

ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИЕ
МОДУЛИ
SATELLINE-M3-TR3 И -TR4

РУКОВОДСТВО ПО
ИНТЕГРАЦИИ

Версия 2.2

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 запрещены.

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 ответственности 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 2017 г.

Авторское право: 2017 SATEL Oy

Воспроизведение, хранение в поисковых системах, передача в какой-либо форме или какими-либо средствами любых частей данного документа без предварительного письменного разрешения компании SATEL Oy запрещены.

ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Приемопередающие модули SATELLINE-M3-TR3 и -TR4 предназначены для работы на частоте 403-473 МГц; точное применение частот в разных регионах и/или странах отличается. Пользователь приемопередающего модуля 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 на то разрешения.

Эксплуатация модулей SATELLINE-M3-TR3 и -TR4 разрешена в нижеперечисленных 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.

Обозначение стран: AT (Австрия), BE (Бельгия), BG (Болгария), CA (Канада), CH (Швейцария), CY (Кипр), CZ (Чехия), DE (Германия), DK (Дания), EE (Эстония), ES (Испания), FI (Финляндия), FR (Франция), GB (Великобритания), GR (Греция), HU (Венгрия), IE (Ирландия), IS (Исландия), IT (Италия), LT (Литва), LU (Люксембург), LV (Латвия), MT (Мальта), NL (Нидерланды), NO (Норвегия), PL (Польша), PT (Португалия), RU (Россия), RO (Румыния), SE (Швеция), SI (Словения), SK (Словакия), US (США).

ВНИМАНИЕ! Пользователи приемопередающих модулей SATELLINE-M3-TR3 и -TR4 в странах Северной Америки должны помнить о том, что частотный диапазон 406,0 - 406,1 МГц предоставлен в распоряжение исключительно правительственным учреждениям и эксплуатация приемопередающего модуля в этом диапазоне частот без соответствующего разрешения строго запрещается.

ВНИМАНИЕ! - Воздействие радиочастотного излучения

Для соответствия требованиям Федеральной комиссии связи США (FCC) и Министерства промышленности Канады (IC) к воздействию радиочастотного излучения максимальное усиление антенны должно составлять 14 дБи, а минимальное расстояние между антенной данного устройства и людьми должно составлять не менее 1 м. Прибор не должен располагаться совместно или работать в сопряжении с другой антенной или передатчиком.

Требования к маркировке главного устройства

Модули SATELLINE-M3-TR3 и -TR4 предназначены для интегрирования в главное устройство (хост). Поэтому, на корпусе главного устройства должны быть указаны идентификационные номера устройств SATELLINE-M3-TR3 и -TR4 в соответствии с системой нумерации Федеральной комиссии связи США (FCC ID) и Министерства промышленности Канады (IC ID) :

FCC ID: MRBSATEL-TA23

IC ID: 2422A-SATELTA23

Данное руководство по интеграции применяется к комбинации версий встроенного программного обеспечения/ аппаратного обеспечения, приведенных в таблице ниже. Последние версии встроенного программного обеспечения и руководства по интеграции можно найти на веб-сайте www.satel.com.

Версия программного обеспечения	Версия аппаратного обеспечения	Примечание!
07.22.2.0.2.4	SPL0020d,6	с 12.08.2013
07.22.2.0.3.2	SPL0020d,7	с 01.10.2013

ЗАЯВЛЕНИЕ О СООТВЕТСТВИИ ПРОДУКЦИИ НОРМАТИВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ

Настоящим компания SATEL Оу заявляет о том, что приемопередающие модули SATELLINE-M3-TR3 и –TR4 полностью соответствуют всем основным требованиям (производительности, электромагнитной совместимости и электрической безопасности) и другим соответствующим положениям Директивы 1999/5/ЕС. На этом основании на оборудование была нанесена нижеуказанная маркировка CE (знак соответствия). Знак восклицания в маркировке информирует пользователя о том, что рабочий диапазон частот устройства не является согласованным для всей обслуживаемой территории, и перед использованием модуля необходимо обратиться в местное учреждение (орган) распределения частот.

CE0598!

DECLARATION of CONFORMITY

In Accordance with
1999/5/EC Directive

of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment
and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their
conformity

Doc No: SATEL-DC-RTTE-111
Manufacturer: SATEL Oy
Address: POB 142, (Meriniitynkatu 17), 24101 Salo, Finland

Products :	Type	Model
	SATEL-TA23	SATELLINE-M3-TR3 SATELLINE-M3-TR4

We, the manufacturer of the above-mentioned products, hereby declare that these products conform to the essential requirements of the European Union directive 1999/5/EC and 2011/65/EU. This Declaration of Conformity is based on the following documents:

Doc. No	Type of Product	Test Specification	Laboratory / Date of Issue
240161E	SATELLINE-M3-TR3	EN 301 489-1 V1.9.2, -5 V1.3.1	NEMKO / Finland 29.08.2013
240161R	SATELLINE-M3-TR3	EN 300 113-2 V1.5.1	NEMKO / Finland 26.06.2013
240161S	SATELLINE-M3-TR3	EN 60950-1:2006+A11:2009 +A1:2010+A12:2011EN	NEMKO / Finland 04.09.2013
280186-1	SATELLINE-M3-TR4	EN 300 113-2 V1.5.1	SGS Fimko / Finland 10.06.2015

Salon on the 16th of June, 2015

SATEL Oy


JT Bergqvist
CEO

SATEL Oy
PO.Box 142, FI-24101 SALO, FINLAND
Street: Meriniitynkatu 17, FI-24100 SALO, FINLAND
Tel: +358 2 777 7800, Fax: +358 2 777 7810
E-mail: info@satel.com, www.satel.com

 **SATEL**®
WIRELESS WORLD – LOCAL SOLUTION



ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА И ИНСТРУКЦИИ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Прежде чем приступить к эксплуатации изделия, внимательно ознакомьтесь с настоящими инструкциями по технике безопасности:

- Гарантия аннулируется в случае нарушения пользователем правил эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве.
- Эксплуатация приемопередающего модуля 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 требования и указания, изложенные в данном руководстве. залогом безотказной и безопасной эксплуатации устройств является соблюдение следующих условий: технически правильная транспортировка, надлежащее хранение, эксплуатация и погрузка-разгрузка. Это также относится и к техническому обслуживанию устройств.

СОДЕРЖАНИЕ

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	1
ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	2
ЗАЯВЛЕНИЕ О СООТВЕТСТВИИ ПРОДУКЦИИ НОРМАТИВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	3
ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА И ИНСТРУКЦИИ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ	5
СОДЕРЖАНИЕ	6
1 ВВЕДЕНИЕ	8
1.1 Термины и сокращения.....	8
1.2 Описание изделия	8
1.3 Разъем DTE	9
1.4 Порядок контактов разъема DTE.....	10
1.5 Интерфейс антенны.....	12
2 МЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....	13
2.1 Подсоединение модуля к главному устройству	13
2.2 Описание монтажных контактов на панели главного устройства	13
3 ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ С ПОМОЩЬЮ КОМАНД SL.....	14
3.1 Команды SL	14
3.2 Режим команды SL.....	14
4 РЕЖИМЫ РАБОТЫ	16
4.1 Безопасный режим.....	16
4.2 Сценарии включения/выключения питания	16
4.3 Режим ожидания	17
4.4 Режим экономии электроэнергии.....	17

4.5	Перезапуск	18
5	ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЗАПУСКА И ОСТАНОВКИ	19
5.1	Последовательность запуска	20
5.2	Последовательность остановки	20
5.3	Контакт Stat	21
5.4	Контакт обслуживания (Service).....	21
6	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	22
6.1	Абсолютные максимальные значения (*	25
6.2	Электрические характеристики цепи постоянного тока.....	25
7	ЗНАЧЕНИЯ ПО УМОЛЧАНИЮ ПРИ ПОСТАВКЕ С ЗАВОДА -ИЗГОТОВИТЕЛЯ	26
8	АСПЕКТЫ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ.....	27
8.1	Источники электромагнитных помех (ЭМП)	27
8.2	Электростатический разряд	28
8.3	Применение устройства в высоконадежных системах без участия операторов..	28
9	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ БОЛЕЕ НАДЕЖНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПО РАДИОКАНАЛУ	29
10	ПРИЛОЖЕНИЕ	30
10.1	КОМАНДЫ SL	30
11	ИСТОРИЯ ВЕРСИЙ.....	37

1 ВВЕДЕНИЕ

SATEL Oy - это финская компания, специализирующаяся на разработке и производстве устройств и систем беспроводной передачи данных в области телекоммуникации и электронного оборудования. SATEL осуществляет разработку, производство и продажу радиомодемов, предназначенных для совместного применения с самым разнообразным оборудованием: начиная от систем передачи данных и заканчивая системами сигнальных реле. Конечными пользователями продукции SATEL являются юридические и физические лица.

SATEL Oy является ведущим европейским производителем радиомодемов. Радиомодемы SATEL сертифицированы в большинстве европейских стран, а также во многих странах за пределами Европы.

Настоящий документ представляет собой руководство по интеграции приемопередающих модулей SATELLINE-M3-TR3 и -TR4. В руководстве описаны принципы эксплуатации модулей и интегрирования их в главное устройство.

1.1 Термины и сокращения

Аббревиатура	Описание
CTS	«Разрешение на передачу» - сигнал квитирования, используемый при асинхронной связи.
DTE	Оконечное оборудование (обычно - компьютер, терминал и т.д...)
ESD	Электростатический разряд
RD	Прием данных
TD	Передача данных
RTS	«Запрос на передачу» - сигнал квитирования, используемый при асинхронной связи.
RAM	Оперативная память (ОЗУ)
LDO	Регулятор малого падения напряжения
UHF	Ультравысокая частота
RF	Радиочастота
FPGA	Программируемая вентильная матрица
CPU	Центральный процессор (ЦП)

1.2 Описание изделия

SATELLINE-M3-TR3 и TR4 - приемопередающие модули UHF-диапазона, передающие и принимающие данные, передаваемые передатчиками ультравысокой частоты семейства SATELLINE-3AS и аналогичными передатчиками.

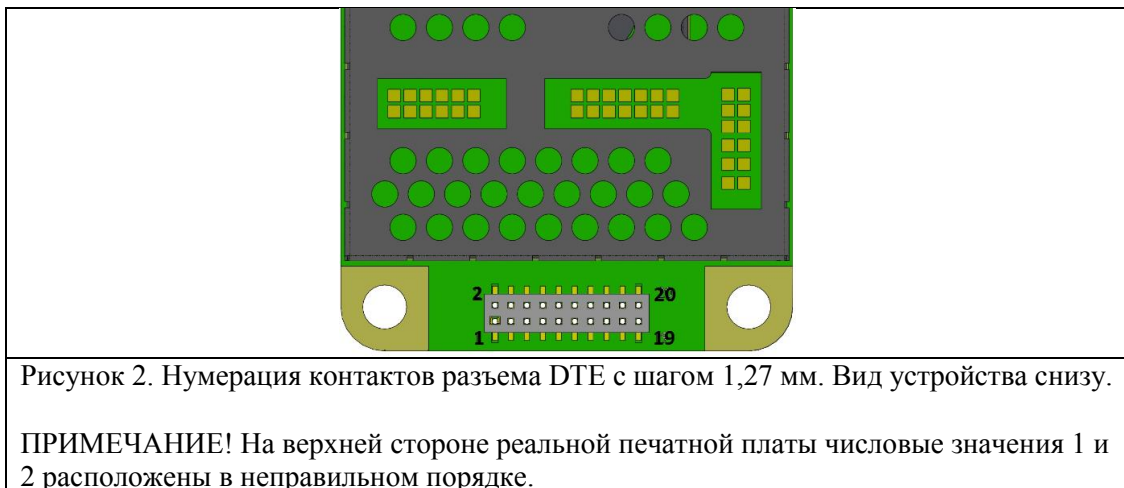
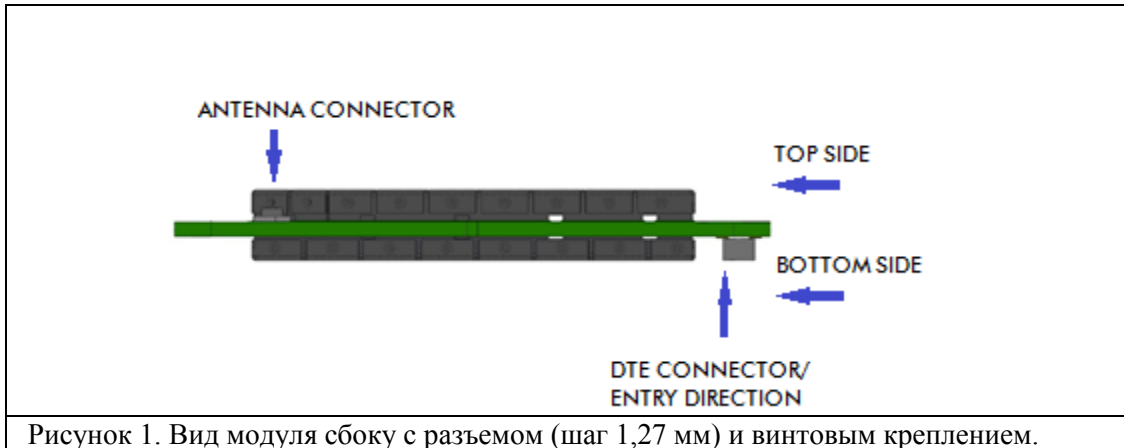
Модуль имеет максимально компактное и энергосберегающее исполнение. Он разработан специально для интегрирования в малогабаритные устройства, работающие от батареи и использующие UHF-связь.

Модуль передает и принимает данные через радиointерфейс (радиочастотный антенный разъем), выполняет модуляцию и демодуляцию, шифрование и расшифровку данных, и передает полученные полезные данные на DTE-порт. Интерфейс DTE используется для питания модуля и обеспечения связи с ним.

1.3 Разъем DTE

Сквозной разъем DTE имеет 20 контактов. Конструкция этого разъема позволяет контакту, подключенному снизу, проходить через РСВ (печатную плату) модуля насквозь вверх, что дает возможность регулирования высоты монтажа с контактами разной длины.

На рисунке ниже показано подключение со стороны нижней части устройства.



1.4 Порядок контактов разъема DTE

Направление «**IN**» - данные передаются от DTE (оконечного оборудования) к приемопередающему модулю.

Направление «**OUT**» - передача данных от модуля к DTE.

№ контакта	Наименование сигнала	Тип	Направление	Состояние контакта	Описание
1,2	VCC_IN	ПИТАНИЕ	IN	Внешнее напряжение	Вход 4,0 В пост. тока
3,4	ЗАЗЕМЛЕНИЕ	ЗАЗЕМЛЕНИЕ	-	Внешнее заземление	Общий вывод питания и сигналов
5	VCC_IO	ПИТАНИЕ	IN	Внешнее напряжение	Напряжение постоянного тока для питания драйверов ввода-вывода Напряжение = 1,8 ... 3,3 В
6	ENA_MOD	ВВОД/ВЫВОД	IN	Внутренний стягивающий резистор	Активирует модуль подтяжкой к питанию. >1,2 В = питание модуля включено < 0,2 В = питание модуля выключено
7	RD1	КМОП	OUT	Выходной драйвер	Данные, принимаемые модулем. На этом контакте выводятся данные, принимаемые модулем. Приведение этого контакта в действие запрещено.
8	CTS1	КМОП	OUT	Выходной драйвер	Разрешение на передачу (CTS). При готовности к приему данных модуль подает сигнал. Приведение этого контакта в действие запрещено.
9	TD1	КМОП	IN	Внутренний подтягивающий резистор	Передача данных. На этом контакте передаются данные от DTE на модуль. Подтяжка к земле или подключение к земле или питанию.

10	RTS1	КМОП	IN	Внутренний подтягивающий резистор	Запрос на передачу. DTE может использовать данный контакт для сигнализации готовности к приему данных с модуля. Подтяжка к земле или подключение к земле или питанию.
11	GPIO1	КМОП	IN	Внутренний стягивающий резистор	Не подключен.
12	GPIO2	КМОП	IN	Внутренний стягивающий резистор	
13	GPIO3	КМОП	IN	Внутренний стягивающий резистор	
14	GPIO4	КМОП	IN	Внутренний стягивающий резистор	
15	STAT	КМОП	ВЫХОД	Выходной драйвер	Сигнал состояния. “1”, если устройство исправно и работает нормально. Различные последовательности переключения для индикации других состояний. См. отдельный раздел руководства. Возможность прямого включения светодиода (LED). Обеспечивается ток 10мА. Приведение этого контакта в действие запрещено.
16	GPIO5	КМОП	IN	Внутренний стягивающий резистор	Не подключен
17	$\overline{\text{SERVICE}}$		IN	Внутренний подтягивающий резистор	Вход для обслуживания. С внутренней подтяжкой к питанию. Подтяжка к земле / подключение к земле для

					установки UART1 (RD1, TD1) в известное состояние. См. отдельный раздел руководства.
18	GPIO6	КМОП	IN	Внутренний стягивающий резистор	Не подключен.
19	GPIO7	КМОП	IN	Внутренний стягивающий резистор	Не подключен.
20	GPIO8	КМОП	IN	Внутренний стягивающий резистор	Не подключен.

1.5 Интерфейс антенны

Интерфейс антенны представляет собой коаксиальный разъем сопротивлением 50 Ом. Согласующие цепи не включены в модуль, и в случае, когда сопротивление антенны не равно 50 Ом, они должны располагаться в главном устройстве. Разъем, совместимый со стандартом HIROSE U.FL, размещен на ВЕРХНЕЙ стороне панели.

ПРИМЕЧАНИЕ! Применяемый разъем имеет позолоченные контакты; в стандартном разьеме HIROSE U.FL контакты - посеребренные.
 Если в вашей системе запрещены соединения «золото-серебро», то для подключения к данному устройству потребуется кабельный разъем с позолоченными контактами.

2 МЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

2.1 Подсоединение модуля к главному устройству

Приемопередающий модуль можно установить на главное устройство с помощью распорных колец и винтов. Максимальный диаметр винта - 3 мм.

2.2 Описание монтажных контактов на панели главного устройства

На рисунке ниже показан модуль SATELLINE-M3-TR3 с указанием размеров в миллиметрах.

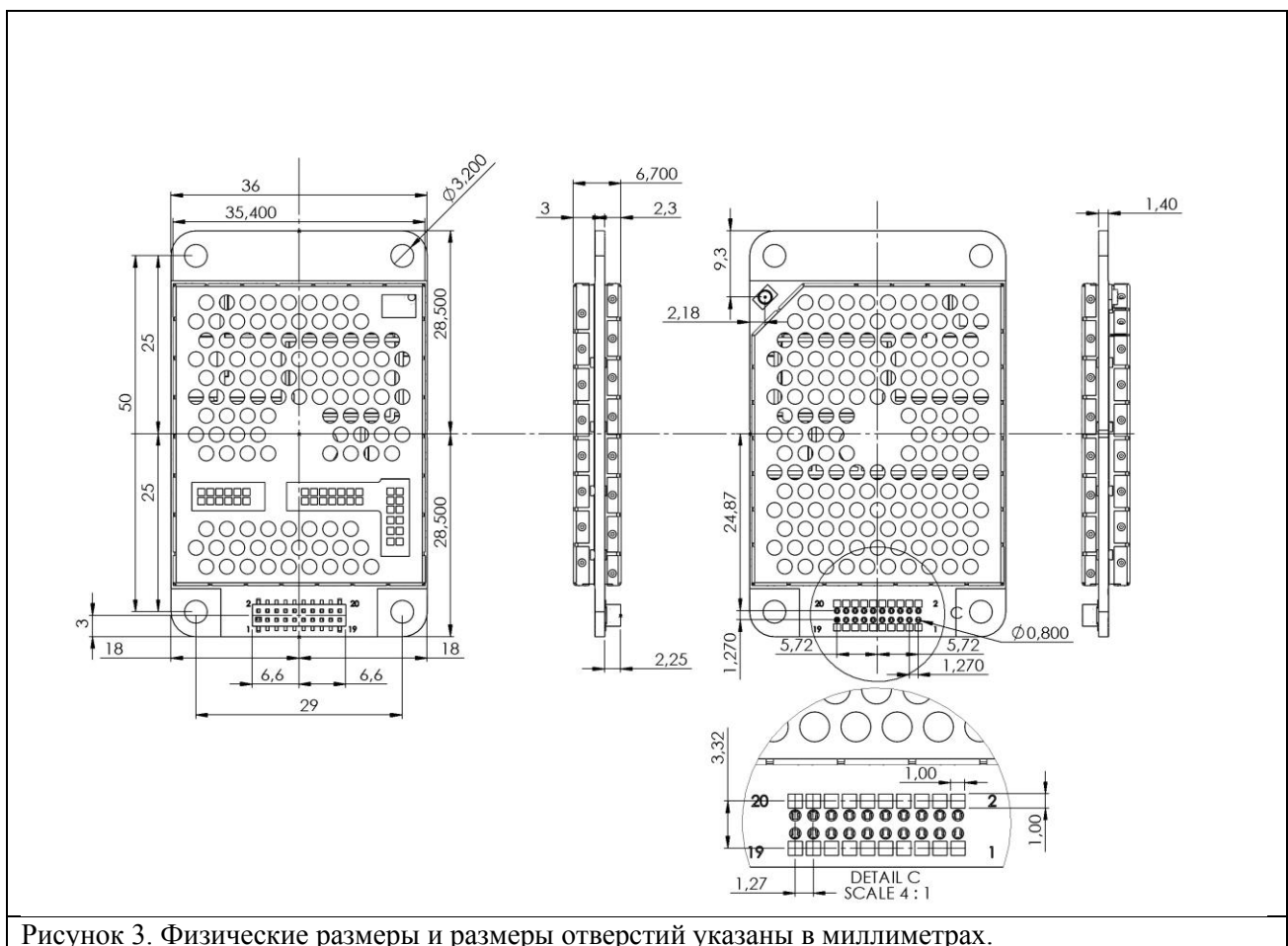


Рисунок 3. Физические размеры и размеры отверстий указаны в миллиметрах.

3 ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ С ПОМОЩЬЮ КОМАНД SL

Настройки конфигурации модуля можно изменять с управляющего оконечного устройства. Это делается с помощью команд SL. Команды SL можно использовать, например, для изменения частоты или адресов. С их помощью на приемопередающий модуль также можно послать запрос на отображение текущих используемых настроек.

3.1 Команды SL

Команда SL - это непрерывная строка символов, отделенная от других данных паузами, равными или превышающими время, заданное в настройках в параметре «Pause length» (Продолжительность паузы (по умолчанию = 3 символа)). В конце команды SL не допускается использование дополнительных символов.

Настройки последовательного интерфейса аналогичны настройкам при обычной передаче данных. Команда SL правильно распознается, если командная строка заканчивается на <CR> (=ASCII символ № 13, символ возврата каретки, 0x0d) или <CR><LF> (<LF> = ASCII символ № 10, символ перевода строки, 0x0a). Если на модуль отправляются несколько команд SL, то следующая команда может быть подана только после получения ответа («ОК» или «Error» (ошибка)) на предыдущую команду. Кроме того, в случае отсутствия ответа от радиомодуля рекомендуется сделать перерыв в работе программного обеспечения оконечного устройства для решения проблемы.

Радиомодем квитирует все команды либо ответом «**ОК**» (команда выполняется или принята), либо возвратом сообщения, содержащего значение запрошенного параметра, либо ответом «**ERROR**» (ОШИБКА) (команда не выполняется или интерпретируется как ошибочная).

Команды SL перечислены в приложении на страницах 30.

3.2 Режим команды SL

Команды SL всегда были активированы в более ранних версиях изделий, например, в M3-R3. Когда команды SL активированы, существует вероятность начала пользовательских данных с символов «SL», которые обрабатываются как команда SL. При этом встроенное программное обеспечение переходит в непрерывный режим поиска команды SL, данные не передаются, и даже подтверждение ошибки (ERROR) не принимается. Во избежание такой ситуации пользователь может отключить команды SL. Команды SL можно активировать и деактивировать с помощью параметра «SL Command mode» (Режим команд SL). Пользователь может сделать это в программе SATEL Configuration Manager версии 1.3.15 или более поздней версии.

По умолчанию, режим команд SL активирован (**ON**). Если режим команд SL отключен (**OFF**), команды SL можно активировать и деактивировать следующим образом. Независимо от первоначальной команды SL - "установленное состояние", изменение установленного состояния с помощью данной процедуры повлияет на процесс приема данных радиомодулем. Команда SL – "установленное состояние" может быть изменена только с помощью программы SATEL Configuration Manager на уровне доступа для обслуживания.

Активация команд SL* (прием и передача через радиointерфейс отключается):

- Передайте три символа “+” через последовательный порт таким образом, чтобы задержка между символами составляла минимум три байта. При успешном выполнении настройки будет получен ответ «ОК».
< + ><пауза минимум три байта>< + ><пауза минимум три байта>< + >

Деактивация команд SL* (прием и передача через радиointерфейс включается):

- Передайте три символа “-” через последовательный порт таким образом, чтобы задержка между символами составляла минимум три байта. При успешном выполнении настройки будет получен ответ «ОК».
<-><пауза минимум три байта><-><пауза минимум три байта><->

*) Независимо от установленного состояния для режима команд SL.

Внимание!

Команды «+ + +» и «- - -» не допускается использовать во время передачи или приема данных модулем (т.е., когда данные приложения занимают линии передачи (TD) или приема (RD) радиомодема).

4 РЕЖИМЫ РАБОТЫ

Приемопередающий модуль имеет следующие режимы работы:

Режим	Функция	Описание
Готовность к приему с радиочастотного канала	Поиск синхронизации	Модуль осуществляет поиск для начала радиопередачи с радиочастотного сигнала.
	Прием данных	Модуль обнаружил радиопередачу и принимает данные.
ТХ	Передача	Модуль осуществляет передачу данных.
Безопасный режим		Вход в данный режим осуществляется при обнаружении сбоя и перезагрузке устройства. В безопасном режиме с модуля можно считывать коды неисправности.
Режим ожидания	Режим ожидания 1	Модуль входит в состояние, когда включенными остаются отдельные компоненты радиомодема; выход из режима ожидания занимает примерно 30 мс.
Режим экономии энергии	Экономия электроэнергии	Автоматическая процедура входа в режим ожидания/выхода из него, когда время ожидания модуля динамически регулируется в соответствии с принятыми пакетами данных. Позволяет сократить потребление энергии в полном цикле приема данных примерно на 30%.

4.1 Безопасный режим

Если встроенное программное обеспечение обнаруживает неисправность, модуль переходит в безопасный режим работы. В этом режиме модуль, указывая на ошибку, подает на контакт Stat прерывистый сигнал с интервалом 250 мс и выполняет перезагрузку через 5 с. При неисправности передача/прием данных запрещены. При подключении к устройству с помощью программы SATEL Configuration Manager во всплывающем окне отображается код ошибки. Если нормальная работа устройства не возобновляется после нескольких перезагрузок, обратитесь в компанию SATEL Oy.

Программу SATEL Configuration Manager можно загрузить с сайта: www.satel.com/downloads. С приемопередающими модулями SATELLINE-M3-TR3 и –TR4 совместима версия 1.3.15 или более поздние версии.

4.2 Сценарии включения/ выключения питания

Приемопередающему модулю можно задать 4 (четыре) состояния: «ON», «OFF», «Sleep1» и «Power Save». При подаче питания модуль переходит в состояние «ON», когда напряжение на контакте ENA_MOD >1,2 В.

Модуль можно выключить подав на линию ENA_MOD напряжение <0,2 В.

В состоянии «OFF» потребление тока соответствует только току утечки с LDO (0,34 мА).

В этом состоянии все несущественные компоненты модуля отключаются, и все настройки/информация о состоянии, не сохраненные в энергонезависимой памяти, сбрасываются.

4.3 Режим ожидания

При включении данного режима радиоэлемент модуля отключается, а компоненты, связанные с последовательным интерфейсом, остаются включенными. Модуль автоматически перейдет в рабочее состояние, когда ЦП обнаружит изменение состояния контакта TD1. *Пример:* Модуль находится в режиме ожидания Sleep1. Модуль выводится из этого режима передачей символа или символов на контакт TD1, после чего модуль выдает ответ «ОК». После сигнала «ОК» модуль готов к работе в обычном режиме связи.

Для вывода модуля из режима Sleep1:

- 1) Передайте сигнал об изменении состояния на TD1 (переключение контакта (минимальная продолжительность импульса - 10 мкс) или передайте один байт на разъем UART (например, 0x00)).
- 2) Дождитесь ответа «ОК» от модуля. Время выхода из режима ожидания - приблизительно 30 мс.
- 3) Запустите связь в нормальном режиме.

Модуль останется включенным до подачи следующей команды на переход в режим ожидания.

4.4 Режим экономии электроэнергии

Режим экономии электроэнергии выполняет автоматический саморегулируемый цикл включения/выключения режима ожидания.

Он предназначен для систем, основанных на односторонней связи с относительно постоянным интервалом передачи, в котором интервал разделения пакетов данных составляет > 200 мс.

При включении данного режима модуль осуществляет исследование интервала передачи, исходя из 4 (четырёх) успешно принятых пакетов данных. Измеряется кратчайший интервал между переданными пакетами (t_{min}). Измеренное значение обновляется после каждого успешно принятого пакета данных, с тем чтобы отметить возможные изменения длины сообщения.

Для обеспечения получения полных сообщений даже при небольших изменениях интервала передачи задается некоторый запас времени (t_{marg}) для перехода в режим готовности к передаче из режима радиочастоты.

Этот запас рассчитывается делением кратчайшего интервала между переданными пакетами данных (t_{min} , мс) на 8 и прибавлением к полученному результату 60 мс:

$$t_{marg} = \frac{t_{min}}{8} + 60 \text{ ms}$$

Общая продолжительность периода ожидания (t_{sleep}) рассчитывается путем вычитания из кратчайшего интервала между переданными пакетами данных (t_{min}) запаса времени (t_{marg}) и времени передачи первоначального сообщения (t_{TX}):

$$t_{sleep} = t_{min} - t_{marg} - t_{TX}$$

Исследование интервала передачи всегда начинается через 100 успешных циклов входа в режим ожидания/выхода из него, при пропущенном ожидаемом промежутке приема ($t_{RX\ slot}$) с увеличенным запасом перекрытия ($t_{overlap}$). В последнем случае пакет рассматривается как утерянный.

$$t_{overlap} = t_{marg} + 100\ ms$$

$$t_{RX\ slot,\ min} = t_{min} - t_{marg}$$

$$t_{RX\ slot,\ max} = t_{min} + t_{overlap}$$

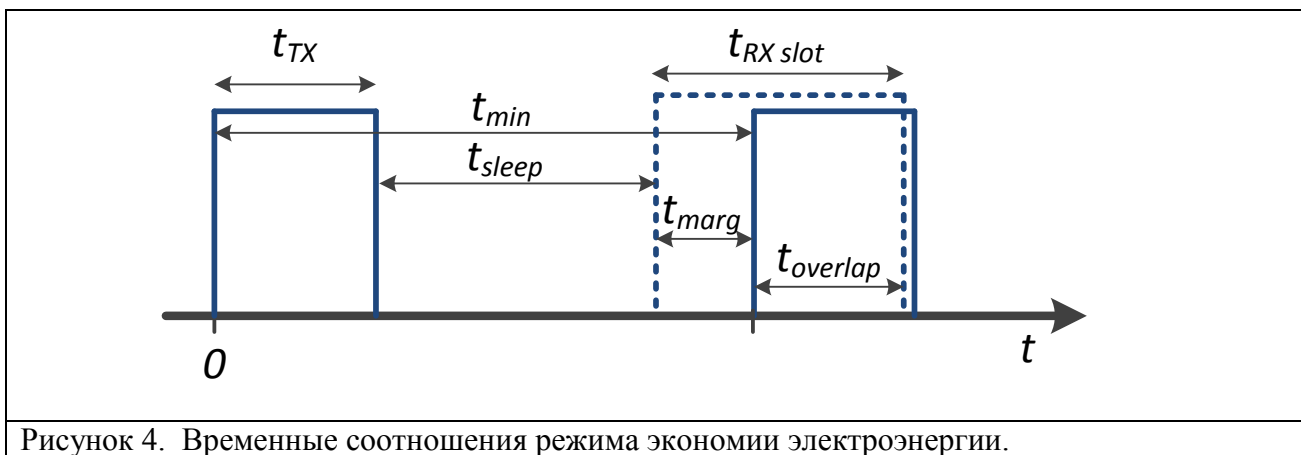


Рисунок 4. Временные соотношения режима экономии электроэнергии.

Например, в системе с интервалом передачи в 1 с и временем передачи 300 мс (примерно 300 Байт при 9600 бит/с):

$$t_{min} = 1000\ ms$$

$$t_{TX} = 300\ ms$$

$$t_{marg} = 125\ ms + 60\ ms = 185\ ms$$

$$t_{sleep} = 1000\ ms - (125\ ms + 60\ ms) - 300\ ms = 515\ ms$$

$$t_{RX\ slot,\ min} = 1000\ ms - 185\ ms = 815\ ms$$

$$t_{RX\ slot,\ max} = 1000\ ms + 285\ ms = 1285\ ms$$

4.5 Перезапуск

После запуска модуль можно перезапустить подачей команды SL, при которой модуль отключит все цепи и перезапустит ЦП (см. перечень команд SL).

5 ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЗАПУСКА И ОСТАНОВКИ

Параметр		Рекомендованное Время ^(*)	Пояснение
T_{vic}	Время зарядки конденсатора на входе	>50 мкс	При подаче напряжения на VCC_IN, конденсаторы фильтра, расположенные внутри модуля, заряжаются, вызывая кратковременное увеличение потребления тока. Если блок питания не очень мощный, рекомендуется не активировать сигнал ENA_MOD в течение этого времени, чтобы минимизировать увеличение потребления тока.
T_{ioen}	Время начала работы модуля ввода-вывода	<18 мс	ENA_MOD активирует подачу напряжения питания регуляторами малого падения напряжения на Программируемую вентильную матрицу и ЦП внутри модуля. Рекомендуется подавать напряжение на VCC_IO в течение 18 мс после активации ENA_MOD.
T_{iovs}	Время начала подачи напряжения ввода/вывода	<1 мс	Рекомендуется ПОДДЕРЖИВАТЬ все сигналы ввода/вывода (кроме ENA_MOD) на низком или разностном уровне до полного включения питания всех внутренних компонентов модуля и установления стабильного напряжения ввода/вывода.
T_{ior}	Время спада включения драйвера ввода/вывода	< 300 мкс	Рекомендуется ПОДДЕРЖИВАТЬ все сигналы ввода/вывода (кроме ENA_MOD) на низком или разностном уровне до начала остановки приемопередающего модуля. Это позволяет избежать проблем с защелкиванием/снижением напряжения. После T_{ior} внутреннее приведение в действие контактов ввода/вывода не происходит.
T_{ldof}	Время разряда LDO	> 300 мкс	Для предотвращения появления обратного смещения на регуляторах напряжения внутри модуля рекомендуется перед деактивацией VCC_IN сигналом ENA MOD отключить регуляторы.

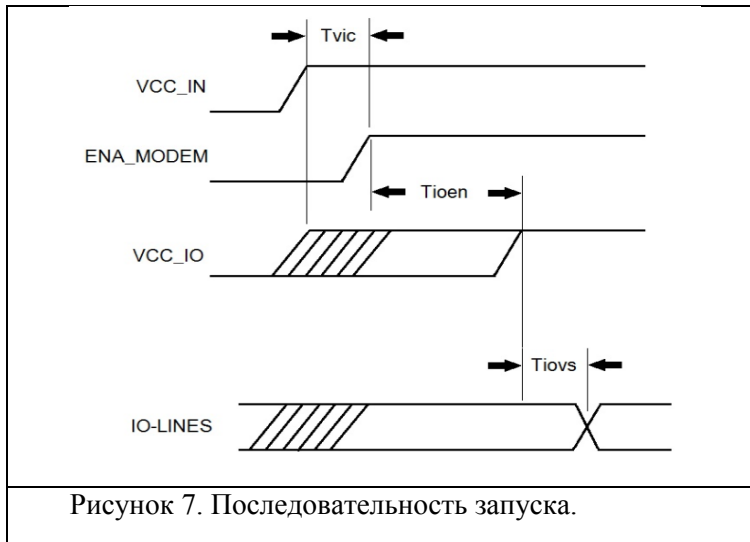
Таблица. Параметры последовательности запуска и остановки:

*) Рекомендации:

Приемопередающий модуль разработан и испытан на минимальные значения времени, указанные в таблице. Представленные в ней рекомендации предназначены для пользователей, желающих осуществлять последовательности запусков и остановок оптимальным образом.

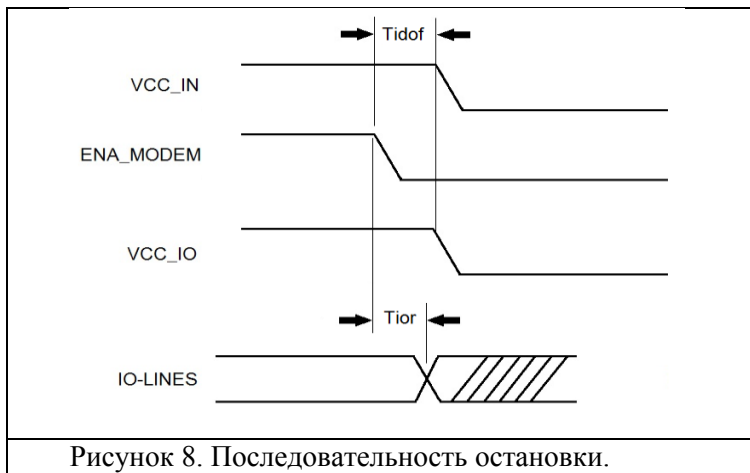
5.1 Последовательность запуска

На схеме ниже представлена последовательность запуска.



5.2 Последовательность остановки

На схеме ниже представлена последовательность остановки.



5.3 Контакт Stat

Контакт STAT показывает состояние устройства. Его можно использовать для подключения светодиода с помощью последовательного резистора. Ток питания контакта STAT составляет 10 мА (нагрузка на VCC_IO).

Контакт STAT имеет следующие индикации состояния.

Цикл мигания	Режим
“1” - статично	Модуль находится в рабочем состоянии "в поиске нового блока данных"
“0” продолжительность полученного блока данных.	“0” модуль получает данные с радиointерфейса. В практических случаях будет переключаться с частотой пакетов данных в радиointерфейсе.
“0” - статично	Модуль находится в режиме ожидания Sleep 1
Контакт включается с интервалом передачи данных	Модуль передает данные по радиоканалу
Контакт включается с интервалом 1 с	Модуль находится на связи с программой управления конфигурацией (Configuration Manager).
Контакт включается с интервалом 500 мс	Режим команды SL.
Контакт включается с интервалом 250 мс	Модуль обнаружил неисправность; коды неисправности можно считывать через программу управления конфигурацией Configuration Manager.

Таблица. Режимы контакта STAT.

5.4 Контакт обслуживания (Service)

Контакт обслуживания используется для установки UART1 в известное состояние. При подаче низкого напряжения на данный контакт включается режим обслуживания, а значение UART1 устанавливается равным 38400, n, 8, 1. Эта функция предназначена для служебного доступа к модулю и настройки последовательного порта с целью доступа к настройкам модуля.

Данный контакт не влияет на постоянные настройки и не изменяет режим работы модуля. При подключении контакта к питанию/отключении от питания последовательный порт 1 возвращается в установленное состояние.

При использовании контакта обслуживания команды SL активируются (ON) принудительно, даже если они деактивированы (OFF) в настройках.

6 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Модули SATELLINE-M3-TR3 и –TR4 соответствуют следующим международным стандартам:

EN 300 113-2
EN 60950-1

EN 301 489-1, -5
FCC CFR47 ЧАСТЬ 90

	ПРИЕМНИК	ПЕРЕДАТЧИК	Примечание!
Частотный диапазон	403...473 МГц		
Диапазон настройки	70 МГц		
Минимальный шаг радиочастоты	6,25 кГц		
Полоса пропускания канала	12,5 кГц / 25 кГц		Программируемый параметр
Устойчивость частоты	<1 кГц		
Максимальная входная мощность приемника без повреждений	+14 дБм		
Максимальная входная мощность приемника без ошибок передачи данных	-10 дБм		УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА
Чувствительность 1,2	-112 дБм при 25 кГц -116 дБм @ 12,5 кГц		УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА
Блокировка 1,2	> 86 дБ при 25 кГц > 88 дБ при 12,5 кГц		УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА
Ослабление взаимной модуляции 1,2	> 61 дБ при 25 кГц > 61 при 12,5 кГц		УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА
Задерживание канала CO 1,2	> -11 дБ при 25 кГц > -10 дБ при 12,5 кГц		УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА
Избирательность по соседнему каналу 1,2	> 56 дБ при 25 кГц > 51 дБ при 12,5 кГц		УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА
Подавление ложных сигналов	> 67 дБ		УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА

Типичный расход электроэнергии	730 мВт		Режим передачи
	РЕЖИМ ОЖИДАНИЯ SLEEP 1: 215 мВт		Режим приема
		4,7 Вт при 1 Вт, радиочастота откл.	Режим передачи, непрерывный, сопротивление 50 Ом
		3,3 Вт при 500 мВт, радиочастота откл.	Режим передачи, непрерывный, сопротивление 50 Ом
		2,8 Вт при 100 мВт, радиочастота откл.	Режим передачи, непрерывный, сопротивление 50 Ом
		2,6 Вт при 100 мВт, радиочастота откл.	Режим передачи, непрерывный, сопротивление 50 Ом
Мощность передатчика (программируемая)		0,01, 0,1, 0,2, 0,5, 1 Вт	Режим передачи, нагрузка 50 Ом
Режим связи	Полудуплексный		
Мощность по соседнему каналу		в соответствии с EN 300 113-1 версия 1.7.1	Режим передачи
Мощность в переходном режиме по соседнему каналу		в соответствии с EN 300 113-1 версия 1.7.1	Режим передачи
Стабильность мощности несущей		< ±1,5 дБ	

МОДУЛЬ ДАННЫХ		
Синхронизация	UART	
Электрический интерфейс	Входы и выходы КМОП, относящиеся к напряжению ввода/вывода, обрабатываемые пользователем (1,8-3,3 В) RTS, CTS, RX, TX, +VCC, GND	
Разъем интерфейса	Разъем с шагом 1,27 мм	Samtec 20-контактный со сквозным отверстием, CLP-110-02-L-D-K-TR
Скорость передачи данных последовательного интерфейса	1200 – 115200 бит/с	
Скорость передачи данных радиointерфейса	<u>4 ЧМ, УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА (TR3 и TR4):</u> 19200 бит/с (25 кГц) 9600 бит/с (12,5 кГц) <u>8 ЧМ, УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ОТКЛЮЧЕНА (TR4):</u> 28800 бит/с (25 кГц) 14400 бит/с (12,5 кГц)	

	<p><u>8 ЧМ, УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА (TR4):</u> 19200 бит/с (25 кГц) 9600 бит/с (12,5 кГц)</p> <p><u>16 ЧМ, УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА (TR4):</u> 28800 бит/с (25 кГц) 14400 бит/с (12,5 кГц)</p>	
Шифрование радиointерфейса	AES128	Программируемый параметр
Формат данных	Асинхронные данные	
Модуляция	<p>4 ЧМ, Гауссова манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK) (SATELLINE-M3-TR3)</p> <p>4-, 8-, 16 ЧМ, Гауссова манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK) (SATELLINE-M3-TR4)</p>	

ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ		
Рабочее напряжение	+4,0 В постоянного тока	минимум ⁵ 4,0 В, максимум Номинальное +5%
Максимальное пульсирующее напряжение постоянного тока ³	минимум 9 мВ pp	Пост. ток $\leq f \leq 1$ кГц
	максимум Размах напряжения 64 мВ	1 кГц $< f \leq 10$ кГц
	максимум Размах напряжения 517 мВ	10 кГц $< f \leq 100$ кГц
	максимум Размах напряжения 2,035 В	$f > 100$ кГц
Бросок пускового тока, питание включено (ON) ⁴	< 12 А, продолжительность < 50 мкс	Режим приема
Бросок пускового тока, от приема до передачи ⁴	не обнаружено	Выходная мощность передачи 1 Вт
	< 150 мА, продолжительность < 1 мс	Выходная мощность передачи 500 мВт
	< 70 мА, продолжительность < 1 мс	Выходная мощность передачи 200 мВт
	< 30 мА, продолжительность < 1 мс	Выходная мощность передачи 100 мВт
Температурный диапазон	$-20^{\circ}\text{C} \dots +55^{\circ}\text{C}$	Типовые одобренные условия
Температурные диапазоны	$-30^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$	Температура функционирования
	$-40^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$	Температура хранения
Вибрация ⁶	$\leq 10\text{g}$	100 Гц $\leq f_{\text{вибрации}} \leq 1,0$ кГц
ESD	± 10 кВ	Антенный разъем. В соответствии с EN61000-4-2; 150 пФ / 330 Ом
	± 8 кВ	Разъем DTE. В соответствии с EN61000-4-2; 150 пФ / 330 Ом
Антенный разъем	50 Ом, совместимый с HIROSE U.FL	I-PEX 20279-001 -E-01
Конструкция	печатная плата (PWB) с экранами для защиты от электромагнитных помех из листового металла	
Размер Д × Ш × Т	57 x 36 x 6,7 мм	

Масса	18 г	
-------	------	--

Условия проведения испытаний $V_{CC} = 4,0$ В и $T_A = 25$ °С

¹ В соответствии с настройкой измерений EN 300 113-1 V.1.7.1

² Измеренное среднее значение для выборки из 19 модулей M3-TR3

³ Более высокие значения превышают предел ложных сигналов -36 дБм на антенне, например, требование EN 300 113-1.

⁴ Измерено с помощью щупа для замера величины тока Agilent 1147В и источника питания постоянного тока TТi TSX1820P

⁵ Для обеспечения выходной мощности 1 Вт минимальное напряжение постоянного тока должно составлять 4,0 В

⁶ Функциональность гарантирована во всех направлениях по осям хуз

6.1 Абсолютные максимальные значения (*)

Абсолютные максимальные значения напряжения на разных контактах перечислены в следующей таблице. Превышение данных значений приводит к неустраняемым повреждениям модуля.

Параметр	Минимум	Максимум
Напряжение на VCC_IN	-0,3 В	+5 В
Напряжение на ENA_MOD	-0,3 В	+6 В
Напряжение на VCC- IO	-0,5 В	3,75 В
Напряжение на цифровых входах (кроме ENA_MOD)	-0,5 В	3,75 В
Напряжение на цифровых выходах (когда на прибор не подается питание)	-0,5 В	3,75 В
Мощность порта антенны	нет данных	+14 дБм
Напряжение постоянного тока на порте антенны	-10 В	+10 В

Таблица. Абсолютные максимальные значения модуля. (* Все значения напряжений указаны с учетом заземления.

6.2 Электрические характеристики цепи постоянного тока

При превышении рекомендованных рабочих условий

Параметр	Условие	Минимум	Максимум	Ед. изм.
VCC_IN	4,0 В считается номинальным значением	4,0 В ¹	Номинальное +5%	В
Модем ENA, V низк.		0	0,4	В
Модем ENA, V высок.		0,9	VCC_IN	В
Логический вход, V низк.	$1,8 \text{ В} < VCC_IO < 3,3 \text{ В}$	-0,3	$<0,35 * VCC_IO$	В
Логический вход, V высок.	$1,8 \text{ В} < VCC_IO < 3,3 \text{ В}$	$0,65 * VCC_IO$	3,6	В
Логический выход, V низк.	$1,8 \text{ В} < VCC_IO < 3,3 \text{ В}$	-	0,4	В
Логический выход, V высок.	$1,8 \text{ В} < VCC_IO < 3,3 \text{ В}$	VCC_IO-0,4	3,6	В
Логический выход, макс. ток	Все логические выходы, кроме контакта STAT.	-	4	мА
Логический выход, максимальный ток, контакт STAT		-	12	мА

¹ Минимальное значение напряжения, если требуется макс. выходная мощность передачи (нагрузка 1 Вт/ 50 Ом). Соответствует требованиям Европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI) при заданном диапазоне рабочего напряжения.

7 ЗНАЧЕНИЯ ПО УМОЛЧАНИЮ ПРИ ПОСТАВКЕ С ЗАВОДА-ИЗГОТОВИТЕЛЯ

ЗНАЧЕНИЯ ПО УМОЛЧАНИЮ РЕГУЛИРУЕМЫХ НАСТРОЕК (пользователь может изменить эти настройки позже)		
Настройка	Значение по умолчанию	Диапазон значений
Радиочастота		
Рабочая частота передачи и приема	438,000 МГц	403 МГц
Разнос каналов	12,5 кГц	12,5 кГц или 25 кГц
Выходная мощность передатчика	1 Вт	100 мВт, 200 мВт, 500 мВт и 1 Вт
Настройки радиоканала		
Совместимость радиопrotocolов	SATEL 3AS	SATEL 3AS PacCrest-4FSK PacCrest-GMSK PacCrest-FST TrimTalk450s(P) TrimTalk450s(T)
Адресация		
Адрес приема	OFF (ВЫКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)
Адрес передачи	OFF (ВЫКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)
Последовательный порт		
Скорость передачи данных	115200 бит/с	1200 -115200 бит/с
Информационные биты	8	8
Биты четности	Отсутствуют	нет, четность, нечетность
Стоповые биты	1	1
Квитирование связи		Линии квитирования связи подключаются к порту данных
Разрешение на передачу	Состояние буфера передачи	Разрешение на передачу, Состояние буфера передачи
Запрос на передачу	Игнорирование	Игнорирование, управление обменом данными
Дополнительные настройки		
Упреждающая коррекция ошибок (FEC)	OFF (ВЫКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)
Контроль ошибок	OFF (ВЫКЛ.)	OFF (ВЫКЛ.), CRC8 частичный, CRC8 полный, CRC16 полный
Режим команды SL	ON (ВКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)
Режим ретранслятора	OFF (ВЫКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)
Время задержки передачи	0	0 ... 65535 мс
Шифрование по радиосвязи	OFF (ВЫКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)
Использование списка каналов	OFF (ВЫКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)
Режим экономии электроэнергии	OFF (ВЫКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)
Добавить к данным индикацию мощности принимаемого сигнала (RSSI)	OFF (ВЫКЛ.)	ON (ВКЛ.)/ OFF (ВЫКЛ.)

8 АСПЕКТЫ, КОТОРЫЕ СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ

8.1 Источники электромагнитных помех (ЭМП)

Конструкция модуля предусматривает его установку в главном устройстве. Модуль выдерживает ЭМП, превышающие установленные требования. Тем не менее, небольшой модуль, интегрированный в современные высокоскоростные электронные устройства, подвержен воздействию помех.

Для формирования рабочей интегрированной системы необходимо учитывать следующее: ЭМП могут воздействовать на модуль четырьмя способами:

- 1) Через антенну (отражение от корпуса поступает на антенну).
- 2) Рассеиваемые помехи на коаксиальный кабель.
- 3) Излучение от других электронных средств/кабелей непосредственно на модуль.
- 4) Проводимость через интерфейс DTE (линии питания, управления и передачи данных).

Поскольку модуль экранирован, а интерфейс DTE имеет фильтр, наибольшие помехи поступают через порт антенны, что можно упустить в процессе разработки модуля. Помните, что модуль приемопередаточной радиостанции имеет чувствительность примерно -115 дБм (в зависимости от режима работы, скорости передачи данных и т.д.). Несмотря на то, что требование по соотношению сигнал/шум модуля составляет приблизительно 10 дБ, это означает, что любой сигнал, поступающий на радиоантенну на частоте приема на уровне < -125 дБм (-115 дБм-10дБ) вызывает снижение чувствительности к радиосигналу на данном конкретном канале.

Пример:

Источник помех имеет уровень -100 дБм на частоте 421 МГц. На частоте 421 МГц приблизительная чувствительность радиоканала составит -90 дБ (-100 дБм + требование по соотношению сигнал/шум 10 дБ).

Теперь следует учесть, что общие требования электромагнитной совместимости обычно предусматривают критерии прохождения/непрохождения помех на уровне -57 дБм (по нормали к поверхности устройства). **Поэтому между общими требованиями электромагнитной совместимости и требованиями совместимости между радиоустройствами высокой чувствительности с узкой полосой пропускания имеет место «зазор» почти в 70 дБ.**

Во избежание проблем совместимости следует применять качественные конструктивные решения:

- 1) Экранирование от ЭМП в корпусе - взаимодействие с окружающим воздухом
- 2) Продуманное исполнение схем и контуров
- 3) Экранирование всех цифровых компонентов и кабелей, работающих на высоких скоростях передачи данных.
- 4) Наличие плана синхронизации во избежание гармоник в полосе пропускания ультравысоких частот, вызываемых тактовыми частотами.

Основной задачей является понимание этой проблемы и поиски ее решения.

Отдел исследований и разработок компании SATEL может оказать содействие в изменении конструкции главного устройства с целью выявления проблем на ранних стадиях.

8.2 Электростатический разряд

Модуль предназначен для установки в главное устройство, поэтому единственным портом модуля, напрямую связанным с поверхностью или контактной зоной, подверженной электростатическому разряду (ESD), является порт антенны.

Таким образом, порт антенны – это единственная связь с защитой высокого уровня от ESD. На порте DTE также имеются диоды защиты от ESD, но они не настолько надежные, как автономные блоки с корпусами.

Следовательно, на модуль распространяются меры предосторожности в отношении ESD, которые обычно применяются к компонентам, чувствительным к ESD. При обработке, перемещении и эксплуатации любого устройства, имеющего в своем составе данный модуль, следует применять надлежащие процедуры упаковки и защиты от ESD.

Данный модуль соответствует значениям ESD, приведенным в следующей таблице.

Спецификация / Требование	Контактный разряд	Воздушный разряд
EN 61000-4		
Интерфейс антенны	±10 кВ	<±15 кВ
Интерфейс DTE	±8 кВ	-
JEDEC JESD22-A114D (модель человеческого тела, условия испытания: 1,5 кОм, 100 пФ)		
Поверхность модуля	±1кВ	нет данных

Таблица. Параметры ESD. Измерено в соответствии с требованиями стандарта EN 61000-4-2.

8.3 Применение устройства в высоконадежных системах без участия операторов

Модуль имеет программно-аппаратные защитные схемы, встроенные в центральный процессор. Несмотря на наше убеждение в том, что этот способ является надежным для поддержания работоспособности модуля, в нем имеются компоненты, работоспособность которых невозможно отследить на 100%. Например, в микросхеме модуля имеется встроенное программное обеспечение, которое вшито в микросхемы ОЗУ. Встроенное программное обеспечение нельзя считывать или перезагружать без прерывания приема. Поэтому модуль не может перезагрузить его самостоятельно без прерываний сеансов связи.

Во избежание отключения модуля в состоянии, когда, например, встроенное программное обеспечение микросхемы модуля повреждено ионизирующим излучением, рекомендуется установка некоторой защитной программы в систему управления модулем.

Это можно выполнить, если, например, известно, что данные должны приниматься каждую секунду, но данные не принимались в течение минуты; выполните перезагрузку модуля с помощью контакта ENA_MOD или подачей команды перезагрузки, либо холодной перезагрузки переключением низкого/высокого напряжения на VCC_IN.

9 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ БОЛЕЕ НАДЕЖНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПО РАДИОКАНАЛУ

В случае если окружающая среда создает препятствия для работы модуля, можно использовать следующие способы для повышения надежности передачи:

- Упреждающая коррекция ошибок (FEC). Рекомендуется использовать в сложной среде, например, на городских территориях.
- Направленные антенны.
- Перед установлением связи по радиоканалу(-ам) настоятельно рекомендуется измерить радиообстановку, чтобы определить, является ли она достаточно чистой, с помощью спектроанализатора или по значению индикации мощности принимаемого сигнала (RSSI) на модуле.
- Обратитесь в местные органы власти, чтобы найти оптимальный свободный радиоканал.
- Если на канал действуют помехи, можно использовать полосовой фильтр для повышения качества фильтрации.
- Если соседним каналом является канал TDMA (множественный доступ с временным разделением каналов), рекомендуется использовать для приема временной интервал, не синхронизированный с радиопередачей по каналу TDMA.
- В Европе не рекомендуется использовать каналы, расположенные вблизи частот общеевропейской транковой радиосвязи или телевизионных частот.

10 ПРИЛОЖЕНИЕ

10.1 КОМАНДЫ SL

Категория	Команда	Описание	Ответ
Адресация	SL#A?	Показать все адреса (RX1, RX2, TX1, TX2)	"xxxx,yyyy,zzzz,vvvv"
Адресация	SL#A=xxxx, yyyy, zzzz,vvvv	Установка адресов приема/передачи (RX1, RX2, TX1, TX2)	«ОК» или «ERROR» (ошибка)
Адресация	SL#I?	Получить первичные адреса (TX1, RX1)	"xxxx;yyyy"
Адресация	SL#I=xxxx	Установить значение xxxx [0000.....ffff] для все адресов (RX1, RX2, TX1, TX2)	«ОК» или «ERROR» (ошибка)
Адресация	SL#P?	Получить первичный адрес передачи (TX1) и первичный адрес приема (RX1)	"xxxx;yyyy"
Адресация	SL#P=xxxx;yyyy	Установить значение xxxx для первичного адреса передачи (TX1) и значение yyyy [0000....ffff] для первичного адреса приема (RX1)	«ОК» или «ERROR» (ошибка)
Адресация	SL#Q?	Получить режим адресации передачи	"0" = адресация передачи отключена "1" = адресация передачи включена
Адресация	SL#Q=x	Настройка адресации передачи: ВКЛ./ОТКЛ. Значения x: "0" = адресация передачи отключена "1" = адресация передачи включена	«ОК» или «ERROR» (ошибка)
Адресация	SL#R?	Получить первичный адрес приема (RX1)	"yyyy"
Адресация	SL#R=xxxx	Установить значение xxxx [0000....ffff] для первичных адресов приема (RX1, RX2)	«ОК» или «ERROR» (ошибка)
Адресация	SL#S?	Получить вторичный адрес передачи (TX2) и вторичный адрес приема (RX2)	"xxxx;yyyy"
Адресация	SL#S=xxxx;yyyy	Установить значение xxxx для вторичного адреса передачи (TX2) и значение yyyy [0000....ffff] для вторичного адреса приема (RX2)	«ОК» или «ERROR» (ошибка)
Адресация	SL#T?	Получить первичный адрес передачи (TX1)	"xxxx"
Адресация	SL#T=xxxx	Установить значение xxxx [0000.....ffff] для адресов передачи (TX1, TX2)	«ОК» или «ERROR» (ошибка)
Адресация	SL#W?	Получить режим адресации приема	"0" = адресация приема отключена "1" = адресация приема включена

Адресация	SL#W=x	Настройка адресации приема, ВКЛ./ОТКЛ. Значения x: "0" = адресация приема отключена "1" = адресация приема включена	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Список каналов	SL\$A=1	Перейти к каналу по умолчанию в списке каналов	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Список каналов	SL\$C?	Получить кол-во каналов в списке	десятичное число
Список каналов	SL\$C=nn	Установить кол-во каналов в списке. nn = 0...40, 0 - сброс всего списка	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Список каналов	SL\$D?	Получить номер канала по умолчанию из списка каналов	десятичное число
Список каналов	SL\$D=n	Установить канал по умолчанию в списке; n - номер канала	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Список каналов	SL\$E=1	Поиск свободного канала. Модем осуществляет поиск следующего канала без трафика. Время прослушивания трафика - порядка 2 с. Модем показывает следующий свободный канал повторной активацией команды	«OK», после чего следует текст «channel n is free» (канал n - свободен) Значение n - номер следующего свободного канала в списке
Список каналов	SL\$F?	Получить номер активного канала	десятичное число
Список каналов	SL\$F=n	Установка модема на канал номер n в списке каналов	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Список каналов	SL\$L?nn	Получить информацию о канале. Показатель nn = [0...(количество каналов - 1)]	Номер канала, частота, ширина канала, мощность передачи Например: "CH 1, 430.150000 МГц, 25,0 кГц, 100 мВт\0D"
Список каналов	SL\$L=Iaa,Nbbbb bb,Fccc.cccccc,W dd.ddd,Peeee<C R>	I = Поле индекса aa = 0...39 //Будущее резервирование 0...255 N = Поле номера канала bbbbbb = - 32767...32767 F = Поле частоты Tx/Rx ccc.cccccc = частота передачи/приема в МГц (допускаются только числа или ".", "," не допускаются) W = Поле разнеса каналов/ширины канала ddddd = 12,5, 20 или 25 (единица - кГц, допускается использование десятичных чисел с нулевыми младшими разрядами, например, все значения, представленные в формате "25", "25,0", "25,00" и "25,000" будут верны) P = Поле мощности передатчика eeeee = 0...35000 (модем округляет эти значения до ближайшего применимого) Примечание: 0 означает «не важно» (о значении мощности). <CR> = Символ возврата каретки	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Список каналов	SL\$M?	Получение статуса списка каналов. 0 = не используется, 1 = список каналов используется	"0" или "1"

Список каналов	SL\$M=n	Настройка статуса списка каналов. 0 = не используется, 1 = список каналов используется	"OK"
Список каналов	SL\$R?	Установка времени прослушивания (в секундах) функции поиска свободного канала	десятичное число
Список каналов	SL\$R=n	Установка времени прослушивания (в секундах) функции поиска свободного канала	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Список каналов	SL\$\$=1	Установка режима сканирования каналов. При активации режима модем сканирует каналы по очереди и сохраняет в памяти показания RSSI	«OK», после чего следует информация о канале/RSSI Например: "OKCH 6 -122 дБм, CH 22 -121 дБм, CH 10003 -122 дБм, "
Порт данных	SL%B?	Получить параметры последовательного порта:	скорость передачи данных в бодах, длина символов, четность, количество стоповых битов (например, «38400, 8, N, 1»)
Порт данных	SL%B=a,b,c,d	Установить параметры последовательного порта. a= "115200", "57600", "38400", "19200", "9600", "4800", "2400" или "1200" (определяет скорость передачи данных в бодах) b= "8" (определяет длину символов) c= "N", "O" или "E" (определяет четность) d= "1" (определяет количество стоповых битов)	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Память	SL**>	Сохранить текущие настройки как постоянные	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Память	SL*R>	Восстановление заводских значений настроек	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Информация о модеме	SL!H?	Получить информацию об аппаратном обеспечении (HW)	"HW:nnnnn"
Информация о модеме	SL!V?	Получить информацию о «типе» модема	В зависимости от варианта, например, «M3-TR3»
Информация о модеме	SL%1?	Получение произвольных данных, сохраненных в ячейке памяти 1	Если сохранены пустые данные, то ответ = «Undefined» (не определено); в противном случае - данные и символ возврата каретки
Информация о модеме	SL%1="data"	Установка произвольных данных (макс. 25 символов) в ячейке памяти 1	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Информация о модеме	SL%2?	Получение произвольных данных, сохраненных в ячейке памяти 2	Если сохранены пустые данные, то ответ = «Undefined» (не определено); в противном случае - данные и символ возврата каретки
Информация о модеме	SL%2="data"	Установка произвольных данных (макс. 25 символов) в ячейке памяти 2	«OK» или «ERROR» (ошибка)

Информация о модеме	SL%3?	Получение произвольных данных, сохраненных в ячейке памяти 3	Если сохранены пустые данные, то ответ = «Undefined» (не определено); в противном случае - данные и символ возврата каретки
Информация о модеме	SL%3="data"	Установка произвольных данных (макс. 25 символов) в ячейке памяти 3	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Информация о модеме	SL%4?	Получение произвольных данных, сохраненных в ячейке памяти 4	Если сохранены пустые данные, то ответ = «Undefined» (не определено); в противном случае - данные и символ возврата каретки
Информация о модеме	SL%4="data"	Установка произвольных данных (макс. 25 символов) в ячейке памяти 4	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Информация о модеме	SL%D?	Получить тип модема	В зависимости от модели, например, "M3-TR3"
Информация о модеме	SL%H?	Получить информацию о версии аппаратной логики	Информация об аппаратном обеспечении
Информация о модеме	SL%S?	Получить серийный номер	Серийный номер радиомодема
Информация о модеме	SL%V?	Получить информацию о версии встроенного программного обеспечения	Например, «V07.22.2.3.0.2»
Режим работы	SL+S=x	Активировать режим ожидания «1» включение модема в состояние, когда остаются включенными только компоненты, связанные с последовательным интерфейсом, выход из режима ожидания займет приблизительно 30 мс "5" Включение (ON) режима экономии электроэнергии. "6" Отключение (OFF) режима экономии электроэнергии.	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Радиочастота	SL!D?	Получить нижний предел диапазона частот 1	"nnn.nnnnn MHz"
Радиочастота	SL!U?	Получить верхний предел диапазона частот 1	"nnn.nnnnn MHz"
Радиочастота	SL!W?	Получить нижний предел диапазона частот 2	"nnn.nnnnn MHz"
Радиочастота	SL!Y?	Получить верхний предел диапазона частот 2	"nnn.nnnnn MHz"
Радиочастота	SL&F?	Получить активную частоту	"nnn.nnnnn MHz"
Радиочастота	SL&F=nnn.nnnnn	Задать активную частоту равной nnn.nnnnn МГц	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Радиочастота	SL&FR?	Получить частоту приема	"nnn.nnnnn MHz"
Радиочастота	SL&FR=nnn.nnnnn	Установить частоту приема равной nnn.nnnnn МГц	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Радиочастота	SL&FT?	Получить частоту передачи	"nnn.nnnnn MHz"
Радиочастота	SL&FT=nnn.nnnnn	Установить частоту передачи равной nnn.nnnnn МГц	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Радиочастота	SL&W?	Получить разнос каналов/ширину	"25,0 кГц", "12,5 кГц"

		канала	
Радиочастота	SL&W=xxxx	Установить разнос каналов. Значение xxxx: "1250" при 12,5 кГц "2500" при 25 кГц Перед использованием данной команды убедитесь, что активная частота соответствует новому значению разноса каналов	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Настройки радиомодема	SL%F?	Получить статус коррекции ошибок (FEC)	"0" = FEC ОТКЛ. , "1" = FEC ВКЛ.
Настройки радиомодема	SL%F=x	Настройка коррекции ошибок (FEC). Значение x: "1" - Упреждающая коррекция ошибок (FEC) ВКЛЮЧЕНА "0" - Упреждающая коррекция ошибок (FEC) ОТКЛЮЧЕНА	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Настройки радиомодема	SL%E?	Получить статус режима проверки ошибок и режима проверки "CRC16 - полная"	"0" Проверка ошибок отключена "1" CRC8 - частичная "2" CRC8 - полная "3" CRC16 - полная
Настройки радиомодема	SL%E=x	Установить режим проверки ошибок. Значение x: "0" Проверка ошибок отключена "1" CRC8 - частичная "2" CRC8 - полная "3" CRC16 - полная	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Настройки радиомодема	SL%R?	Получить настройку/статус кода региона	0,0 = по умолчанию, 1,1 = США, 1,2 = США и незаконная настройка комбинации радиочастот (передача отключена)
Настройки радиомодема	SL@C?	Получить настройки позывного	a, b, c, с последующим символом возврата каретки, где: a = состояние позывного (0=ВЫКЛ., 1=ВКЛ.) b = интервал позывного (0...255) в минутах c = идентификация позывного (максимум 16 буквенно-числовых символов) Например: "1,5,MYMESSAGE" с последующим символом возврата каретки
Настройки радиомодема	SL@C=a,b,c	Установить настройки позывного a = состояние позывного (0=ВЫКЛ., 1=ВКЛ.) b = интервал позывного (0...255) в минутах c = идентификация позывного (максимум 16 буквенно-числовых символов)	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Настройки	SL@D?	Получить значение задержки	Например, «0 мс» или «50

радиомодема		передачи (мс)	мс»
Настройки радиомодема	SL@D=n	Задать задержку передачи (мс), n - [0...65535]	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Настройки радиомодема	SL@E?	Получить поддерживаемые режимы совместимости радиопrotocolов.	Перечень цифр, разделенных запятыми, обозначающих поддерживаемые режимы: 0=Satel3AS, 1=PasCrest 4FSK, 2=PasCrest GMSK, 3=TrimTalk, 4=TrimTalk Trimble, 5=PCC FST Например: «0,1» - обозначает то, что модем поддерживает протоколы Satel3AS и PasCrest 4FSK.
Настройки радиомодема	SL@F?	Получить уровень шума в радиоканале	«-xxx дБм»
Настройки радиомодема	SL@M?	Получить значение функции ретранслятора	"O" = ретранслятор ВЫКЛ. (символ O) "R" = ретранслятор ВКЛ.
Настройки радиомодема	SL@M=x	Установить функцию ретранслятора. Значения x: "O" = функция ретранслятора ВЫКЛ. (символ O) "R" = функция ретранслятора ВКЛ.	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Настройки радиомодема	SL@P?	Получить выходную мощность передатчика	Одно из значений «100 мВт», «200 мВт», «500 мВт», «1000 мВт»
Настройки радиомодема	SL@P=nnnnn	Задать выходную мощность радиочастоты (мВт) Например, «SL@P=100» задает выходную мощность передатчика 100 мВт. "100" задает выходную мощность передатчика 100 мВт. "200" задает выходную мощность передатчика 200 мВт. "500" задает выходную мощность передатчика 500 мВт. "1000" задает выходную мощность передатчика 1000 мВт.	«OK» или «ERROR» (ошибка)
Настройки радиомодема	SL@R?	Получить значение RSSI (индикация мощности принимаемого сигнала) последнего полученного сообщения (дБм)	"-nnn dBm», nnn - десятичное значение напряженности поля между -80 дБм и -118 дБм. Значение доступно в течение 7 с после приема, после чего выдается ответ «<-118 дБм». SATELLINE-3AS Epic возвращает наибольшее значение из двух приемопередатчиков.
Настройки радиомодема	SL@S?	Получить значение режима совместимости радиопrotocolов	"0" = SATELLINE-3AS "1" = PasCrest-4FSK (опция 1) "2" = PasCrest-GMSK

			(опция 2) “3” = Trimtalk450s(P) (опция 3, прием подходит для модемов PacCrest) “4” = Trimtalk450s(T) (опция 4, прием подходит для модемов Trimble) “5” = PacCrest-FST (опция 5)
Настройки радиомодема	SL@S=x	Установить режим совместимости радиопrotocolов. Значение x: 0 = SATELLINE-3AS 1 = PacCrest-4FSK (опция 1) 2 = PacCrest-GMSK (опция 2) 3 = Trimtalk450s(P) (опция 3, прием подходит для модемов PacCrest) 4 = Trimtalk450s(T) (опция 4, прием подходит для модемов Trimble) 5 = PacCrest-FST (опция 5) 20 = 8 ЧМ, УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ОТКЛЮЧЕНА (только TR4) 21 = 8 ЧМ, УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА (только TR4) 22 = 16 ЧМ, УПРЕЖДАЮЩАЯ КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ВКЛЮЧЕНА (только TR4)	«ОК» или «ERROR» (ошибка)
Перезапуск	SL@X=n	Команда перезапуска. Значения n: - перезапуск модема	«ОК» или «ERROR», затем модем перезапускает необходимые блоки.
Тестирование	SL+P=xxxx	Получение измеренной мощности сигнала с удаленного модема, т.е. SL “ping” Значение xxxx [0000...ffff] определяет адрес удаленного модема	Ответ «ОК», за которым следует информация RSSI с удаленного модема

11 ИСТОРИЯ ВЕРСИЙ

История версий:

Версия:	Дата:	Примечания:
0.1	15.05.2013	Предварительный проект.
0.2	27.05.2013	Изменено ML
0.2	30.5.2013	Просмотрено отделом разработок
0.3	3.06.2013	Изменено ML
0.3	11.06.2013	Просмотрено JPu
0.4	12.06.2013	Проект новой версии 0.4 от ML
0.4	17.06.2013	Просмотрено отделом разработок
0.4	17.06.2013	Изменено ML
0.4	18.06.2013	Просмотрено отделом разработок
0,5	18.06.2013	Изменено KSu
0.6	19.06.2013	Изменено ML
0.7	23.08.2013	Обновленная информация в таблице для пар. 1.4 и в таблицах технических характеристик; обновленный ответ на команду SL для команды SL!H?.
1.0	03.10.2013	Добавлено описание режима экономии электроэнергии; обновлена таблица параметров синхронизации (в гл. 5). Общие модификации.
1.1	01.11.2013	Добавлены предупреждение о воздействии радиочастотного излучения и требования к маркировке главного устройства.
1.2	09.01.2014	Изменено предупреждение о воздействии радиочастотного излучения
1.3	14.05.2014	Обновлено изображение измерения.
1.5	07.05.2015	Скорректирована выходная мощность, добавлена декларация соответствия
1.6	22.05.2015 г.	Добавлена информация по режиму TR4
1.7	29.10.2015	Откорректирована таблица в главе 6.2
1.9	13.07.2016	Добавлена декларация соответствия и команды SL
2.0	13.04.2017	Добавлена глава 9 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ БОЛЕЕ НАДЕЖНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПО РАДИОКАНАЛУ
2.1	20.04.2017	Изменена глава 3.2
2.2	12.07.2017	Изменена глава 3.2