о монтаже устройств.

ПРИМЕЧАНИЕ!

1. Оборудование необходимо устанавливать в зонах с ограниченным доступом во избежание возможных травм при касании сильно нагретого металлического корпуса.
2. Экран коаксиальной антенны необходимо заземлить для защиты от избыточного напряжения наружной антенны.

4.2 Передняя крышка

Если радиомодуль используется в качестве автономного, можно присоединить фронтальную крышку на устройстве. См. рис.

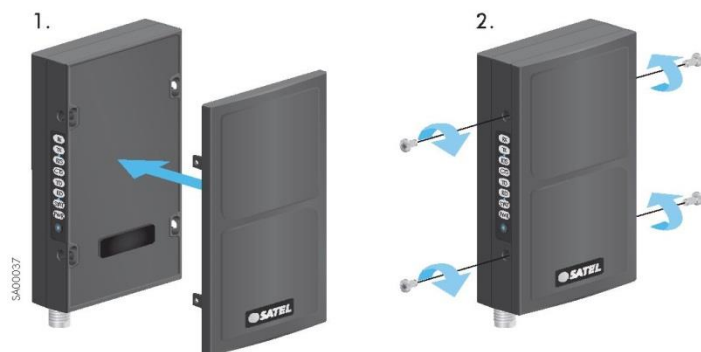


Рис. 4.1 Присоединение фронтальной крышки на радиомодуле при работе в автономном режиме.

5. Интерфейсы

5. Интерфейсы

В этой главе описываются внешние интерфейсы РМ, способы контроля его статуса, проверки и изменения настроек. Если используется РМ с ЦМ и подключенным дисплеем, настройки можно просмотреть и изменить с помощью графического интерфейса пользователя ЦМ. При использовании веб-интерфейса ЦМ параметры настройки можно изменять и просматривать с ПК.

Значения параметров настроек РМ описываются в главе 7 настоящего руководства.



Display	Дисплей
Keypad	Клавиатура

Рисунок 5.1 Дисплей и клавиатура в ЦМ

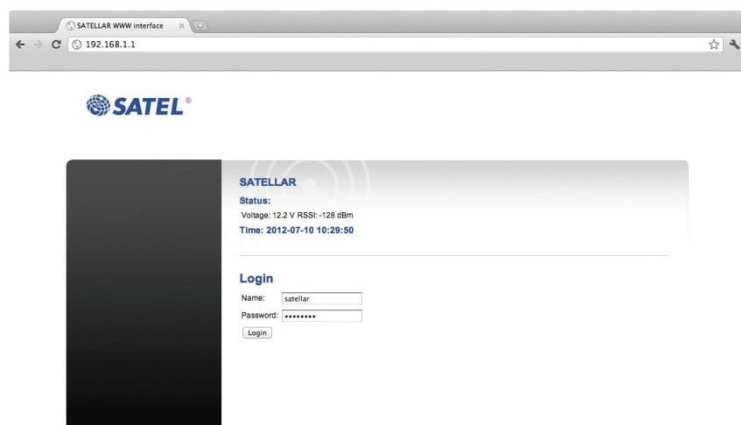


Рисунок 5.2: вид входа в систему SATELLAR в сети Интернет

5.1 Последовательный интерфейс передачи данных

В РМ предусмотрены 2 порта, оба из которых используют гнездовые разъемы D9. Один порт предназначен для связи по интерфейсу RS-232 и управляет полным набором сигналов RS-232, включая квитирование. Другой порт предназначен для связи по интерфейсу RS-422/485 через сигналы дифференциальных данных типа "пара". Порт RS-232 может использоваться для передачи данных и/или NMS.

У-кабель SATELLAR требуется для синхронных данных RS-232 и NMS-разъемов в порте RS-232.

Последовательный интерфейс построен на формате асинхронных данных.

Поддерживаемая скорость последовательного порта, QAM:

- прозрачный режим потока данных: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с
- Режим маршрутизации пакетов: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с

Поддерживаемая скорость последовательного порта, FSK:

- Прозрачный режим и режим маршрутизации по источнику: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с
- Режим маршрутизации пакетов: 1200*, 2400*, 4800*, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с

В режиме маршрутизации пакетов можно использовать следующие параметры настройки дополнительных RS-портов (в отличие от прозрачного режима и режима маршрутизации по источнику):

- Биты данных порта: 8
- Стоповые биты порта: 1

*) Поддерживается только в RS232

Для получения дополнительной информации о настройках портов передачи данных обратитесь в службу технической поддержки SATEL.

5.1.1 RS-232

Интерфейс может использоваться в качестве интерфейса данных и/или NMS-интерфейса для РМ. Порт интерфейса RS-232 обеспечивает стандартную конфигурацию выводов для DCE (TIA/EIA-574), как показано в таблице ниже.

№ контакта	Наименование контакта	Описание контакта
1	CD	Описывается в главе 6.6.2.
2	RD	Получаемые данные: поток данных от РМ к DTE
3	TD	Передаваемые данные: поток данных от DTE к РМ
4	DTR	Функция DTR в РМ не используется
5	SG ND	Сигнальная земля: стандартное опорное напряжение между DTE и РМ
6	DSR	Готовность пакетов данных: от РМ к DTE передается сигнал о том, что РМ включен.
7	RTS	Описывается в главе 6.6.2.
8	CTS	Описывается в главе 6.6.2.
9	NC	Не подключено
D9 ЭКРАН -		Подсоединен к системе заземления устройства
Таблица 5.1	RS-232, конфигурация выводов разъема D9	

5. Интерфейсы

5.1.2 Интерфейс RS-485/422

Интерфейс RS-422/485 содержит гальваническую развязку между интерфейсными сигналами и прочими электронными компонентами РМ. Интерфейс имеет также выход 5VDC для внешнего отказобезопасного оконечного устройства (см. раздел об оконечном устройстве). Распиновка интерфейса RS-485-422 выполнена в соответствии со стандартом, принятым для RS-485 Profibus-DP, в максимально возможном объеме.

Распиновка разъема D9 в различных рабочих режимах показана в таблице ниже.

№ контакт а	RS-485		RS422
	Наименование контакта	Описание контакта	Описание контакта
1	NC		-
2	NC	-	-
3	B	Получаемые/перед аваемые данные, неинвертирующие	Передаваемые данные, неинвертирующие
4	Y	-	Получаемые данные, неинвертирующие
5	SG N D	Сигнальная земля, изолированная	
6	5V_TER M	Изолированный, 5 В, для шинного окончания	
7	NC	-	-
8	A	Получаемые/перед аваемые данные, неинвертирующие	Передаваемые данные, неинвертирующие
9	Z	-	Получаемые данные, неинвертирующие
D9 ЭКРАН	-	Подсоединен к системе заземления устройства (не изолирован)	

Таблица 5.2 RS-485/422, конфигурация выводов разъема D9

5.1.3 Протяженность линии RS-485/422

Для линий большей протяженности необходимо использовать специальные ретрансляторы. Потеря и отражение сигнала, возникающие в результате неправильного подбора кабелей или устройства ненадлежащего оконечного соединения, влечет за собой сокращение максимальной рабочей длины линии.

5.1.4 Единицы нагрузки

Согласно спецификациям на RS-485 входной импеданс приемника RS-485 должен быть больше или равен 12 кОм. Согласно спецификации RS-485 допускает использование до 32 единиц нагрузки. В модуле с последовательным интерфейсом приемник RS-485 имеет импеданс 96 кОм, который составляет 1/8 от единичной нагрузки.

Это означает, что при нагрузке на шину в размере 1/8 от заданной единичной нагрузки (12 кОм) можно подключить к шине до 256 устройств (т.е. узлов).

Единицы нагрузки	Входной импеданс приемника	Максимальное количество узлов
1	12 кОм	32
1/2	24 кОм	64
1/4	48 кОм	128
1/8	96 кОм	256

5.1.5 Оконечное соединение RS-485/422

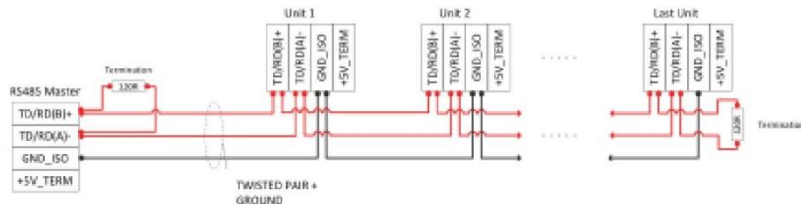
Оконечное соединение позволяет предотвратить отражения импульсов сигналов, которые могут привести к ошибкам в данных при наличии в строке данных длинных недействительных соединений (заглушек). Оконечный резистор должен быть установлен на обоих концах цепи RS-485/422. Для обеспечения максимальной надежности используйте отказобезопасное оконечное соединение при оконцовке хотя бы одного кабеля.

5.1.6 Примеры подключения/оконечного соединения RS-485/422

На примерах ниже приводятся различные общие схемы подключения и оконцевания интерфейсов RS-485 и RS-422. Для взаимного соединения устройств необходимо использовать сигнальный кабель "витая пара".

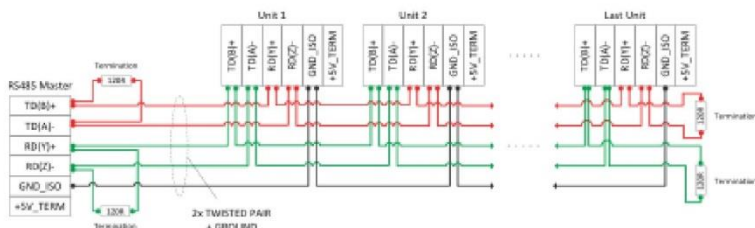
5. Интерфейсы

5.1.6.1 RS-485: 2-проводное соединение (полудуплексный режим)



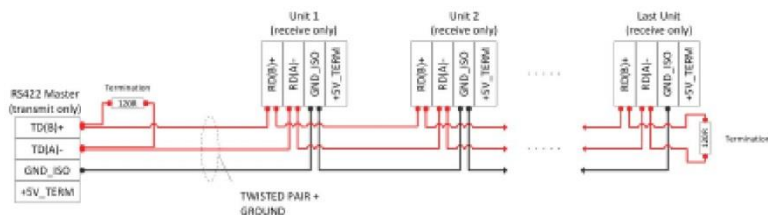
TWISTED PAIR + GROUND	ВИТАЯ ПАРА + ЗАЗЕМЛЕНИЕ
R5485 Master	Главное устройство R5485
Unit 1	Устройство 1
Unit 2	Устройство 2
Last Unit	Последнее устройство
Termination	Оконечное соединение

5.1.6.2 RS-485: 4-проводное соединение (полнодуплексный режим)



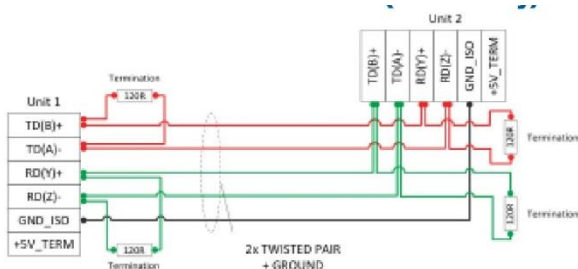
2x TWISTED PAIR + GROUND	2 КАБЕЛЯ "ВИТАЯ ПАРА" + ЗАЗЕМЛЕНИЕ
R5485 Master	Главное устройство R5485
Unit 1	Устройство 1
Unit 2	Устройство 2
Last Unit	Последнее устройство
Termination	Оконечное соединение

5.1.6.3 RS-422: 2-проводное соединение (многоточечное)



TWISTED PAIR + GROUND	ВИТАЯ ПАРА + ЗАЗЕМЛЕНИЕ
R5485 Master	Главное устройство R5485
Unit 1	Устройство 1
Unit 2	Устройство 2
Last Unit	Последнее устройство
Termination	Оконечное соединение

5.1.6.4 RS-422: 4-проводное соединение (только 2 устройства)



2x TWISTED PAIR + GROUND	2 КАБЕЛЯ "ВИТАЯ ПАРА" + ЗАЗЕМЛЕНИЕ
R5485 Master	Главное устройство R5485
Unit 1	Устройство 1
Unit 2	Устройство 2
Last Unit	Последнее устройство
Termination	Оконечное соединение

5.1.7 Безотказное оконечное соединение RS-485/422

При отсутствии данных на шине (данные не передаются ни с одного из узлов) сигнальная пара RS-4xx находится в свободном движении. По общему правилу, оба сигнала ("a" и "b") должны двигаться к одному и тому же потенциалу. Тем не менее, из-за возможных внешних помех это происходит не всегда.

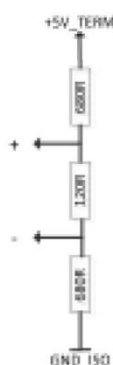
Согласно стандарту RS-4xx, приемник интерпретирует сигналы как логические высокие или низкие, в зависимости от разницы потенциалов между "a" и "b". При разности потенциалов выше 0,4 В приемник определяет, каким является сигнал: низким или высоким. На практике большинство приемников определяют тип сигнала при превышении разности потенциалов напряжения 0,2 В.

Выход приемника RS-485, как правило, "логический Т", при условии, что входы являются симметричными. Если возникающие помехи приводят к росту разности потенциалов, логика "0" легко определяется. Затем приемник интерпретирует это как начальный бит на шине RS-4xx, что приводит к появлению битовых ошибок или искаженных дополнительных символов.

Другой метод ошибок связан с нехваткой отказобезопасного оконечного соединения и заключается в следующем: как только узел начинает передачу данных на линии, приемник, уже регистрирующий "0", пропускает переход от стопового бита к начальному, необходимый для синхронизации UART-передачи. Таким образом, приемник, дающий ошибку, получает неправильно первый байт данных, и в зависимости от количества стоповых битов и перерыва между байтами на линии, может также пропустить последующие байты или даже весь пакет.

Этот механизм потенциальных ошибок можно легко устранить, если сделать "a" линию высокой, а "b" линию низкой: для этого подключите провода к нужному потенциалу через последовательный резистор.

**ОПЦИЯ:
ОТКАЗОБЕЗОПАСНОЕ
ОКОНЕЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ
BIAS НА ОДНОМ КОНЦЕ
ШИНЫ**



**РЕКОМЕНДАЦИЯ PROFIBUS:
ОТКАЗОБЕЗОПАСНОЕ ОКОНЕЧНОЕ
СОЕДИНЕНИЕ BIAS НА ОДНОМ
КОНЦЕ ШИНЫ**



Рисунок 5.3. Отказобезопасное оконечное соединение на примерах

5.2 Радиомодуль

В РМ предусмотрен гнездовой РЧ-разъем TNC с импедансом 50 Ом. Частотный диапазон РМ зашифрован в обозначении типа, данные о котором можно прочесть на этикетке с задней стороны РМ. Подробная информация приводится в соответствующих разделах.

РМ поддерживает три различных параметра разброса каналов, которые можно выбирать посредством ПО. Для FSK-модуля предусмотрена модуляция 12,5, 25 и 150 кГц, а для QAM-модуля 6,25, 12,5 и 25 кГц. Также поддерживаются три различных режима модуляции. Для FSK-модуля предусмотрена модуляция 4-, 8- и 16-FSK, для QAM-модуля 2-, 4-, 8-, 16-, 32- и 64-QAM.

Выходная мощность может регулироваться с шагом 0,1, 0,2, 0,5, 1,2 и 5 Вт. В FSK-модуле эти параметры являются постоянными групповыми значениями, а в QAM-модуле эти уровни мощности являются пиковыми на основании коэффициента амплитуды (отношение пиковых значений и эффективного значения) в QAM-модуляции. Коэффициент амплитуды варьирует между уровнями QAM-модуляции, и разница между пиковым и средним значениями мощности может находиться в диапазоне 6-9 дБ. Например, для пикового значения мощности 5 Вт (37 дБм), средний уровень мощности составляет 1 Вт (30 дБм). Следует отметить, что средние значения следует использовать при расчете бюджета линии радиосвязи сети.

Разнос каналов и метод модуляции определяют скорость воздуха согласно главе 2 технической спецификации. Скорость воздуха может быть задана независимо от скорости передачи данных последовательного порта.

Метод модуляции также влияет на чувствительность приемника. Оптимальная чувствительность может быть достигнута при самом низком уровне модуляции, т.е. 4-FSK/2-QAM в модуле SATELLAR XT 5R. Для получения информации о стандартной чувствительности в различных условиях - см. главу 2 технической спецификации.

Другой способ повышения чувствительности приемника - использовать метод упреждающей коррекции ошибки (FEC). Этим методом можно пользоваться в модуле SATELLAR XT 5R с 4- и 8-FSK-модуляцией. Это изменение влияет на скорость передачи пользовательских данных: скорость воздуха остается прежней, но доля битов, доступных для пользователя, соответствует той, которая указана кодовой скоростью FEC. В РМ предусмотрены 2 различные кодовые скорости - 0,67 и 0,5. Пример: если 4-FSK работает на частоте 25 кГц и FEC включается на кодовой скорости 0,5, то пользовательская скорость в битах опускается до 9600 бит/с. Влияние FEC на чувствительность зависит от кодовой скорости и уровня BER (частоты битовых ошибок), на которой работает радиоканал.

Изменение метода модуляции или использование FEC позволяет повысить чувствительность приемника в помехонасыщенных соединениях: битовые ошибки, как правило, равномерно распределяются по всему интервалу передачи. Эти методы не являются достаточно эффективными в случае возникновения ошибок в пакетах данных. Именно поэтому FEC используется совместно с методом чередования. Это означает, что до передачи данных из DTE РМ собирает в буфер некое количество данных и перегруппировывает их в соответствии с установленным правилом. Приемник знает это правило и восстанавливает исходное расположение битов данных. После этого приемник видит рассредоточенные ошибки, и FEC может их скорректировать. Следует, однако, отметить, что FEC и чередование увеличивают задержку и их следует избегать в прозрачном режиме в тех случаях, когда низкая задержка является основным требованием.

QAM-модуль поддерживает решетчатое кодирование с 8-, 16-, 32 - и 64-QAM модуляцией, которая не увеличивает скорость передачи символов и не расширяет пропускную способность. Однако это может приводить к повышению эффективности кодирования и тем самым улучшать отношение S/N по сравнению с некодированной системой. Решетчатое кодирование влияет на задержку и может быть отключена, если низкая задержка является наиболее важным требованием. Решетчатое кодирование активируется по умолчанию.

5.3 Электропитание постоянного тока

Разъем радиомодуля постоянного тока - это съемный/запираемый болтовой разъем с возможностью блокировки. Диапазон напряжений постоянного тока 10,6-30 В. Используемый источник питания должен выдавать мощность, как минимум, 17,9 Вт постоянного тока. Не забывайте о том, что РМ передает мощность пост. тока на всю группу устройств SATE LLAR. Таким образом, если РМ используется совместно с ЦМ, необходимо учитывать энергопотребление всей группы устройств при выборе источника питания постоянного тока.

5.4 Диагностика, мониторинг, изменение настроек

Параметры настройки РМ можно просмотреть и изменить посредством SATEL NMS PC SW. Затем компьютер подключается к серийному разьему РМ, а разъем должен быть настроен на получение NMS-сообщений. Если ранее были выбраны локальные базовые радиопараметры, можно также установить удаленное соединение к другому РМ и изменить вид настроек этого модема беспроводным способом.

Если РМ используется совместно с ЦМ с дисплеем и клавиатурой, настройки устройства можно просмотреть и изменить посредством ГИП (графического интерфейса пользователя) ЦМ. Или же можно использовать веб-интерфейс.



Рис. 5.4. РМ вместе с центральным модулем (ЦМ), в комплекте с ЖК-дисплеем: и клавиатурой, общий вид

5. Интерфейсы

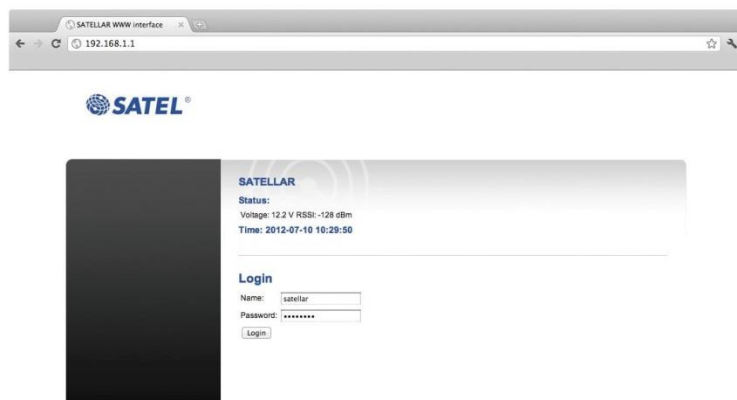


Рисунок 5.5: вид входа в систему SATELLAR в сети Интернет

Настройки описываются в разделе 7, конфигурация последовательного порта данных в разделе 7.3, а использование ПО - в соответствующей документации на ПО.

5.5 Светодиодные индикаторы

В РМ предусмотрено 8 светодиодных индикаторов, расположенных с другой узкой стороны устройства. Они перечислены и подробно описываются в таблице ниже.

Наименование	Описание
RX	Получение данных по радиоканалу
TX	Передача данных по радиоканалу
RTS	Запрос на передачу; более подробная информация в главе 6.6.2
CTS	Готовность к передаче; более подробная информация в главе 6.6.2
TD	Передача данных по последовательному интерфейсу
RD	Получение данных по последовательному интерфейсу
STAT	ВКЛ.: питание включено, РМ инициализирован и готов к работе ВЫКЛ.: РМ не готов к работе
ПИТАНИЕ	ВКЛ.: питание подключено ВЫКЛ.: питание не подключено

Рисунок 5.6 Светодиодные индикаторы

5.6 Функциональная кнопка

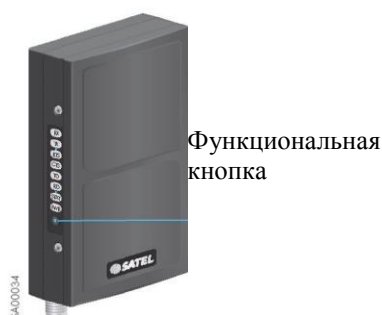


Рисунок 5.7 Расположение функциональной кнопки

Функциональная кнопка расположена под светодиодными индикаторами. Нажатием на кнопку Вы можете перезапустить или временно настроить последовательный порт данных на получение NMS-сообщений и тем самым обеспечить доступ к РМ со стороны PC SW для просмотра и изменения параметров вне зависимости от пользовательских настроек.

Пример 1:

РМ соединен с ЦМ, и пользователь выбрал параметр "UART-данные микроконтроллера на SATBUS" (см. главу 7.3). Теперь, как и предполагалось, данные и NMS-сообщения начинают циркулировать между РМ и ЦМ, следовательно, нет никакого соединения на последовательном порте данных. Затем, перед изменением этих настроек, ЦМ выходит из строя или демонтируется. Нажатием на функциональную кнопку можно временно настроить последовательный порт данных на получение NMS-сообщений, а это означает, что доступ к РМ будет получен со стороны NMS PC SW. После этого настройки можно просматривать и изменять независимо от последовательного порта данных.

Пример 2;

РМ используется в прозрачном режиме передачи данных (конфигурация последовательного порта данных "UART-данные на радиомодуль D9 RD/TD"), и есть временная необходимость изменения или просмотра настроек посредством ЦМ. При нажатии на функциональную кнопку можно временно настроить NMS-сообщения на циркуляцию между РМ и ЦМ.

По длительности нажатия кнопки можно сделать заключение о том, какой статус последовательного порта данных был сконфигурирован - см. описание в таблице ниже. Наименования светодиодных индикаторов - см. главу 5.5. Если кнопку отпустить, то светодиодные индикаторы возвращаются в свое нормальное положение.

5. Интерфейсы

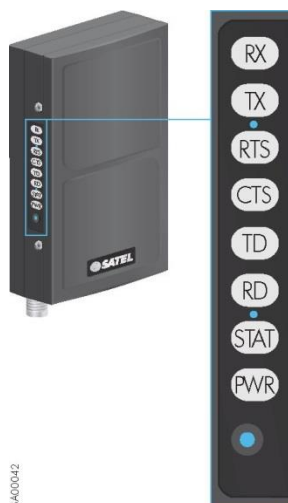


Рис. 5.8 Функциональная кнопка и светодиодные индикаторы

Длительность нажатия	Индикация	Светодиодная индикация	Характерен для варианта HW	Последствие	Типовой вариант использования
Менее 1 с	Все светодиодные индикаторы (1111 1111)			Последовательный порт данных	
				сброшен к состоянию, определенному пользователем (см. главу 7.3)	
Более 1 с	Самый верхний светодиодный индикатор (RX) выключен (0111 1111)			Последовательный порт данных отключен, т.е. поток пользовательских данных и NMS-сообщения циркулируют внутри между РМ и ЦМ.	Любая конфигурация последовательного порта, за исключением "UART-ДАННЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА НА SATBUS С CAN" (см. главу 7.3). Необходимость во временном подсоединении РМ к ЦМ.
Более 2 с	Два самых верхних светодиодных индикатора выключены (0011 1111).			NMS-сообщения на линиях получения и передачи (интерфейс RS-232), без передачи пользовательских данных. ПРИМЕЧАНИЕ! Не приводит к желаемому результату при подключенном ЦМ.	Конфигурация последовательного порта: Передача UART-данных на радиомодуль D9 RD/ TD (см. главу 7.3). Необходимость временной настройки РМ посредством NMS с ПК.

Длительность нажатия	Индикация	Светодиодная индикация	Характерен для варианта HW	Результат	Типовой вариант использования
Более 3 с	Три самых верхних светодиодных индикатора выключены (0001 1111).		RU-xxxx00	NMS-сообщения на линиях RTS и CTS, без передачи пользовательских данных	
Более 4 с	Четыре самых верхних светодиодных индикатора выключены (0001 1111).	¹		Передача пользовательских данных на линиях получения и передачи (интерфейс RS-232), NMS-сообщения между РМ и ЦМ.	Конфигурация последовательного порта: Передача UART-данных на радиомодуль D9 RD/TD (см. главу 7.3). Необходимость временной настройки РМ посредством NMS с центрального модуля. Как правило, этот режим выбирается посредством настройки последовательного порта, как описывается в разделе 7.3.
Более 5 с	Три самые низкие светодиодные индикаторы остаются включенными (0000 0111)		RU-xxxx01	NMS-сообщения на линиях получения и передачи (интерфейс RS-485), без передачи пользовательских данных	Конфигурация последовательного порта: RS-485 (см. главу 7.3). Необходимость временной настройки РМ посредством NMS с ПК.
Более 6 с	Два самых низких светодиодных индикатора остаются включенными (0000 0011)		RU-xxxx01	NMS-сообщения на линиях получения и передачи (интерфейс RS-422), без передачи пользовательских данных	Конфигурация последовательного порта: RS-422 (см. главу 7.3). Необходимость временной настройки РМ посредством NMS с ПК.
Более 7 с	Самый низкий светодиодный индикатор остается включенным (0000 0001)			Без результата	
Более 8 с	Все светодиодные индикаторы выключены (0000 0000)			РМ перезапущен, а последовательный порт данных сбрасывается к параметрам, заданным пользователем	

Таблица 5.3 Функциональная кнопка

6. Передача данных

6. Передача данных

Для передачи данных РМ должен быть настроен на работу в одном из следующих режимов:

- Базовый, с приоритетом получения
- Базовый, базовый с приоритетом передачи
- Базовый, ретранслятор
- Маршрутизация по источнику, ведущий (поддерживается в FSK-модуле)
- Маршрутизация по источнику, ведомый (поддерживается в FSK-модуле)
- Маршрутизация пакетов

Они называются режимами сетевых протоколов. Базовый режим с приоритетом передачи - это традиционный прозрачный метод передачи данных, при котором РМ эффективно заменяет кабель между двумя оконечными устройствами данных. В базовом режиме с приоритетом получения передача отключена на все время получения данных. В режиме ретрансляции данные, полученные от радиоканала, буферизуются, а затем перенаправляются обратно в радиоканал. Режим ретрансляции используется для расширения территории радиоохвата.

Маршрутизация по источнику (поддерживается только в FSK-модуле) требуется в тех случаях, когда топология сети является достаточно сложной, а не просто двухточечной линией связи между двумя станциями (возможно добавлена ретрансляторной станцией). Этот режим требует протоколов типа опроса с фиксированной длиной адреса станции и положением в сообщении на основе RS-232, -422 и -485.

Пакетная маршрутизация, как правило, используется в тех случаях, когда РМ работает в паре с ЦМ. ЦМ сопряжен с DTE посредством стека IP-протокола и выступает в качестве IP-маршрутизатора. РМ рассматривается как виртуальный сетевой интерфейс и не требует специальной настройки для IP-трафика. Несмотря на это, следует настроить параметры контроля доступа к среде (см. пояснение ниже в этой главе) и заполнить таблицы маршрутизации. Как уже пояснялось ранее, РМ может выступать в качестве станции маршрутизатора без ЦМ и в случаях передачи IP-данных. ЦМ должен использоваться только в тех случаях, когда требуется подключение к локальной Ethernet.

6.1 Базовый режим с приоритетом передачи

Если РМ работает в базовом режиме с приоритетом передачи, то оконечное оборудование данных (DTE) подключается к последовательному порту данных (D9). Передача данных начинается сразу же после поступления первого байта данных от DTE и прекращается по окончании всех данных. РМ не хранит данные в любом месте и вообще их не перегруппировывает. РМ просто отправляет данные, полученные им в качестве входной информации. Радиоканал реализован без маршрутизаторов или ретрансляторов, в промежутке между двумя DTE. Этот режим является простой двухточечной линией связи, в которой соединительный кабель заменяется на радиоканал. DTE отвечает полностью за контроль потоков данных. DTE автоматически определяет время передачи, оценивает корректность входящих данных и принимает решение о необходимости дальнейшей передачи.

Базовый режим с приоритетом передачи отличается наименьшей задержкой - временем, которое требуется принимающему DTE на получение первого байта данных с момента начала передачи данных передающим DTE. Факторы, влияющие на задержку в РМ:

- Обратное время получения-передачи: РМ, как правило, находится в режиме получения, т.е. на стадии готовности принятия сигналов от радиоканала. Как только на РМ поступает сигнал о намерении DTE передать данные, РМ переключается в режим передачи, после чего должно пройти какое-то время, поскольку радиоаппаратура срабатывает не сразу.
- Задержки фильтров: Фильтрация каналов в передатчике и приемнике требуется для соответствия стандартам радиосвязи (например, EN 300 113), для создания задержки в радиоканале.
- Время набора мощности РЧ сигнала: требования нестационарного спектра, предъявляемые к стандартам радиосвязи, не позволяют включить слишком быстро мощность РЧ сигнала.
- Синхронизация: за набором мощности РЧ сигнала следует определенная последовательность синхронизации, во время которой приемник настраивается на частоту и время передающего радиомодуля. Затем им делается заключение о том, является ли полученный сигнал действительным процессом передачи вместо внешнего источника помех.
- Дополнительные факторы, влияющие на задержку:
- Упреждающая коррекция ошибок (только в FSK-модуле): принцип упреждающей коррекции ошибок состоит в том, чтобы считывать несколько битов в реестр данных и генерировать кодовое слово на основании некой математической формулы и сохраненных битов данных. Сначала это приводит к некоторой задержке в передатчике и особенно в приемнике, в котором более длинная битовая комбинация должна храниться вплоть до того момента, как появится возможность декодировать входящее кодовое слово.
- Шифрование в радиоканале: Принцип шифрования заключается в сборе некоего количества данных в регистр сдвига и управлении этими данными согласно установленному правилу. Процесс шифрования приводит к задержке в циркуляции данных и должен быть исключен в тех случаях, когда низкая задержка является наиболее важным требованием.
- Решетчатое кодирование (только в QAM-модуле): Решетчатое кодирование используется для повышения эффективности кодирования, что делает приемник более чувствительным, особенно в помехонасыщенной среде. Это вызывает некоторую задержку декодирования, что может привести к появлению дополнительной задержки. Решетчатое кодирование можно сбросить до состояния ВЫКЛ., если задержка является наиболее важным требованием.

Строго говоря, последние два фактора идут в разрез с принципом прозрачной передачи данных (без изменения содержания данных). Как бы там ни было, вышесказанное является интерпретацией термина. Ещё более важно осознавать тот факт, что их включение влияет на задержку и не должно выполняться в тех приложениях, в которых низкая задержка является критически важным требованием.

Для использования РМ в базовом режиме с приоритетом передачи:

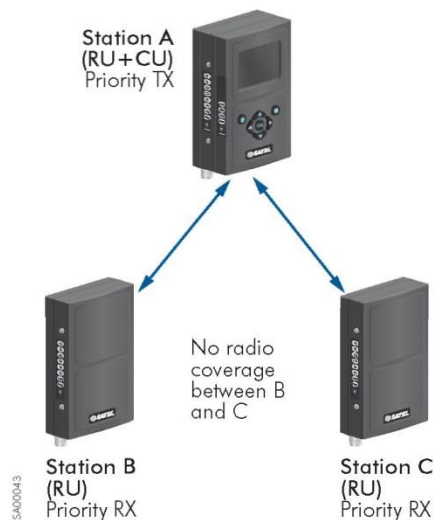
- Настройте параметры порта данных, как того требует используемый протокол передачи данных (скорость передачи данных, число битов данных, количество стоповых битов, четность).
- Настройте сетевой протокол на базовый режим с приоритетом передачи.
- При необходимости, измените продолжительность паузы (см. главу 6.6.4 для получения более подробной информации)
- Настройте конфигурацию последовательного порта таким образом, чтобы UART-данные передавались на радиомодуль D9 RD/TD (см. главу 7.3 для получения более подробной информации)
- Установите все необходимые радиопараметры в соответствии с требованиями (если они еще не установлены на заводе): радиочастота, разнос каналов, выходная мощность РЧ сигнала, метод модуляции, упреждающая коррекция ошибок (FSK) / решетчатое кодирование (QAM) и шифрование.

6. Передача данных

6.2 Базовый режим с приоритетом получения

Базовый режим с приоритетом получения аналогичен режиму с приоритетом передачи. Разница состоит в том, как реагирует РМ на данные, поступающие от DTE: если приоритетом является TX, передача начинается без задержки даже в том случае, если продолжается прием данных. Если же приоритетом является RX, то передачи начинается сразу после завершения приема.

Пример использования настроек приоритизации в простой сети проиллюстрирован на рисунке ниже.



Station A (RU + CU) Priority TX	Станция А (РМ + ЦМ) Priority TX (Приоритет - передача)
No radio coverage between B and C	Отсутствие радиоохвата между В и С.
Station B Priority RX	Станция В Приоритет RX
Station C (RU) Priority RX	Станция С (РМ) Приоритет RX

Рис. 6.1 Настройки приоритизации в простой сети

Станция "А" имеет радиоканал для связи со станциями "В" и "С". От станции "А" на эти станции передаются управляющие команды. Станции "В" и "С" реагируют посредством отправки данных о статусе или подтверждающих сообщений. Они не воспринимают радиосигналы, передаваемые друг другом. Управляющие команды от станции "А" имеют высокий приоритет, поэтому станция "А" должна начинать отправку несмотря на наличие входящего сообщения. Именно поэтому станция "А" переводится в режим с приоритетом передачи, в то время как другие работают в режиме с приоритетом получения.

Настройки приоритизации помогают в тех случаях, когда зона радиоохвата соответствует описанию на рис. выше, т.е. когда станции "В" и "С" не воспринимают радиосигналы, передаваемые друг другом. Рассмотрим ситуацию, когда станция "В" посылает сигнал на станцию "А", а "А" должна отправить сообщение с высоким приоритетом на станцию "С", одновременно с этим продолжая получать данные от "В". Благодаря настройкам приоритизации это становится возможным. Но если станции "В" и "С" находятся в пределах взаимной радиодоступности, два синхронных сообщения от "А" и "В" столкнутся в "С", и сообщение от "А", возможно, будет получено некорректно. Такая ситуация не может быть разрешена при помощи настроек приоритизации и требует применения более сложной процедуры квитирувания (см. подробную информацию в главе 6.6.2.). Настройки приоритизации помогают важным сообщениям достичь цели. Тем не менее, ими нужно пользоваться предельно осторожно, не забывая о том, что станции, переведенные в режим приоритета получения, могут находиться за пределами взаимной радиодоступности.

6.3 Базовый режим с ретранслятором

Базовый режим с ретранслятором используется для расширения зоны радиоохвата за счет установки одного дополнительного РМ, работающего в этом режиме между двумя базовыми РМ, как показано на рисунке 6.2.



Рисунок 6.2 Базовый режим ретрансляции

РМ "С" хранит все полученные данные, которые он затем перенаправляет в радиоканал. Адреса станций отсутствуют в РМ, т.е. DTE, только что отправившая адреса, получает их через какое-то время обратно от ретрансляторной станции. Поэтому в DTE должна быть предусмотрена функция игнорирования этих сообщений.

6.4 Маршрутизация по источнику

Маршрутизация по источнику поддерживается в FSK-модуле.

Если в передаче данных задействованы два или более ретрансляторов, необходимо использовать адреса для маршрутизации данных. Это связано с тем, что в противном случае ретрансляторы в сети будут посылать снова и снова аналогичные сообщения друг другу. Если используется маршрутизация по источнику, радиостанции направляют только данные, которыми они владеют, и отнюдь не все те данные, которые улавливаются ими в сети. В основу маршрутизации по источнику положен тот факт, что только одна станция в сети может использоваться как точка входа, источник для маршрутных данных. Эта станция именуется "ведущей", а все другие станции "ведомыми". Топология сети создается при помощи ПО SATEL NMS PC и отправляется на ведущую станцию, которая затем включает маршрутные данные в состав сообщений, передаваемых на ведомые станции. На рисунке ниже ситуация иллюстрируется более наглядно.

6. Передача данных

Радиомодуль А (PM + ЦМ)

Режим ведущей станции, адрес: 1

DTE A

Радиомодуль D (PM)

Режим ведомой станции, адрес: 2

Радиомодуль Е (PM)

Режим ведомой станции, адрес: 3

Радиомодуль В (PM + ЦМ)

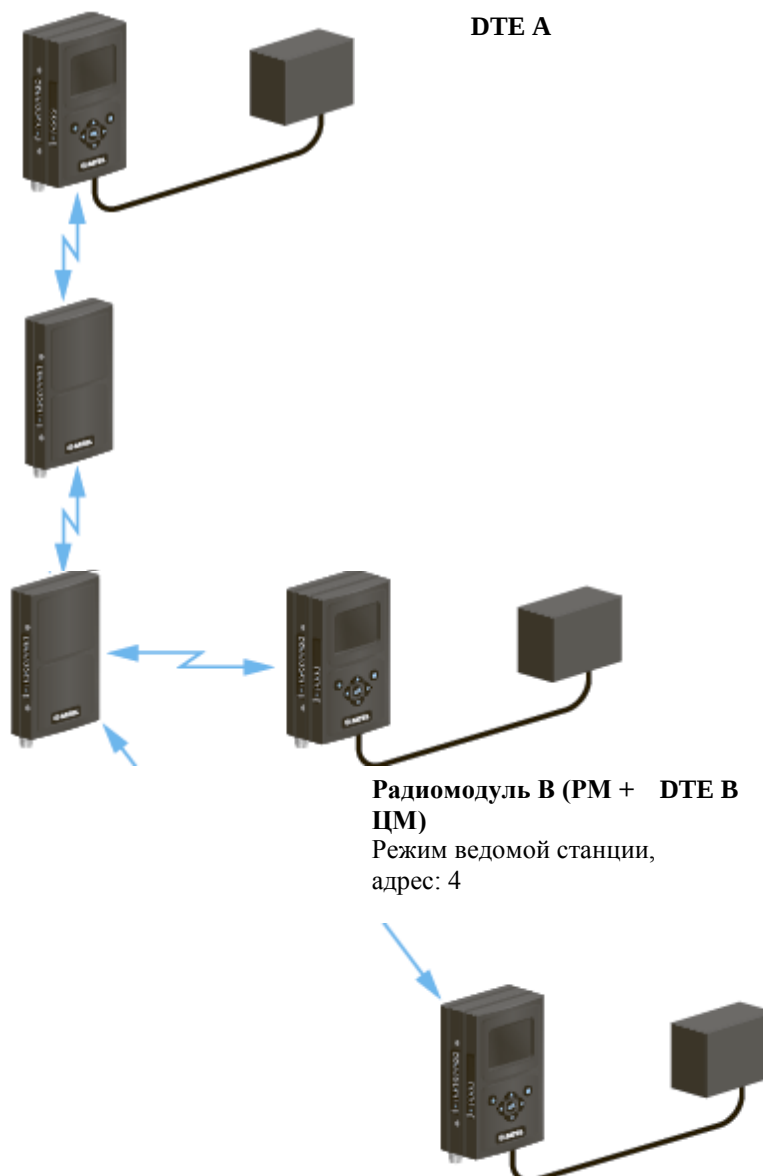
Режим ведомой станции, адрес: 4

Радиомодуль С (PM + ЦМ)

Режим ведомой станции, адрес: 5

:

Рисунок 6.3 Маршрутизация между ведущей и ведомой станциями



РМ "А" выступает в качестве ведущей станции в этой сети и имеет в памяти следующую таблицу маршрутизации:

DTE Маршрут	
	рут
В	2, 3,4
С	2, 3,5

Когда DTE "А" отправляет данные, например, в DTE "В", РМ "А" забирает из сообщения адрес DTE "В", после чего определяет тип используемого маршрута. 2,3, 4. Перед отправкой сообщение РМ "А" добавляет маршрут к началу сообщения и, помимо этого, уведомляет о том, что следующим приемником является станция "D" с адресом 2. Все другие станции (не показанные на рис.), за исключением "D", которые, возможно, улавливают сообщение, игнорируют его. Станция "D" забирает сообщение, копирует маршрутные данные и изменяет индикатор следующего приемника для указания на станцию "Е" с адресом 3. Аналогичная процедура выполняется по всей цепочке до тех пор, пока сообщение не достигнет цели (DTE), "В" в данном примере.

Когда DTE "В" отвечает "А", сообщение проходит через цепь маршрутизатора в противоположном направлении. Когда ответное сообщение, например, достигает станции "Е1", она запоминает маршрут и перенаправляет сообщение со ссылкой на то, что следующим приемником является станция "D". Маршрут остается действительным до тех пор, пока ответное сообщение не достигнет изначального отправителя. Маршрутные данные по следующему сообщению должны быть отправлены повторно.

DTE включает адресные данные в сообщение в зависимости от используемого протокола связи. Адаптация под различные протоколы выполняется с помощью фильтров протокола, доступных в ПО SATEL NMS PC. С помощью этих фильтров РМ интерпретирует входящее сообщение.

Как уже пояснялось ранее, маршрутизация по источнику используется в протоколах типа запрос со стационарной длиной адреса станции и положением в сообщении, основанном на RS-232, -422 и -485.

6. Передача данных

6.5 Маршрутизация пакетов

Важное ограничение, существующее в процессе маршрутизации по источнику, заключается в том, что контроль радиодоступа полностью отсутствует, т.е. весь трафик должен быть инициирован ведущей станцией: DTE "А" посылает сообщение-запрос на DTE "ЕТ", которое затем подает ответный сигнал с использованием того же радионаправления в обратном порядке. После этого "А" может отправлять такой же запрос на "С", который также подает ответный сигнал. В результате на радиоканале не происходит никаких коллизий. Этого функционально вполне достаточно для так называемых протоколов запроса. Недостаток метода заключается в том, что ведомые станции не могут генерировать какие-либо сообщения в автономном режиме, например, невозможно сгенерировать автоматические отчеты о статусе от ведомых станций. Другим преимуществом является невозможность взаимодействия ведомых станций друг с другом.

Указанные недостатки можно преодолеть, если использовать РМ в режиме пакетной маршрутизации. Этот режим позволяет каждой станции оставаться на связи с каждой другой станцией, и при этом отсутствует ведущая станция, инициирующая весь трафик в сети. Также предусмотрен контроль радиодоступа во избежание пакетных конфликтов в радиоканале. Система управления радиодоступом кратко изложена в главе 6.5.1. Таблица маршрутизации построена с таким расчетом, чтобы каждая единица имела один или несколько соседних адресов (адресов следующего шага), на которые бы перенаправлялись очередные входящие данные. Для каждого соседнего адреса перечислены адреса соответствующих станций. Каждая станция выбирает корректную соседнюю станцию в соответствии с адресом окончательного пункта назначения, после чего данные начинают последовательно передаваться в пункт назначения. Примерное изображение таблицы маршрутизации для топологии сети показано на рисунке на стр. 42.

Таблица маршрутизации следующая:

Радио-модуль	Следующий транзитный участок	Присвоенные адреса
А	2	3,4,5
В	3	1,2,5
С	3	1, 2, 4
Д	1	-
	3	4,5
Е	2	1
	4	-
	5	-

В этом примере маршрутизация очень простая для РМ "А", "В" и "С", поскольку они имеют только один возможный следующий транзитный участок, независимо от окончательного пункта назначения. Модули "Д" и "Е", наоборот, должны выбирать между несколькими альтернативными вариантами.

В первую очередь, пакетная маршрутизация используется при передаче данных через IP. В руководстве по эксплуатации ЦМ поясняется способ настройки IP-адресов для передачи IP-пакетов.

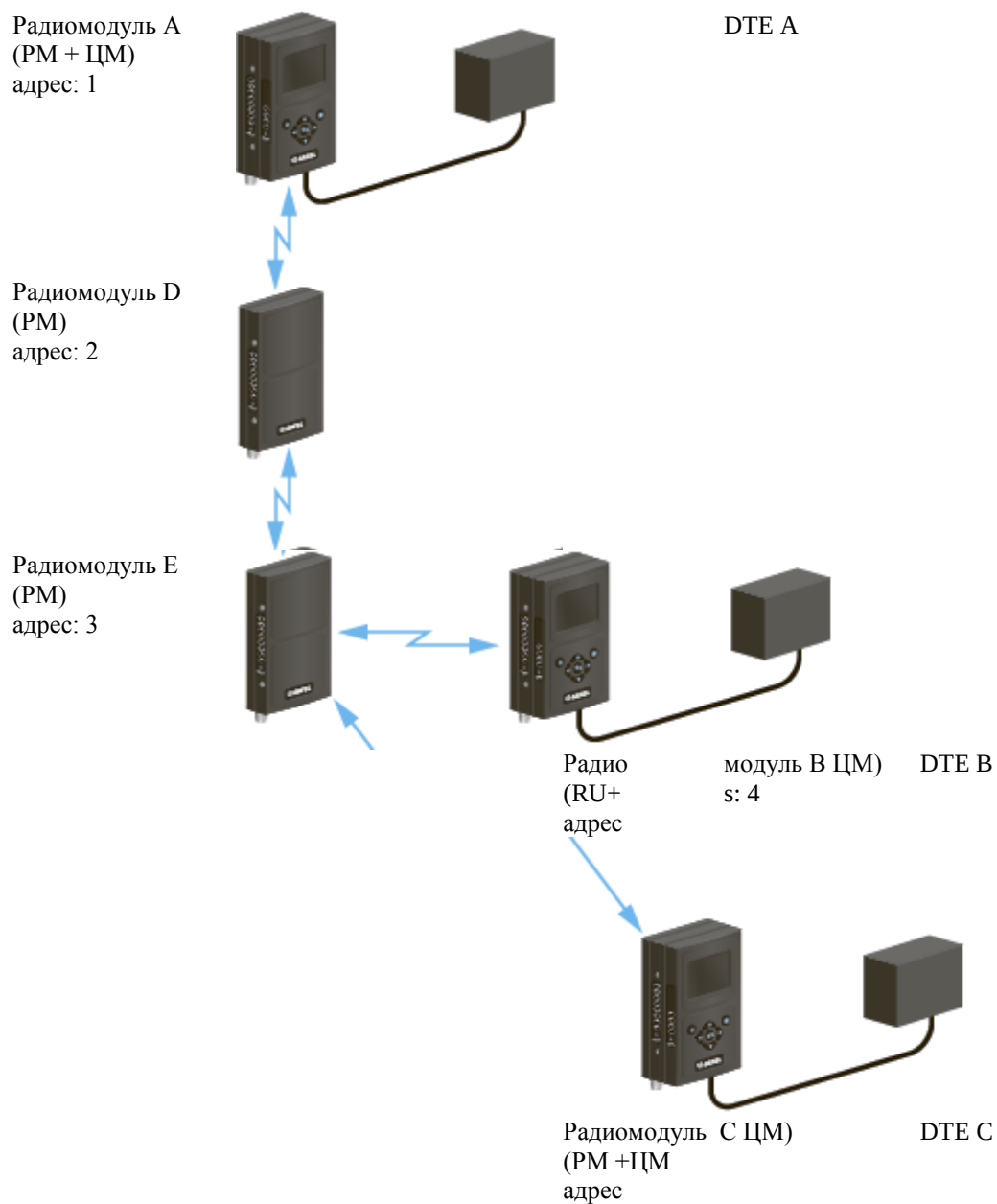


Рисунок 6.4 Пример маршрутизации

6.5.1 Контроль доступа к радиоканалу

Цель контроля радиодоступа состоит в том, чтобы предотвратить взаимные коллизии пакетов данных в радиоканале. Особую важность данная проблема приобретает при передаче IP-пакетов, в тех случаях, когда передача пакетов данных происходит автоматически при наличии данных, готовых к отправке. В Ethernet действует специальный алгоритм предотвращения коллизий. Тем не менее, подчеркивается тот факт, что сеть построена с использованием кабелей, т.е. все станции могут обнаруживать наличие или отсутствие трафика на линии. Признаком, характерным для передачи радиосигнала, является наличие так называемых "скрытых терминалов": терминалы, которые передают данные без любого другого терминала в сети, способного обнаружить их. Основная цель реализованного в РМ алгоритма заключается в том, чтобы предотвратить коллизии в процессе работы даже в присутствии скрытых терминалов. Алгоритм называется CSMA/CA («многостанционный доступ с контролем несущей и предотвращением конфликтов») и основан на передаче сигналов квитирования (RTS, CTS, ACK) между станциями. Для работы алгоритма должно выполняться следующее условие: каждой станции в сети должен быть присвоен адрес, и должна использоваться своего рода таблица маршрутизации. В таблице маршрутизации для каждой отдельной станции указаны станции, сигналы от которых необходимо принимать, а также станции, которым необходимо отправлять данные.

В РМ предусмотрено несколько настроек, которые контролируют работу алгоритма предотвращения конфликтов. Они задаются на заводе-изготовителе, поэтому алгоритм должен функционировать по месту эксплуатации безупречно. Тем не менее, при достижении оптимальной производительности для конкретной области применения необходимо учитывать следующие свойства сети.

- Топология сети: Существуют ли в сети только двухточечные соединения или в сети есть еще один или более радиороутеров? В сети с установленными маршрутизаторами все станции должны оставаться какое-то время бесшумными после каждой передачи и тем самым предоставить станции радиороутера право на отправку сообщения. Путем передачи информации на каждый РМ о том, что в сети существует только двухточечные соединения, можно сэкономить это дополнительное время ожидания и за счет этого повысить скорость обработки информации. Скорость передачи данных в приложении максимально высокая, но недостатком здесь является то, что между пакетами данных возникает больше конфликтов и функция выброса скрытого терминала отключена. См. главу 7.6 для получения более подробной информации.
- Ретрансляция на уровне протокола радиосвязи: ретрансляция может возникать на более высоких уровнях протокола (например, TCP), независимо от этого параметра. Как правило, ретрансляция на уровне протокола радиосвязи должна быть включена, если данные проходят через один или более радиороутеров или если более высокие уровни протокола не включают в себя ретрансляцию.
- Счетчик времени задержки передачи: этот счетчик рассчитывает время ожидания станции до начала передачи при условии зарезервированного радиоканала. Если сеть небольшая, показания счетчика могут быть низкими в связи с низкой вероятностью конфликтов. По мере увеличения размеров сети показания времени задержки передачи должны расти. Правильное значение необходимо определить экспериментальным путем, основываясь на количестве станций и объеме трафика.
- Порог различимости сигнала: QAM: С возможностью регулировки в диапазоне -80 ... -110 дБм. В режиме пакетной маршрутизации задержка передачи данных для радиointерфейса составляет 10 мс при условии, что распознается радиосигнал, превышающий заданное пороговое значение срабатывания. FSK: С возможностью регулировки в диапазоне -80 ... -127 дБм. Влияет только на выход линии CD в режиме последовательной связи.

- Получение данных не может быть заблокировано при помощи настроек пороговых значений сигнала.
ПРИМЕЧАНИЕ! В канале 150 кГц не предусмотрена возможность выбора Ускоренного режима.

6.6 Управление потоком данных в базовом режиме и режиме маршрутизации источника

В этой главе описываются доступные способы управления потоками данных в базовом режиме.

6.6.1 Задержка передачи

Задержка передачи может использоваться в тех случаях, когда некая ведущая станция посылает запросы в виде широковещательных сообщений сразу по адресам нескольких подстанций. Во избежание конфликта откликов от подстанций на ведущей станции можно задать разные значения задержки передачи для каждой подстанции. Это означает, что подстанция не будет отвечать на запрос до истечения интервала задержки передачи, должна быть приблизительно известна на этапе конфигурации сети во избежание реальных конфликтов на ведущей станции.

6.6.2 Квитирование

Для контроля потоков данных от/к РМ могут использоваться линии квитирования последовательного интерфейса данных. Для этой цели предусмотрены три различных линии контроля, а именно линии CTS, RTS и CD.

6.6.2.1 CTS = Готовность к приему

Линия CTS, как правило, находится в активном состоянии, а это означает, что РМ готов к получению данных от DTE. Когда РМ переводит линию в неактивное состояние, передача данных от DTE к РМ становится невозможной.

В распоряжении пользователя четыре альтернативных критерия, с помощью которых он может выбрать время перехода линии CTS в неактивное состояние. Все эти критерии поясняются в таблице ниже:

Выбор	Описание
Готовность к передаче	Переходит в неактивное состояние в следующих случаях: 1) Идет процесс получения данных. 2) В переданных данных была обнаружена пауза (конец пакета), и в буфере передачи всё ещё остаются данные. Линия переключается обратно в активное состояние, как только РМ завершает процесс передачи. 3) Существует риск переполнения буфера передачи.
Статус буфера передачи	Переходит в неактивное состояние только в тех случаях, когда есть риск переполнения буфера передачи. Как правило, это происходит в тех случаях, когда скорость передачи данных по последовательному интерфейсу превышает скорость воздуха.

6. Передача данных

Пороговое значение сигнала (RSSI) всегда включена

Переходит в неактивное состояние только в том случае, если уровень полученного сигнала выше предустановленного порогового значения.

Всегда включена

Таблица 6.1 Линия CTS в неактивном состоянии.

6.6.2.2. Запрос на передачу (RTS)

Линия RTS, как правило, находится в активном состоянии, а это означает, что DTE готов к получению данных от РМ. Когда DTE переводит линию в неактивное состояние, передача данных от РМ к DTE становится невозможной.

В распоряжении пользователя три альтернативных критерия, с помощью которых он может выбрать вариант реакции РМ на переход линии RTS в неактивное состояние. Все эти критерии поясняются в таблице ниже:

Выбор	Описание
Управление потоками	РМ продолжает процесс получения данных и буферизует полученные данные до тех пор, пока линия RTS не вернется обратно в активное состояние. Этот принцип, как правило, используется в тех случаях, когда скорость DTE является недостаточно высокой для получения всех данных. Размер буфера приемника составляет примерно 1,6 кбайт. Эти параметры необходимо проверить по каждой версии программного и аппаратного обеспечения, при наличии критических требований со стороны приложения.
Контроль получения	РМ останавливает весь процесс получения.
Игнорировать	Статус линии RTS вообще не соблюдается.

Таблица 6.2 Линия RTS в неактивном состоянии.

6.6.2.3 CD (Обнаружение несущей)

В распоряжении пользователя три альтернативных критерия, с помощью которых он может выбрать время перехода линии в активное состояние. Все эти критерии поясняются в таблице ниже:

Выбор	Описание
Пороговое значение мощности сигнала (RSSI)	Активный, если полученный сигнал превышает предустановленное пороговое значение.
Данные о канале	Активный, если идет процесс получения данных.
Всегда включена	Линия всегда в активном состоянии.

Таблица 6.3 Линия CD в неактивном состоянии.

Это зависит от реакции DTE на данные, полученные от линии DC.

6.6.3 Контроль ошибок

В РМ предусмотрен механизм проверки ошибок: циклический контроль резерва (CRC).

Пользователь может воспользоваться циклическим контролем резерва для перехода в режимы ВКЛ. и ВЫКЛ. Передатчик рассчитывает на основании всего потока отправленных данных контрольную сумму и прибавляет ее к концу данных. Недостатком здесь является то, что задержка увеличивается на время передачи всего пакета.

Основное правило, которым нужно руководствоваться при контроле ошибок:

- если важно убедиться в том, что данные корректны, но задержка не является критичной: Количество разрешенных недопустимых символов неприменимо.
- Если важно убедиться в том, что данные корректны, но задержка не является критичной: Выключите CRC и в разделе количество разрешенных недопустимых символов выберите "ноль".
- Если каждый полученный символ корректный, то это не критично: переключите CRC в положение ВЫКЛ. и выберите в разделе "Количество разрешенных недопустимых символов" некое приемлемое число, например, 10.

6.6.4 Длительность паузы

Стандартная длительность паузы, интерпретируемой как конец сообщения - это три символа. Однако системы, установленные во многих DTE и работающие не в реальном времени, легко добавляют случайные паузы в поток данных. В этом случае эти паузы рассматриваются как точки прерывания по сообщениям в РМ. Для решения этой ситуации был введен параметр "длина паузы": этот параметр должен превышать паузу наихудшего сценария в потоке данных. Поток данных от DTE должен в этом случае учитывать эти параметры: РМ не распознает паузы короче значения длины паузы.

7. Настройки

7. Настройки

Как упоминалось в главе 5.4, настройки можно просмотреть и изменить при помощи ПО SATEL NMS PC или пользовательских интерфейсов ЦМ. Описание настроек было приведено в предыдущих главах наряду с общими описаниями различных функций. Ниже представлена сводная информация по всем пользовательским параметрам и способами их организации в группы.

7.1 Режимы сетевого протокола

Как уже пояснялось в начале главы 6, РМ можно настроить на работу в следующих режимах сетевого протокола:

- Основной приоритет передачи
- Основной приоритет получения
- Основной - Ретранслятор
- Маршрутизация по источнику - ведущее устройство (поддерживается в FSK-модуле)
- Маршрутизация по источнику - ведомое устройство (поддерживается в FSK-модуле)
- Маршрутизация пакетов

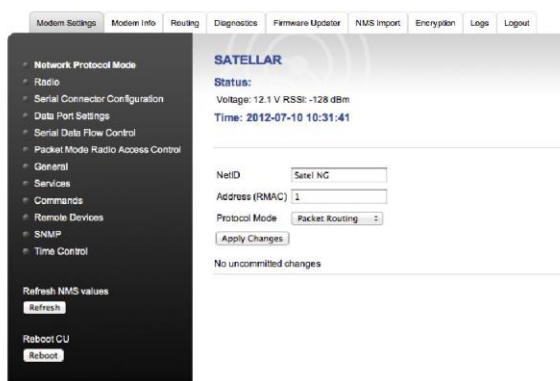


Рисунок 7.1: Вид настроек сетевого протокола; Веб-интерфейс

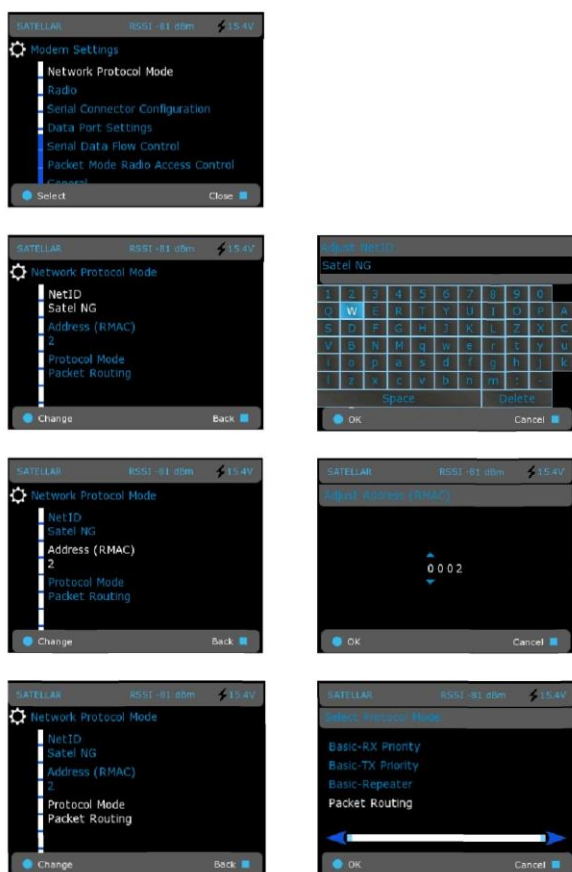


Рис. 7.2 Настройки модема Режим сетевого протокола; в интерфейсе ЦМ

7.1.1. Адрес станции и идентификатор сети

Если РМ настроен на работу в режиме пакетной маршрутизации или маршрутизации по источнику, РМ должен быть присвоен адрес. Адрес можно выбирать полностью по своему усмотрению, в диапазоне от 1 до 4093: см. рис. 7.1 и 7.2.

Идентификатор сети используется для того, чтобы отличить друг от друга близко расположенные сети. Идентификатор сети - это строка с максимальной длиной в восемь символов.

7. Настройки

7.2 Параметры радиосвязи

Частота приема	Частота приемника в МГц, например, 451.106250 МГц: может регулироваться при помощи цифрового редактора.
Частота передачи	Частота передатчика в МГц, например, 451.106250 МГц: может регулироваться при помощи цифрового редактора.
Выходная РЧ мощность	Выходная РЧ мощность в мВт. Регулируется в диапазоне 0,1- 5 Вт. (в QAM-модуле эти значения являются пиковыми)
Порог различимости сигнала	Полученный порог различимости сигнала используется в квитировании и пакетном режиме управления доступом к среде (главы 6.6.2 и 6.5.1).
Беспроводное шифрование	Может быть либо ВЫКЛ., либо ВКЛ. Помимо этого, можно выбрать AES128/AES256.
Упреждающая коррекция ошибок	Может быть выбрана из предустановленного списка ВЫКЛ., интенсивность 67% и интенсивность 50%. Упреждающая коррекция ошибок используется совместно с чередованием. См. главу 5.2 для получения более подробной информации.
Решетчатое кодирование	Можно перевести в режим ВКЛ. или ВЫКЛ. См. главу 5.2 для получения более подробной информации
Разнос каналов	Радиомодуль FSK: 12,5, 25, 150 кГц. QAM-радиомодуль: 6,25, 12,5, 25 кГц
Скорость воздуха	Может быть выбрана из предустановленного списка, который зависит от выбранного разнеса каналов и доступных методов модуляции, как описано в главе 5.2. Если меняется разнос каналов, скорость воздуха должна тоже измениться.

Таблица 7.1 Настройки модема. Радиомодуль

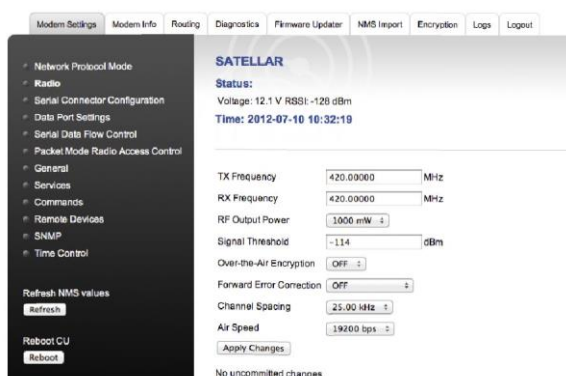


Рисунок 7.3: вид настроек радиопараметров; Веб-интерфейс



Рисунок 7.4 Настройки модема. Радиомодуль; в интерфейсе ЦМ

7.3 Конфигурация последовательного порта

Выбранный здесь параметр становится активным, в независимости от того, включен ли РМ. При изменении параметров нажатием функциональной кнопки, как изложено в разделе 5.6, эти параметры снова становятся активными, если нажать функциональную кнопку и удерживать ее менее одной секунды. Предусмотрены следующие варианты конфигурации, доступные в виде опций:

Радиомодуль с интерфейсом RS-232, с квити́рованием

Можно выбрать из предустановленного списка:

- UART-данные микроконтроллера (данные и NMS) к SATBUS (стандартные настройки, если РМ постоянно работает с ЦМ).
- Передача UART-данных на радиомодуль D9 RD/TD (стандартный интерфейс RS-232, стандартные параметры, если РМ работает в прозрачном режиме передачи данных).
- Передача UART-данных на радиомодуль D9 RD/TD - от NMS на DTR/DSR (передача данных по интерфейсу RS-232 методом квитирования, требуется синхронный мониторинг с использованием NMS).
- Передача UART-данных на радиомодуль D9 RD/TD - от NMS на RTS/CTS (передача данных по интерфейсу RS-232 без квитирования, альтернатива предыдущим настройкам).
- Передача UART-данных на радиомодуль D9 RD/TD - от NMS на SATBUS (стандартный интерфейс RS-232, требуется использование ЦМ в качестве конфигуратора).
- Передача UART-данных от микроконтроллера (данные и NMS) на SATBUS с CAN.

Радиомодуль с интерфейсом RS-422/-48S/-232, без квити́рования

Можно выбрать из предустановленного списка:

- RS-422
- RS-485
- RS-232 (только RD.TD&SGND)

В последней модели не предусмотрена функция одновременной обработки данных и NMS. Тем не менее, последовательный порт можно сконфигурировать на получение NMS-сообщений в автономном режиме, как описывается в разделе 5.6.

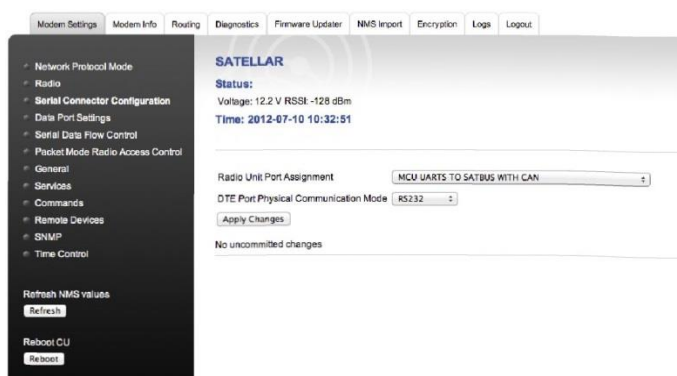


Рисунок 7.5 Вид конфигуратора последовательного порта Веб-интерфейс

7. Настройки



Рисунок 7.6 Настройки модема, конфигурация последовательного порта; в интерфейсе ЦМ

7.4 Настройки порта передачи данных

Ограничения касаются только прозрачного режима и режима маршрутизации по источнику. См. более подробную информацию в разделе 5.1. Последовательные данные, стр. 24.

Скорость передачи данных	1200*, 2400*, 4800*, 9600, 19200, 38400, 57600 и 115200 бит/с
	*) Поддерживается только в FSK-моделях
Количество битов данных	8 бит
Проверка четности	Без проверки четности, четные и нечетные
Число стоповых битов	1 бит

Таблица 7.2 Настройки модема, настройка порта данных

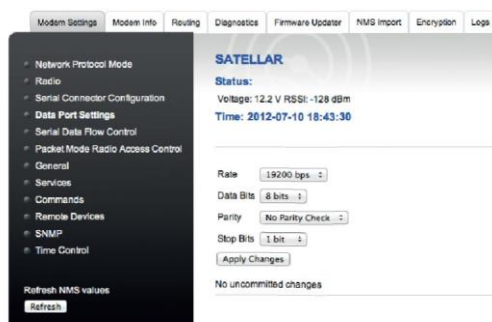


Рисунок 7.7 Вид настройки порта данных Веб-интерфейс



Рисунок 7.8 Настройки модема, настройка порта данных в интерфейсе ЦМ

7.5 Управление потоком данных через последовательный порт

Задержка передачи	0 - 65535 мс. Для получения более подробной информации - см. раздел 6.6.1.
Контроль ошибок	CRC: ВКЛ. или ВЫКЛ. Для получения более подробной информации - см. раздел 6.6.3. Максимальное количество принятых ошибок: Для получения более подробной информации - см. раздел 6.6.3.
Линии квитирования	CTS: Можно выбрать из предустановленного списка Готовность к передаче, Состояние буфера передачи, RSSI пороговый и Всегда включено. Для получения более подробной информации - см. раздел 6.6.2. RTS: Для получения более подробной информации - см. раздел 6.6.2. CD: Для получения более подробной информации - см. раздел 6.6.2.
Длительность паузы	3- ... 255 байт. Для получения более подробной информации - см. раздел 6.6.4.

Таблица 7.3 Настройки модема, управление потоком данных через последовательный порт

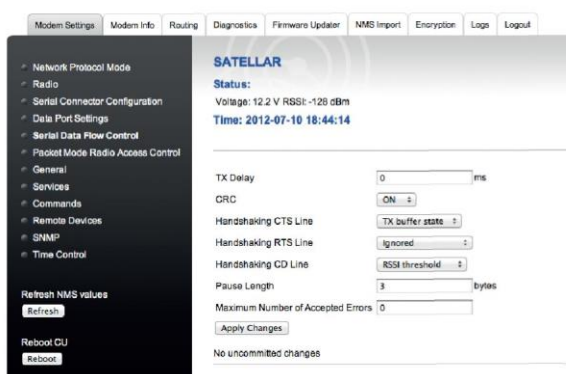


Рисунок 7.9 Вид системы управления потоком данных через последовательный порт Веб-интерфейс



Рисунок 7.10 Настройки модема. Управление потоком данных через последовательный порт в интерфейсе ЦМ

7. Настройки

7.6 Управление радиодоступом в пакетном режиме

Система управления радиодоступом к пакетному режиму кратко изложена в главе 6.5.1.

Характеристика	Интерпретация	Подблок	NMSID
Топология сети *) / квитирование*)	FSK-модели (топология сети) Двухточечный режим**: Рекомендовано для радиосетей, в которых все радиомодемы находятся в пределах взаимного радиоохвата и необходимо предотвращать конфликты для радиоинтерфейса. На уровне радио ретрансляцию данных можно перевести в режим ВКЛ/ВЫКЛ. С уровнем радио RTS+CTS, функция квитирования. Режим ретранслятора: Рекомендовано для радиосетей, в которых прямая передача данных от одних радиомодемов до других невозможна. На уровне радио ретрансляцию данных можно перевести в режим ВКЛ/ВЫКЛ. С RTS+CTS, функция квитирования. Длительная реакция CTS на получающем радиомодуле, принимаемая в скрытых терминалах, в которых часть радиосети не может получить исходное RTS-сообщение. Ускоренный режим - режим: только для радиосетей с ограниченным количеством устройств, когда предупреждение конфликтов в радиоинтерфейсе учитывается в другой части системы. Без ретрансляции данных в уровне радиосети, без квитирования в уровне радиосети. Квитирование уровня радиосети всегда выполняется с использованием 2FSK-модуляции, независимо от скорости воздуха, выбранной пользователем. Квитирование уровня радиосети не отображается при помощи светодиодных индикаторов TX/RX. QAM-модели (квитирование) Режим HS Выключено: Уведомление о запуске, отправляемое передатчиком. Квитирование уровня радиосети: CTSS > DATA>ACK (если функция ретрансляции активирована в модуле-передатчике). Режим HS Включено: Уведомление о начале передаче подтверждается квитированием получаемого уровня радиосети: RTS -> CTS -> DATA -> AC K (если функция ретрансляции активирована в модуле-передатчике). Ретрансляция RTS всегда включена. CTS-сообщение получается также и в других радиорутерах радиосети для сценариев "скрытого терминала" в тех случаях, когда часть радиосети не может получить исходное RTS-сообщение. Квитирование на уровне радиосети всегда производится с выбранной QAM-модуляцией. Ретрансляция данных на уровне радиосети возможна в обоих случаях. Сообщения о квитировании содержат информацию, "зарезервированную для каналов". Квитирование уровня радиосети отображается при помощи светодиодных индикаторов TX/RX.	0	1.430

Ретрансляция (радиомодуль, работающий в пакетном режиме)	FSK-модели - Ретрансляция данных и RTS в режимах двухточечных линий связи и сетей ретрансляторов. - Во включенном состоянии RTS-сообщение ретранслируется не более 4 раз, данные не более 2 раз. - Процесс ретрансляции, выполненный после установки на счетчике максимального времени задержки передачи. QAM-модели -Ретрансляция для данных в уровне радиосети. -Во включенном состоянии маршрутизатор радиосети выполняет ретрансляцию согласно скорректированному лимиту времени (см. время истечения срока действия пакетов). - Ретрансляция выполняется после макс. длины пакетов данных, если сообщения RTS/CTS/ ACK в радиосети не распознаются. -Могут задаваться разные параметры для радиорутеров в радиосети.	0	1.2003
Счетчик задержки передачи (радиомодуль, работающий в пакетном режиме)	Определяет время ретрансляции для сообщений квитирования уровня радиосети при занятом радиоканале. FSK-модели**): необходимо установить одинаковые параметры для всех устройств радиосети. - в ускоренном режиме - выбор режима, случайный выбор выполняется всегда в тех случаях, когда время задержки передачи больше нуля. QAM-модели -Для радиорутеров в радиосети могут задаваться разные параметры - Модем принимает решение о том, нужно ли блокировать значение бинарной смещенной несущей. Приоритет (изгиб передачи) повышается при каждом пропущенном изгибе передачи (учитываются только оставшиеся значения бинарной смещенной несущей в следующем интервале случайного выбора для того же пакета данных).	0	1.2040
Время истечения срока действия пакетов (радиомодуль, работающий в пакетном режиме) ПРИМЕЧАНИЕ! Только в моделях с QAM-модуляцией!	0 (мс)*. Рекомендуется установить значение, отличное от заводских параметров, например, 1000 (мс) - Ретрансляция данных в уровне радиосети (если включен) и макс. период отправки запроса на передачу (RTS) при занятой радиосети. - ПРИМЕЧАНИЕ! Заданное время увеличивается, если ретранслирующий радиомодуль обнаруживает другую передачу в радиосети и вынужден перейти в режим ожидания.	0	1.365

*) Настройка по умолчанию

**) ПРИМЕЧАНИЕ! Настройки должны быть заданы одинаково для всех радиомодемов в одной и той же радиосети.

RTS = запрос на передачу

CTS = готовность к передаче

ACK = подтверждено для пакета данных

7. Настройки



Рисунок 7.11: управления радиодоступом в пакетном режиме; FSK-модель посредством пользовательского веб-интерфейса

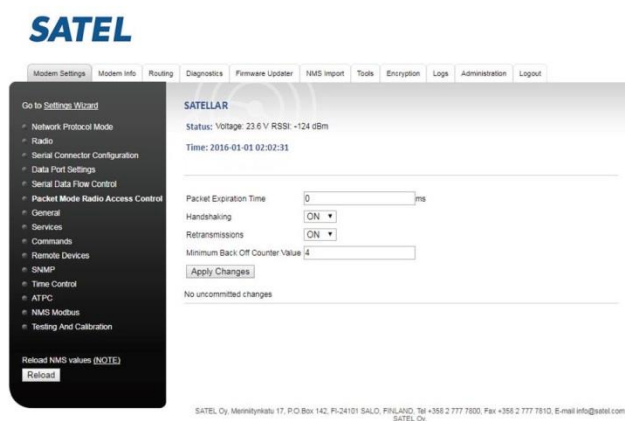
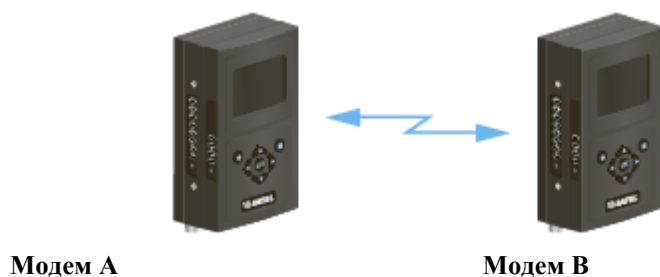


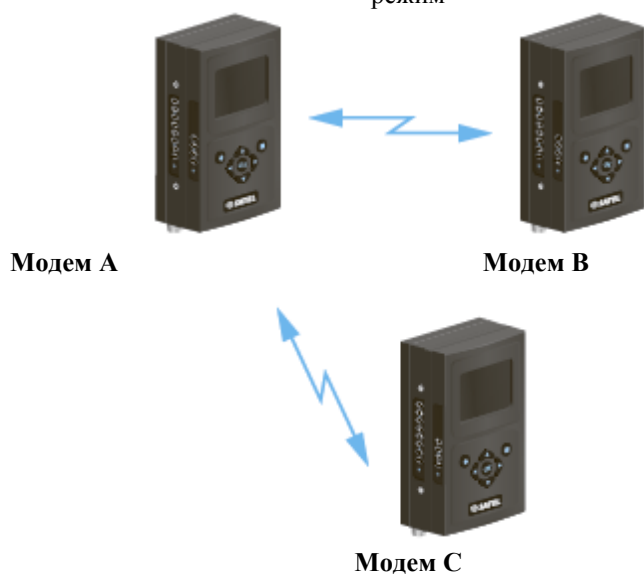
Рисунок 7.12: управление радиодоступом в пакетном режиме; QAM-модель посредством пользовательского веб-интерфейса



Топология сети: Настройки ретранслятора:
Ретранслятор



Топология сети: Настройки двухточечной линии
связи: Двухточечная линия связи или ускоренный
режим



Топология сети: Настройки - ведущее - ведомое
устройство: Двухточечная линия связи или
ускоренный режим

Рисунок 7.13 Примеры топологий сети и соответствующих настроек на примере FSK-модуля. Обратитесь в SATEL для получения подробной информации о рекомендуемых параметрах рабочего режима.

8. Аксессуары

8. Аксессуары

РМ поставляется в комплекте со следующими аксессуарами:

- Разъем постоянного тока
- Защитная кабельная оболочка для разъема постоянного тока
- Руководство пользователя

Специальный переходник для DIN-рейки SATELLAR и комплект для настенного монтажа можно заказать дополнительно. Если РМ используется в качестве автономного устройства, он может поставляться в комплекте с пластмассовой передней крышкой.

9. Заявления о программном обеспечении SATEL с открытым исходным кодом

ВСЁ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ, используемое в данном продукте, распространяется БЕЗ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ и находится под защитой авторских прав одного или нескольких соответствующих владельцев.

9.1 Шифрование по улучшенному стандарту шифрования (AES)

Этот продукт включает в себя криптографическое ПО "Усовершенствованный стандарт шифрования" Авторские права на реализацию усовершенствованного механизма шифрования (AES) (с) 1998-2008 гг., Брайан Гладман, Вустер, Великобритания (Brian Gladman, Worcester, UK). Все права защищены.

Лицензионные условия

Дальнейшее распространение и использование данного программного обеспечения (без или с внесением изменений) допускается без оплаты вознаграждения или роялти при условии, что:

1. Комплект поставки файлов исходного кода включает вышеназванное уведомление об авторских правах, данный список условий и нижеприведенный отказ от ответственности
2. Комплект поставки в виде двоичных файлов включает вышеназванное уведомление об авторских правах, данный список условий и нижеприведенный отказ от ответственности.
3. Запрещается использовать имя правообладателя для одобрения продуктов, созданных с использованием этого программного обеспечения, без прямого письменного разрешения.

Заявление об ограничении ответственности

Настоящее программное обеспечение поставляется в состоянии "как есть", без каких-либо явных или подразумеваемых гарантий в отношении его характеристик, а также, помимо прочего, без гарантий точности и/или пригодности для целей применения.

10. Устранение неисправностей

10. Устранение неисправностей

10.1 Коды ошибок

В случае возникновения ошибки на дисплее РМ появляется сообщение об ошибке для пользователя в виде пятизначного бинарного числа. Светодиодные индикаторы медленно мигают, примерно один раз в секунду, попеременно между всеми включенными индикаторами и кодом ошибок "по состоянию". LSB (наименее значимый бит) в PWR , а MSB (наиболее значимый бит) в CTS. Кроме того, по самому верхнему светодиодному индикатору (RX) можно определить процессор, создающий отчет об ошибке. Если светодиодный индикатор RX не горит, значит, отчет об ошибке генерируется главным процессором, если индикатор горит, то отчет об ошибке создается сигнальным процессором. Коды ошибок представлены в таблице ниже.



Наименование:	Описание	Код	Св	Необходимое действие
			ет	
			од	
			но	
			дн	
			ая	
			ин	
			ди	
			ка	
			ци	
			я	
ERROR_CAT_FPGA_ВЕРСИЯ	FPGA не совместима с версией встроенного программного обеспечения	0 0001 (1)		Перейдите на предыдущую версию встроенного ПО. Если это сделать невозможно, то устройство необходимо отдать в ремонт.

Наименование:	Описание	Код	Светодиодная индикация	Необходимое действие
ERROR_CAT_FPGA_COMM	Ошибка на линии связи FPGAMCU	0 0010 (2)		Перейдите на предыдущую версию встроенного ПО. Если это сделать невозможно, то устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_BOARD_VERSION	Версия PWB не совместима с версией встроенного программного обеспечения	0 0011 (3)		Перейдите на предыдущую версию встроенного ПО. Если это сделать невозможно, то устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_HW_INIT_ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ	Проблема с инициализацией HW (за исключением проблем, связанных с памятью)	0 0100 (4)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_VOLTAGE	По некоторым параметрам напряжения системой внутреннего контроля напряжения были обнаружены значения, выходящие за установленный диапазон.	0 0101 (5)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_PA_CURRENT_HIGH	Ток усилителя РЧ мощности превысил пороговое значение, и передатчик был отключен во избежание повреждения электронных компонентов.	0 0110 (6)		а) Проверьте согласование импедансов антенн и, по мере необходимости, оптимизируйте согласование б) Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_PA_TEMPERATURE_HIGH	Температура усилителя РЧ мощности превысила пороговое значение, и передатчик был отключен во избежание повреждения электронных компонентов.	00111 (7)		а) Возможно, температура слишком высокая. б) Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.

10. Устранение неисправностей

Наименование:	Описание	Код	Светодиодная индикация	Необходимое действие
ERROR_CAT_PLL_LOCK	Синтезатор радиочастоты не был заблокирован, и отсутствует возможность передачи или получения радиоданных.	0 1000 (8)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_RAM_ПРОВЕРИЛ	Не удалось выполнить проверку RAM (оперативной памяти) в процессе инициализации.	0 1001 (9)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_SW_СБОЙ_1	Программный сторож инициировал перезагрузку в результате программного сбоя.	0 1010 (10)		Никакие действия не требуются. Если проблема возникает неоднократно, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_SW_СБОЙ_2	ПО распознало ошибку и перешло в состояние ошибки	0 1011 (11)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_NVM_COMM	Отсутствует доступ к энергонезависимой памяти.	0 1100 (12)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_NVM_НЕИНИЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ	По причине внутренней ошибки энергонезависимая память перешла в бесформатное состояние.	0 1101 (13)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.

Наименование:	Описание	Код	Светодиодная индикация	Необходимое действие
ERROR_CAT_NVM_НАСТРОЙКА	Недопустимое значение в пользовательских или других настройках.	0 1110 (14)		Просмотрите пользовательские настройки, чтобы найти любое недопустимое значение. При наличии таковых перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_NVM_ПОВРЕЖДЕНО	Поврежденная энергонезависимая память	01111 (15)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_INTER_PROCESSOR_COMM	Ошибка внутренней связи между процессорами MCU и DSP.	1 0000 (16)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_INTERRUPT_SUBUNIT_COMM	Проблема со связью между подблоками, например,	1 0001 (17)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_SUBSYSTEM_USB_HOSTUSB	Ошибка в хост-системе	10010 (18)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, устройство необходимо отдать в ремонт.
ERROR_CAT_SUBSYSTEM_SERIAL_PORT	Ошибка во внешнем последовательном интерфейсе	10011 (19)		Перезагрузите устройство. Если проблема сохранилась, убедитесь, что ошибка произошла не в DTE. Если, по всей видимости, ошибка произошла в РМ, устройство необходимо отдать в ремонт.

Таблица 10.1 Коды ошибок согласно светодиодной индикации

10. Устранение неисправностей

10.2 Проблемы соединения

Существуют несколько факторов, которые могут ухудшать качество соединения. В целом, можно сказать, что, как правило, в сети есть много сценариев, как на уровне аппаратного, так и программного обеспечения, которые оказывают определенное влияние на общую эффективность.

Одним из сценариев, позволяющим предотвратить трафик, является межсетевой защитный экран. На примере TCP клиент SATE LLAR пытается отправить TCP-сообщения на некое конечное устройство. Если это устройство имеет встроенный межсетевой экран, блокирующий сообщения от заданного порта, передача, конечно же, не происходит. Одним надежным критерием такого сценария является последовательность мигания светодиодных индикаторов радиомодуля. Как правило, при отправке сообщения Ping, например, сначала мигает светодиодный индикатор передачи, затем мигает индикатор получения, и те же самые действия выполняются, в основном, при отправке TCP-сообщений.

Даже приемная сторона не имела приложения для прослушивания сообщений. В передающем устройстве должна быть предусмотрена функция надлежащей отправки сообщений получающей стороне. Если, например, выставлена конфигурация по умолчанию, т.е. счетчик повторов равен 5, интервал составляет 1000 мс, светодиоды в радиомодуле должны мигнуть 5 раз с интервалом в 1 секунду в тех случаях, когда сигналы от них не получает ни одно приложение. Это означает, что SATELLAR может устанавливать соединение с TCP-стеком целевого устройства даже тогда, когда ни одно приложение по факту не принимает сообщения. Другие опции - это, например, анализ трафика при помощи специальной программы-анализатора Wireshark или проверка портов при помощи Netcat (nc).

Но если мигание светодиода носит несистемный характер согласно описанию, проявляется скорее нерегулярно и интервал имеет тенденцию к увеличению, то могут возникать проблемы с межсетевым экраном целевого устройства. В этом случае необходимо проанализировать конфигурацию межсетевого экрана целевого устройства.

В заключение, несколько практических правил:

- передача сообщений на целевое устройство должна завершаться успешно даже в тех случаях, когда сообщения не "прослушиваются" ни одним приложением. Об этом можно судить, например, по миганию светодиодных индикаторов.
- целевое устройство должно иметь заданные порты, открытые в межсетевом экране для связи.
- Ping - это отличный инструмент диагностики сети, но даже если ping успешно проходит между устройствами, это не является гарантией того, что все остальные соединения будут работать. Существуют различные инструменты, например, утилита netcat, которые проверяют статус заданных портов.

11. Инструкции по выбору настроек

11.1 Настройки модема

Меню	Подменю	Значение (* = по умолчанию)	
Сеть	Идентификатор сети	Satel NG * (не более 8 символов)	
	Протокол	0001 *(1 -4093)	
	Режим	Основной - Приоритет RX (получение) Основной - Приоритет TX (передача) Основной - Ретранслятор Маршрутизация пакетов* Маршрутизация, ведущее устройство	
		Источник	Маршрутизация по источнику, ведомое устройство
	Поддержка размера сети	0 = небольшая сеть (до 150 модемов) 1 = большая сеть (до 4000 модемов)	
Радио	Частота передачи	460.000000 МГц (зависит от конфигурации аппаратного обеспечения : t)	
	Частота приема	460.000000 МГц (зависит от конфигурации аппаратного обеспечения: t)	
	Выходная РЧ мощность	FSK-модуль: 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 1,2 и 5 Вт * QAM-модуль: 0,1, 0,2, 0,5, 1,2 и 5 Вт* (пиковые значения мощности)	
	Порог различимости сигнала	FSK: - 118 дБм. С возможностью регулировки в диапазоне -80 ... - 127 дБм QAM: -НОдВм. С возможностью регулировки в диапазоне -80 ...	
	Беспроводное шифрование	ВЫКЛ*/ВКЛ	
	Упреждающая коррекция ошибок	Решетчатое кодирование	ВЫКЛ*/ВКЛ
	Кодировка		
	Разнос каналов	FSK-модуль: 12,5, 25*, 150 кГц QAM-модуль: 6,25, 12,5, 25* кГц	
	Скорость воздуха/ FSK-модуль	12,5 кГц 25 кГц	150 кГц
	4-FSK	9600 - 19200 бит/с	115200 бит/с
	8-FSK	14400 - 28800 бит/с	172800 бит/с
	16-FSK	19200 - 38400 бит/с	230400 бит/с
	Скорость воздуха/ QAM-модуль	6,25 кГц 12,5 кГц	25 кГц
	2-QAM	4680 - 10080 бит/с	20160 бит/с
	4-QAM	9360 - 20160 бит/с	40320 бит/с
	8-QAM	14040 - 30240 бит/с	60480 бит/с
	16-QAM	18720 - 40320 бит/с	80640 бит/с
	32-QAM	23400 - 50400 бит/с	100800 бит/с
	64-QAM	28080 - 60480 бит/с	120960 бит/с

11. Инструкции по выбору настроек

Меню	Подменю	Значение (* = по умолчанию)
Серийный Разъем	Порт радиомодуля	НЕТ
	Задача	ПЕРЕДАЧА UART-ДАННЫХ НА РАДИОМОДУЛЬ D9 RD/TD
		ПЕРЕДАЧА UART-ДАННЫХ НА РАДИОМОДУЛЬ D9 RD/TD - NMS K D9 DTR/DSR
		ПЕРЕДАЧА UART-ДАННЫХ НА РАДИОМОДУЛЬ D9 RD/TD - NMS K D9 RTS/CTS
Конфигурация		ПЕРЕДАЧА UART-ДАННЫХ НА РАДИОМОДУЛЬ D9 RD/TD -NMS K SATBUS
		ПЕРЕДАЧА UART-ДАННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА НА SATBUS C CAN *
	Физический порт DTE	RS-232, RS-422, RS-485, FD-RS-485
	Режим связи	
Порт данных Настройки 1)	Скорость передачи	9600* (1200-460800) бит/с
	Биты информации	7,8* бит
	Проверка четности	Без проверки четности*, четные, нечетные
	Стоповые биты	1* бит
Последовательный интерфейс передачи данных	Задержка передачи	0 * (0 - 65535)
	Циклический избыточный код	Выкл-Вкл *
	Линия квитирования CTS	Готовность к передаче, Статус буфера передачи *, Показатель уровня принимаемого сигнала, Всегда ВКЛЮЧЕНО
	Линия квитирования RTS	Игнорирование*, управление потоками данных, управление получением
Управление потоками данными	Линия квитирования CD	Порог значения индикации уровня принимаемого сигнала*, данные на канале, всегда ВКЛЮЧЕНО
	Длительность паузы	3 байта* (3-255)
	Максимальное количество	0 * (0 -255)
	Принятые ошибки	
Пакетный режим	Топология сети/квитирование	Двухточечная линия связи*, ретранслятор, ускоренный режим ВКЛ., ВЫКЛ.
Радиодоступ Управление	Ретрансляция	Выкл-Вкл *
	Счетчик времени задержки передачи	8 * (4 - 63)
	Время истечения срока действия пакетов	0 (мс)

ПРИМЕЧАНИЕ! Выбор ускоренного режима не доступен в канале с частотой 150 кГц.

1) См. подробную информацию в разделе 5.1 Последовательный интерфейс передачи данных, стр. 24

SATEL Oy
Меринийтынкату 17, п/я 142
FI-24101 Salo, Finland
Тел.: +358 2 777 7800
info@satel.com
www.satel.com

"CATEL" (SATEL)

НАДЕЖНАЯ СВЯЗЬ В КРИТИЧЕСКИХ ОБЛАСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ