



**Приемник сигналов спутниковых
навигационных систем
ГЛОНАСС, GPS, Galileo
ML8089F**

Руководство по эксплуатации

Редакция 0.1
Предварительная

Санкт-Петербург
2017

Оглавление

Оглавление	2
Аннотация	3
История изменений	4
Перечень принятых сокращений.....	5
Общая информация	6
Технические характеристики приемника ML8089F.....	9
Габаритные размеры приемника ML8089F.....	11
Рекомендованное место для установки приемника ML8089F	12
Назначение выводов приемника ML8089F	13
Типовая схема подключения приемника ML8089F	14
Запуск модуля в рабочем режиме	17
Применение двух питающих напряжений.....	18
Применение одного питающего напряжения.....	18
Общие рекомендации	18
Управление приемником	20
Работа приемника в дифференциальном режиме.....	21
Включение в режим приема дифференциальных поправок.....	21
Переключение между режимами приёма группировок спутников	22
Упаковка.....	23
Упаковка в паллеты.....	23
Упаковка в ленты.....	25
Монтаж	28
Защита от электростатического напряжения	30
Техническое обслуживание	32
Текущий ремонт	33
Транспортирование и хранение	34

Аннотация

Данный документ предназначен для пользователей **Приемника сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F** – многоканального навигационного ГЛОНАСС/GPS/Galileo приемного устройства, выполненного на чипсете STA8089G семейства TeseoIII, и содержит общее описание, технические характеристики, указания по применению, правила эксплуатации, транспортирования и хранения.

История изменений

Номер редакции	Дата	Описание
0.1	Февраль 2017	Исходная версия документа

Перечень принятых сокращений

Ниже приведен перечень принятых сокращений:

- КА:** космический аппарат
- СНС:** спутниковая навигационная система
- НЗ:** навигационная задача
- ПК:** персональный компьютер
- ПО:** программное обеспечение
- СТ:** стандартной точности = **ПТ:** пониженной точности (устаревшее обозначение)
- NMEA:** полное название «**NMEA 0183**», текстовый протокол связи морского (как правило, навигационного) оборудования между собой (**National Marine Electronics Association**).

Общая информация

Приемник сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F (далее - приемник) предназначен для измерений текущих навигационных параметров и определения на их основе координат и скорости движения объекта.

Внешний вид приемника представлен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид приемника навигационного ML8089F (не в масштабе 1:1)

Приемник сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F (далее по тексту – приемник или модуль), предназначен для вычисления текущих координат и скорости объекта в реальном масштабе времени в автономном и дифференциальном режимах, формирования секундной метки времени и обмена данными с внешним оборудованием по последовательным портам. Принцип действия приемника основан на параллельном приеме и обработке 48-ми измерительными каналами сигналов навигационных КА СНС ГЛОНАСС в частотном диапазоне L1 (СТ-код), СНС GPS на частоте L1 (C/A код) и СНС Galileo на частоте E1. Результаты решения НЗ выдаются в формате сообщений NMEA или в специальном бинарном формате STBIN.

Аппаратная часть приемника ML8089F способна обрабатывать сигналы СНС BeiDou (Китай), однако в настоящее время программное обеспечение приемника способно обрабатывать одновременно сигналы GPS/Galileo+ГЛОНАСС или GPS/Galileo+BeiDou. Выпуск нового программного обеспечения приемника, поддерживающего одновременно все указанные группировки, ожидается в середине 2017 года.

Приемник навигационный ML8089F (далее – приемник) выполнен на основе современного чипсета (специализированного набора микросхем) STA8089G (STA8089GA), представляющего семейство так называемых «систем на кристалле» TeseoIII производства компании STMicroelectronics. В приёмниках применяется чипсет с внешней микросхемой флеш-памяти.

Приемник обладает высокой чувствительностью, малым энергопотреблением и малым временем старта. Существенным отличием приемника ML8089F от предыдущих моделей является поддержка работы с внешними датчиками по интерфейсной шине I2C. Также в модуле реализован более совершенный способ управления током, потребляемым от источника питания, в состояниях «сон» и «сброс», что позволяет существенно уменьшить потребляемую мощность по цепи питания.

Приемник имеет два для канала поиска (захвата), что позволяет осуществлять одновременный поиск спутниковых сигналов группировок ГЛОНАСС и GPS/Galileo, и 48 каналов для приема (сопровождения) спутниковых сигналов, что позволяет одновременно обрабатывать сигналы от большого количества спутников. Такое техническое решение обеспечивает быстрый старт и высокую стабильность решения навигационной задачи.

Структура этикетки (наклейки) приемника навигационного ML8089F приведена на рис. 2.

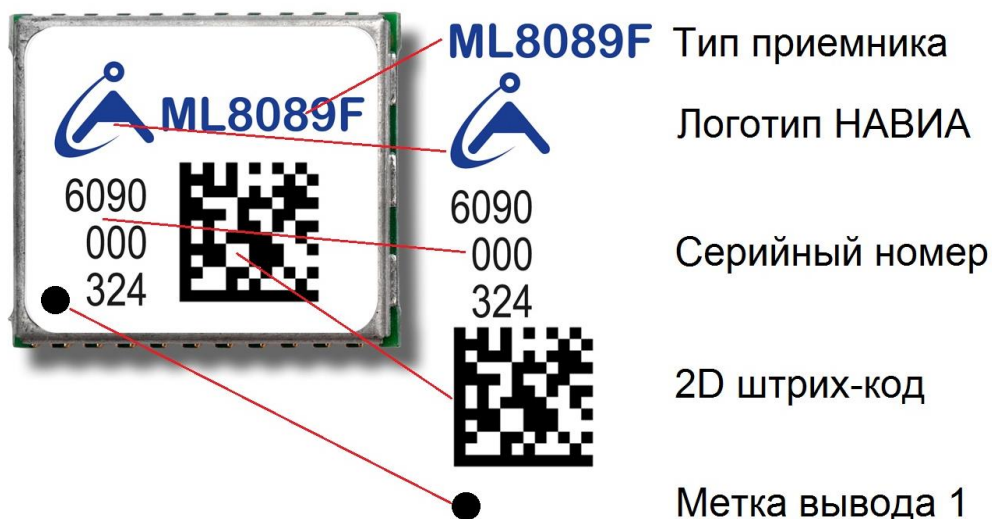


Рис. 2. Этикетка приемника навигационного ML8089F, расположение элементов.

Приемник позволяет применять для первичного поиска спутниковых сигналов специально подготовленную информацию, хранящуюся в памяти приемника, что позволяет сократить время холодного старта, а также, что существенно важнее, произвести холодный старт в условиях слабых сигналов от спутников. Специальная информация может быть подготовлена как внешними источниками (и передана на приемник по каналам связи), так и самостоятельно приемником. В последнем случае не требуется получение какой-либо дополнительной информации от внешних источников.

Приемник имеет встроенные средства подавления помех, что позволяет ему работать в условиях сложной помеховой обстановки.

Управление работой приемника осуществляется при помощи специальных ST GNSS NMEA команд.

Приемник оснащен двумя последовательными портами UART и одним портом I2C. Также имеются три дискретных порта ввода-вывода.

Для облегчения пользователям процесса освоения приемника ML8089F выпускаются два варианта демонстрационной платы для приемника ML8089F.

Плата демонстрационная для приемника ML8089F представляет собой **Приемник сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F**, смонтированный на плате и снабженный согласующими цепями и разъемами для подключения к аппаратуре пользователя. Плата совместима с приемниками ML8088 всех версий и ML8089F.

Упрощенная демонстрационная плата обеспечивает подключение к последовательным интерфейсам UART приемника, сигналам /RST, PPS и P3. Имеется световая индикация подачи питания на приемник.

Описание платы находится в документе «Демо плата ML8089F TO v1_0.pdf». Плата может подключаться к ПК или иному оборудованию для анализа работы приемника.

Внешний вид платы демонстрационной для приемника ML8089F приведен на рис. 3.



Рис. 3. Внешний вид платы демонстрационной для приемника ML8089F (не в масштабе 1:1).

В настоящее время начато производство новой отлаочно-демонстрационной платы для приемника ML8089F (также поддерживаются ряд приёмников предыдущих моделей). Описание платы «Версия 2» приведено в отдельном документе. Плата может выпускаться с маской синего или зеленого цвета.

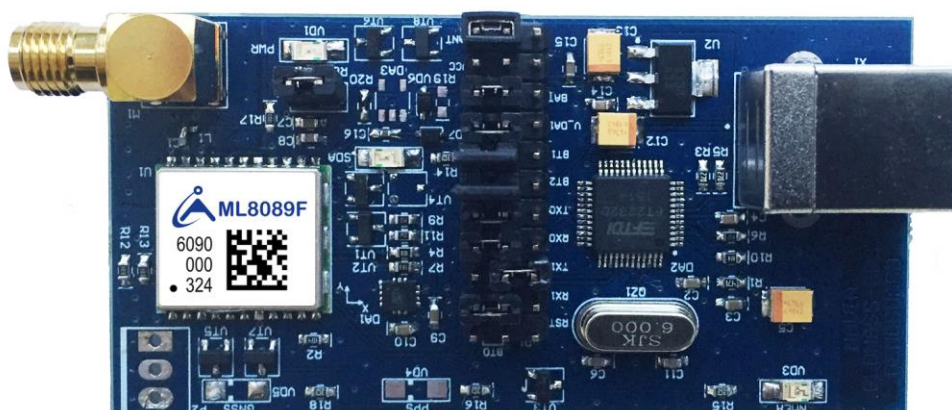


Рис. 3. Внешний вид платы демонстрационной «Версия 2» для приемника ML8089F (не в масштабе 1:1).

Перечень «Рекомендаций по применению» (Application Notes) для приёмника ML8089F постоянно обновляется и доступен на сайте разработчика.

<http://naviaglonass.ru/>

Технические характеристики приемника ML8089F

Параметр	Значение
Количество каналов сопровождения	48
Количество каналов захвата	2
Частотный диапазон GPS, МГц	L1 1575,42 ±0,5
Частотный диапазон ГЛОНАСС, МГц	L1 1597,5...1605,9
Частотный диапазон Galileo, МГц	E1 1575,42 ±1,5
Погрешность определения координат, по уровню 50%, м	1,5 в плане 3 по высоте
Погрешность определения плановой скорости, по уровню 50%, м/с	0,05
Погрешность синхронизации секундной сетки времени к шкалам времени GPS, ГЛОНАСС, UTC, TC(SU), по уровню 50%, нс	±15
Среднее время до первого место определения, при уровне сигнала -130дБм, с	34 холодный старт 33 теплый старт 1 горячий старт 1 повторный захват
Чувствительность по обнаружению, не хуже, дБм	-146 холодный старт -146 теплый старт -154 горячий старт
Прогнозирование спутниковой обстановки, суток	7 – внешний источник данных 5 – автономное прогнозирование
Объем передаваемых данных от внешнего источника прогнозирования спутниковой обстановки, килобайт	2
Чувствительность по слежению, навигационная задача не решена, дБм	-162 в статике -158 в динамике
Чувствительность по слежению, навигационная задача решена, дБм	-157 в статике -154 в динамике -150 в динамике (ошибка не более 30м)
Система подавления помех	3-уровневая, встроенная
Темп выдачи выходных данных, секунд	0,1...255
Динамика: Режим High Dynamics отключен ускорение, g скорость изменения ускорения, g/c	2 1
Динамика: Режим High Dynamics включен ускорение, g скорость изменения ускорения, g/c	5 4
Максимальная скорость, м/с	515
Максимальная высота, м	50000
Вычислительное ядро	ARM946
Частота работы процессора, МГц	48 (заводская установка), 96, 144, 192
Интерфейс обмена	2 x UART 3,3В LVCMOS
Интерфейс подключения датчиков	I2C
Выводы GPIO	3
Параметры секундной метки времени уровень длительность, мс	3,3В LVCMOS 500 по умолчанию (настраивается)
Сигнал GNSS status уровень период, секунды	3,3В LVCMOS 2 (опционально непрерывный)
Основное напряжение питания, В	3,0...3,6
Резервное напряжение питания, В	2,0...3,6
Уровень устойчивости к ESD по IEC 61000-4-2 антенный вход остальные выводы	3 (8kV воздушный разряд) 1 (2kV воздушный разряд)

Приемник навигационный
ML8089F
Руководство по эксплуатации 0.1



Параметр	Значение
Ток потребления по цепи питания +3,3В, типовой, мА	поиск 70 (GPS), 90 (ГЛОНАСС+GPS) слежение 35 (GPS), 50 (ГЛОНАСС+GPS) сон 0,1
Ток потребления по цепи внешней резервной батареи, типовой, мкА	10
Размеры номинальные (длина x ширина x высота), мм ³	15x13x2,55
Допустимое отклонение размеров, не более, мм	0,2
Масса, не более, г	2
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+80

Габаритные размеры приемника ML8089F

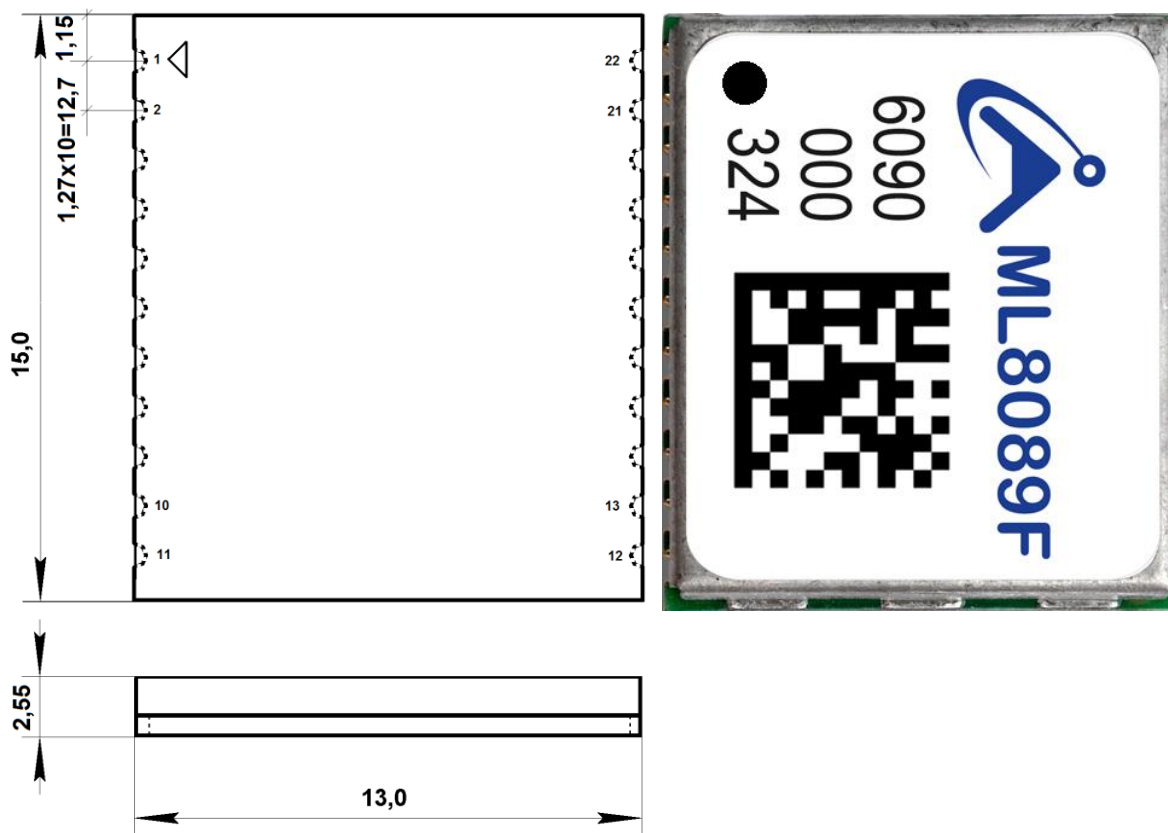


Рис.5. Габаритные размеры приемника ML8089F.

Габаритные размеры приемника приведены на рис.5.

Контактные площадки показаны пунктирной линией. Метка первого вывода выполнен в виде точки на налейке и треугольника на нижней стороне платы приемника. Номера контактов показаны условно.

Рекомендованное место для установки приемника ML8089F

Рекомендованное расположение контактных площадок для установки ML8089F на печатную плату пользователя приведено на рисунке. 9. Все размеры: в миллиметрах.

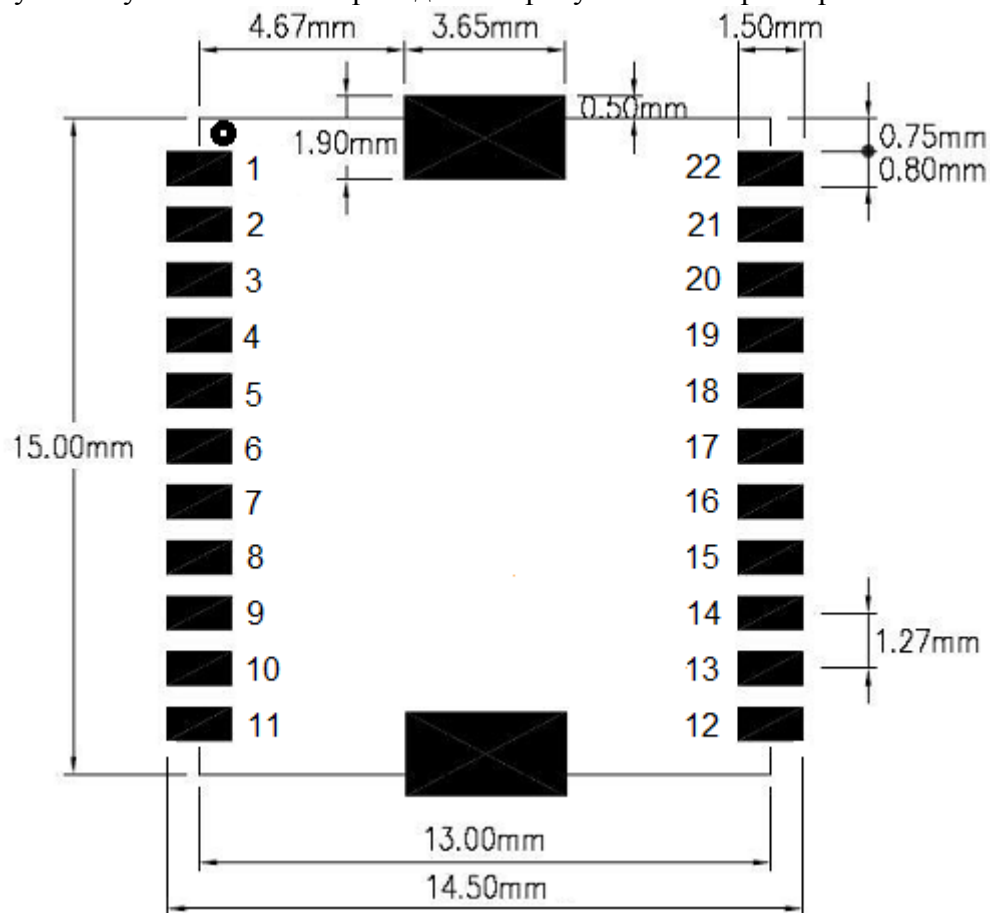


Рис.6. Рекомендуемое расположение контактных площадок для установки приемника ML8089F. Номера выводов и метка первого вывода показаны условно.

Под модулем не допускается проведение сигнальных цепей. Рекомендуется свободное место под модулем заполнить полигоном GND. Контактные площадки, расположенные в центре коротких сторон приемника, предназначены для увеличения механической прочности фиксации приемника на плате конечного устройства и соединены с цепью GND.

Примечание. Допускается не формировать и/или не подключать контактные площадки, расположенные на коротких сторонах приемника в приложениях, не требующих особо высокой механической прочности.

Назначение выводов приемника ML8089F

Описание сигнала	Тип	Номер контакта	Обозначение	Дополнительная функция
Общий высокочастотной части	Power	20, 22	RF_GND	
Общий цифровой части	Power	6, 17	GND	
Вход антенны	Analog	21	IN_RF	
Питание +3,3В	Power	13	V_IN	
Питание цепи резервной батареи	Power	12	V_RTC	
Выход UART1 (NMEA)	In/Out	4	TX1	
Вход UART1 (NMEA)	In/Out	5	RX1	
Выход UART0	In/Out	2	TX0	GPIO7,
Вход UART0	In/Out	1	RX0	
Вывод GPIO29	In/Out	14	P1	UART2_TX, Boot0
Вывод GPIO28	In/Out	15	P2	UART2_RX,
Вывод I2C SCL	In/Out	16	CLK	GPIO8,
Вывод I2C SDA	In/Out	19	SD	GPIO9,
Сигнал метки времени,	In/Out	3	PPS	GPOI1, Boot3
Вывод GPIO0	In/Out	8	P3	Статус приема GNSS status
Аппаратный сброс модуля	In	18	/RST	
Не подключено	---	7, 9, 10, 11	NC	

Жирным шрифтом выделены состояния двунаправленных выводов в режиме функционирования приемника «работа».

Типовая схема подключения приемника ML8089F

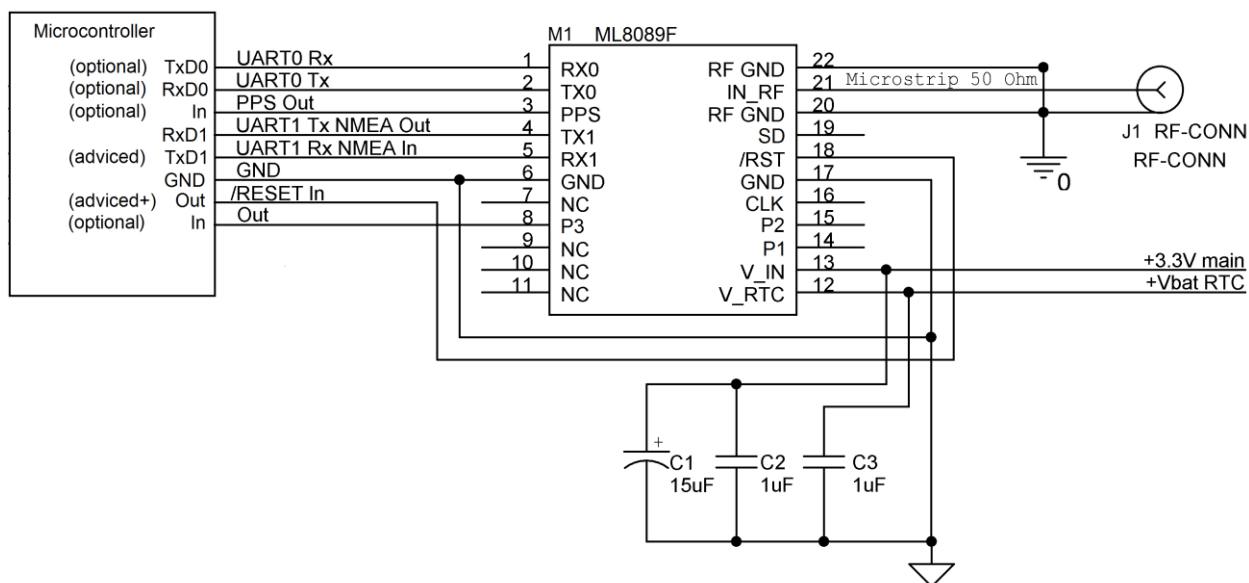


Рис.7. Типовая схема включения приемника ML8089F с передачей данных NMEA по UART1.

На рисунке 7 приведена типовая схема включения приемника ML8089F с передачей данных NMEA по каналу UART1.

Напряжение питания модуля $V_{cc} = 3,0...3,6$ В подается на контактную площадку 13 (V_IN). На схеме подключения данная цепь обозначена **+3.3V main**.

Напряжение от резервной батареи в диапазоне $V_{bat} = 1,6...4,3$ В должно быть подано на контактную площадку 12 (V_RTC). На схеме подключения данная цепь обозначена **+V_{bat} RTC**. Эксплуатация приемника без подачи напряжения питания на вывод 12 невозможна. Если резервная батарея в конструкции конечного устройства не предусмотрена, следует подать на этот вывод напряжение с неотключаемой линии питания или соединить его с выводом 13.

Рекомендуется поддерживать V_{bat} постоянно для обеспечения работы встроенных часов и памяти модуля.

Аппаратный сброс модуля производится подачей импульса низкого логического уровня /Reset на контактную площадку 18 (вход /RST), обозначение на схеме **/RESET In**. Также аппаратный сброс вырабатывается модулем при подаче напряжений питания сигнала $+V_{bat}$ и V_{cc} .

Антенна (активная или пассивная) подключается к контакту 21 (IN_RF). На схеме подключения антенный разъем обозначен **J1**. Проводник, соединяющий 21 контакт приемника и антенну, должен быть выполнен в виде микрополосковой линии с волновым сопротивлением 50 Ом. Контакты 20 и 22 (RF GND) модуля представляют собой цепь высокочастотной «земли» для контакта 21 (на схеме условно обозначены символом «заштрихованной» земли).

Питание на активную антенну для приема сигналов от спутников подается через встроенные цепи модуля. Цепь питания активной антенны защищена самовосстанавливающимся предохранителем с максимальным непрерывно протекающим током 100мА (от 150мА при -40°C до 30мА при $+85^{\circ}\text{C}$). В случае применения активной антенны источник питания модуля должен обеспечивать ток, соответствующий суммарному току потребления модуля и антенны. Рекомендуется применять антенны с током потребления, не превышающим 15мА.

Средний ток короткого замыкания в цепи антенного вывода составляет 100мА. Следует иметь в виду, что этот ток будет добавлен к току, потребляемому собственно модулем.

Выходной сигнал в виде последовательности сообщений NMEA выдается через последовательный порт UART1 (сигнал TX1 контакт 4, сигнал RX1 контакт 5). На данном порте сообщения NMEA присутствуют в состоянии заводской поставки. Эти сигналы на схеме обозначены **UART1 Tx NMEA Out** и **UART1 Rx NMEA In** соответственно.

В состоянии заводской поставки скорость обмена установлена 115200 Бод. Настройка скорости обмена по последовательному порту UART, выбор группировок спутников ГЛОНАСС, ГЛОНАСС/GPS или GPS и прочие установки выполняются при помощи подачи на модуль специальных NMEA-подобных сообщений.

На контакты 1 и 2 приемника выведены сигналы порта UART0 (сигнал TX0 контакт 2 и сигнал RX0 контакт 1). Данный порт в состоянии заводской поставки предназначен для программирования внутренней флеш-памяти приемника. В зависимости от программных установок модуля, данный порт может быть применен для передачи в приемник информации о дифференциальных поправках, получения NMEA сообщений, загрузки информации о спутниковой обстановке и др. Эти сигналы на схеме обозначены **UART0 Tx** и **UART0 Rx** соответственно.

Сигналы интерфейса I2C SCK и I2C SDA выведены на контакты 16 и 19 соответственно. Этот интерфейс может применяться для подключения к модулю различных датчиков, например, акселерометра, гироскопа, магнитометра и так далее. На схеме данные сигналы обозначены как CLK и SD соответственно. Данные

Сигналы дискретных портов ввода-вывода подключены к выводу 14 - P1 (внутреннее назначение GPIO29), выводу 15 - P2 (внутреннее назначение GPIO28) и выводу 8 - P3 (внутреннее назначение GPIO0). Назначение данных портов ввода-вывода определяется программным обеспечением, работающем в приемнике.

Сигнал метки времени PPS выведен на контакт 3. Этот сигнал может применяться аппаратурой потребителя для осуществления точной привязки времени прибора к стандартному времени UTC. На схеме подключения этот выходной сигнал обозначен **1PPS Out**.

Сигнал на выводе P3 (контактная площадка 8) определяется версией программного обеспечения, работающего в приемнике. В частности, на этом выводе может присутствовать сигнал статуса приема. В схеме данный сигнал обозначен **Out**.

Цепь GND (Общий) (контакты 6 и 17) должна быть подключена к цепи **GND** (Общий) внешнего устройства, в котором применяется модуль.

Цепи GND и RF_GND (на схеме обозначена «заштрихованной землей») объединены внутри модуля и не должны иметь связи друг с другом вне модуля во избежание снижения качества приема сигналов от антенны.

Выводы модуля, обозначенные как NC (not connected, не подключены) не должны иметь электрического контакта как между собой, так и с любыми цепями и элементами устройства, в котором применяется приемник.

Внимание! При работе приемника с источником сигнала, имеющим низкое выходное сопротивление по постоянному току (антенны и приборы с трансформаторным выходом, пассивные антенны с короткозамкнутым элементом и так далее) и/или имеющим постоянное напряжение на выходе (некоторые типы антенных усилителей, измерительные приборы или пробники и так далее), следует поставить разделительный конденсатор в разрыв микрополосковой линии. В противном случае возможны перегрузка по току источника сигнала и/или срабатывание самовосстанавливающегося предохранителя и перегрев приемника, что может привести к сокращению срока службы. Достаточно использовать ВЧ конденсатор ёмкостью 100...200 пФ, включённый последовательно в цепь IN_RF модуля.

Такой же способ отделения постоянной составляющей от входа приемника следует применять в случае подачи питания на активную антенну от внешнего (по отношению к модулю) источника.

Внимание! В случае некорректного переключения приемника в режим обмена сообщениями NMEA по каналу USB (не поддерживается аппаратно) подача команд на приемник осуществляется также по **несуществующему** каналу USB. В этом случае приемник будет невозможно переключить обратно в режим обмена по UART. Единственным способом возвращения приёмника в первоначальное состояние остается полная смена внутреннего программного обеспечения приемника.

Внимание! Приемник не может работать без подачи питания на вывод 12 (V_RTC). Следует учитывать, что ток потребления по этой линии во время нормальной работы приемника может превышать ток, указанный в данном Руководстве (указанное значение относится к режимам «сон» и «работа при наличии только V_{bat} »).

Запуск модуля в рабочем режиме

Основной режим функционирования модуля – решение навигационной задачи «*работа*».

В отдельных случаях пользователю может потребоваться смена встроенного программного обеспечения на новую версию. Для этого предназначен режим загрузки нового программного обеспечения во встроенную флеш-память «*программирование*».

При включении питания V_{cc} модуль, подключенный только к цепям GND и V_{cc} (выводы 12 и 13 объединены), переходит в режим «*работа*». Для того, чтобы модуль работал в этом же режиме в составе конечного устройства, следует выполнить несколько несложных условий:

1. Наличие питающего напряжения V_{bat} обязательно.

В случае отсутствия в устройстве отдельного напряжения для питания часов реального времени модуля следует соединить V_{cc} и V_{bat} на плате конечного устройства (объединить выводы модуля 12 и 13).

2. Для корректного запуска модуля в режиме «*работа*» следует **исключить влияние внешних цепей, подключенных к выводам P1 и PPS (выводы 14 и 3 модуля соответственно).**

Несоблюдение этого требования приведет к невозможности корректного запуска внутреннего программного обеспечения модуля.

Не полностью исключенное воздействие должно превышать 3мкА.

Утечка с вывода P1 на линию V_{cc} , не превышающая 1мА, не оказывает влияния на запуск.

Удачным примером технического исполнения служит перевод в высокоимпедансное состояние (Z-состояние или состояние «Вход» при отключенных резисторах «подтяжки» PullUp или PullDown) цепей, подключенных к контактам P1 и PPS во время подачи импульса на вход /RST или включения питания (если подается только напряжение питания модуля V_{cc} на объединенные выводы 12 и 13, а импульс /Reset не формируется). Указанные состояния следует удерживать в течение не менее 20мс после окончания подачи низкого уровня на входе /RST или завершения процесса включения напряжения питания V_{cc} при вышеописанной схеме включения.

Следует принять во внимание недопустимость утечек через цепи защиты подключенных выводов от перенапряжений при напряжении питания узлов, подключенных к приемнику, ниже значения V_{cc} (например, в некоторых изделиях при работе от батареи для снижения потребляемой энергии микроконтроллер переводится на питание напряжением 1,8В или ниже).

3. Длительность переходного процесса включения питания V_{cc} модуля **не должна превышать 4мс.**

Рекомендуется выдерживать длительность переходного процесса нарастания напряжения питания от 0,6В до 3,0В в пределах 0,5...4мс. При более длительном нарастании требуется подача внешнего сигнала /RST.

4. Нежелательно наличие напряжений на выводах модуля (кроме V_{bat}) при выключенном V_{cc} .

Наличие напряжений на выводах модуля при выключенном V_{cc} может вызвать коллизию «фантомное питание», при которой после включения V_{cc} не произойдет штатного запуска работы программы модуля. В этом случае потребуется подача сигнала /RST.

Импульс на вход /RST может быть подан для рестарта внутренней программы модуля в любой момент работы модуля.

Возможны два варианта схемы включения модуля – с применением обоих питающих напряжений V_{cc} и V_{bat} и с применением только одного питающего напряжения V_{cc} (без применения V_{bat}).

Применение двух питающих напряжений.

Достоинством применения двух напряжений питания является сохранение приемником содержимого оперативной памяти и показаний часов реального времени, находящихся в части чипсета, получающей питание от V_{bat} . При этом приемник сохраняет возможность стартовать максимально быстро.

При одновременном включении обоих питающих напряжений V_{bat} и V_{cc} приемник стартует без необходимости подачи дополнительных сигналов, если время нарастания напряжения питания V_{cc} не превышает 5мс. Если время нарастания превышает это значение, может потребоваться подача сигнала сброса на вход /RST.

При подаче сначала V_{bat} , а затем V_{cc} , приемник также стартует автоматически, если время нарастания напряжения питания V_{cc} не превышает 5мс.

При подаче сначала V_{cc} , а затем V_{bat} , старт приемника также происходит, однако данная последовательность подачи напряжений не рекомендована производителем чипсета, поэтому ее следует исключить схемотехнически и/или программно.

Применение одного питающего напряжения.

В случае применения модуля в схеме включения с объединенными выводами 12 и 13 в состоянии «питание выключено» часы реального времени и оперативная память сбрасываются. По этой причине последующий старт приемника будет производиться с использованием данных, сохраненных в его флеш-памяти. Старт, даже при очень коротких периодах отключения питания, будет несколько затянут (4...6 секунд вместо 1...2 секунд при постоянной подаче батарейного питания).

В конечных устройствах, обеспечивающих продолжительность переходного процесса включения питания V_{cc} до 5мс, модуль в схеме включения с одним питающим напряжением применяется без подачи сигнала сброса на вход /RST.

В устройствах с большей длительностью процесса включения питания рекомендуется подавать сигнал сброса на вход /RST после окончания переходных процессов в цепи питания V_{cc} и установления последнего на уровне не ниже 3,0В.

Общие рекомендации

В любом случае настоятельно рекомендуется предусмотреть в конечном устройстве формирование сигнала /Reset. Рекомендуемый алгоритм применения этого сигнала таков: при отсутствии ожидаемой активности на линии приемника TX1 в течение 30 секунд формируется сигнал /Reset. Таким образом устройство пользователя может восстановить корректное функционирование навигационного приемника даже в случае возникновения неполадок в работе, например, из-за помех по питанию.

Как и для большинства других электронных устройств, выводы управляющей системы ни в какой момент времени не должны быть источниками питания модуля (т.н. «фантомное питание»), то есть напряжения на выводах PPS, P1, P2, P3, SD, CLK, TX0, RX0, TX1 и RX1 не должны превышать напряжение питания модуля в любой момент времени. Естественно, при отключенном V_{cc} напряжение на указанных выводах должно отсутствовать – к примеру, выводы переключены в высокоимпедансное состояние «Z state», режим входа или в состояние «Логический 0», на них должна отсутствовать подтяжка к напряжению питания («PullUp»). В случае случайного возникновения коллизии «фантомное питание» следует полностью снять напряжения со всех выводов модуля, включая V_{bat} и V_{cc} , на время не менее 3 секунд. Признаком коллизии «фантомное питание» служит отсутствие активности на выходе модуля (нет данных при нормальных

установках) даже после неоднократной подачи сигнала сброса /Reset (три...пять импульсов /Reset не привели к восстановлению нормальной работы).

Следует иметь в виду, что в модуле может быть программно установлен период формирования выходных сигналов, отличный от «1 раз в секунду», например, 1 раз в 10 секунд, 1 раз в 30 секунд и так далее. Более того, возможен циклический режим работы, при котором модуль погружается в сон на определенное время, например, на пять минут, после чего автоматически пробуждается, определяет местоположение, передает информацию и засыпает. В этом случае во время сна модуль не передает информацию на выход и не реагирует на команды, подаваемые на вход, в результате чего модуль будет выглядеть «зависшим».

Управление приемником

Управление работой приемника осуществляется как при помощи аппаратных средств, так и при помощи специальных команд, подаваемых на приемник.

При помощи аппаратных средств осуществляется аппаратный сброс и выбор режима функционирования работа/программирование.

Аппаратный сброс приемника осуществляется путем подачи импульса низкого логического уровня на вход /RST. Параметры импульса приведены выше.

Выбор режима функционирования работа/программирование осуществляется путем подачи соответствующих логических уровней на контакт P1 (вывод 14) во время формирования импульса аппаратного сброса приемника.

Для обеспечения функционирования приемника в режиме **«работа»** следует во время формирования импульса аппаратного сброса приемника и в течение не менее 20 миллисекунд после его окончания удерживать вывод P1 в состоянии «не подключено», «вход» или «высокое входное сопротивление (Z-состояние)».

Для перевода приемника в режим **«программирование»** следует во время формирования импульса аппаратного сброса приемника и в течение не менее 20 миллисекунд после его окончания удерживать вывод P1 в состоянии «0 (низкий логический уровень)».

Для управления программными режимами и параметрами приемника предназначен набор специальных команд, имеющий NMEA-подобный форма. Команды подаются на вход RX1. Описание команд приведено в документе «Набор NMEA команд приемников ML8089F.pdf» или аналогичном англоязычном документе (актуальная версия доступна для разработчиков по запросу).

Большинство настроек приемника осуществляется программы путем при помощи изменения так называемых «параметров». В документации они обозначаются как CDB-ID xxx, например, параметр CDB-ID 101 описывает номер аппаратного порта для вывода навигационных данных в формате NMEA.

Набор команд и назначение параметров приемника ML8089F описан в документе «ML8089F команды AppNote 1_0.pdf» или последующих его версиях.

Работа приемника в дифференциальном режиме

Дифференциальный режим предназначен для существенного повышения точности определения местоположения приемником. Это повышение точности достигается за счет:

- Использование поправок, передаваемых спутниками SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, QZSS)
- Использование поправок, передаваемых в модуль по протоколу RTCM SC-104

Повышение точности за счет учета условий распространения радиоволн составляет примерно 20% при работе со спутниками SBAS и примерно 40% при применении локальных корректирующих станций и передаче поправок в формате RTCM SC-104.

Включение в режим приема дифференциальных поправок

- сделать необходимые программные установки
- подать сигнал дифференциальной коррекции
- убедиться, что приемник учитывает корректирующий сигнал

Ниже приведены рекомендуемые программные установки для включения приемника в дифференциальный режим

- параметр CDB-ID 128 0x3 (источники и SBAS, и RTCM)
- параметр CDB-ID 138 0x0 (номер порта для RTCM)
- параметр CDB-ID 139 0xA (скорость обмена порта RTCM)
- параметр CDB-ID 200, биты
 - SBAS ENABLE 0x4
 - сообщения SBAS 0x8 (если необходимы)
 - RTCM ENABLE 0x800
 - SBAS AUTOSEARCH 0x10000000

Значения параметров CDB-ID 128, 138 и 139 по умолчанию SBAS+RTCM, UART0, 115200

Приемник обрабатывает сообщения RTCM SC-104 версии 2.3 с идентификаторами 1 и 9.

Внимание! Уровни сигнала RTCM SC-104 на входе приёмника должны соответствовать 3,3В LVCMOS UART.

При работе приемника в дифференциальном режиме в сообщении \$GPGGA поле GPSQual будет иметь значение 2.

Переключение между режимами приёма группировок спутников

Приемник может функционировать в нескольких различных режимах (приведены основные):

1. Комбинированный ГЛОНАСС+GPS – даёт максимальную точность и устойчивость приёма особенно в условиях плотной городской застройки
2. Только ГЛОНАСС
3. Только GPS

Переключение между режимами осуществляется путём отправки в модуль через NMEA вход команд типа \$PSTMxxxx с последующим обязательным аппаратным сбросом модуля при помощи подачи импульса низкого уровня на 18-й контакт или выключения питания. **Невыполнение этого правила приводит к некорректной работе приемника и возможному его «зависанию»**

Наборы команд для переключения:

1. Комбинированный режим ГЛОНАСС+GPS:
\$PSTMSETPAR,1200,00630000,1*
\$PSTMSAVEPAR
2. Только ГЛОНАСС:
\$PSTMSETPAR,1200,00410000,2*
\$PSTMSETPAR,1200,00220000,1*
\$PSTMSAVEPAR
3. Только GPS:
\$PSTMSETPAR,1200,00220000,2*
\$PSTMSETPAR,1200,00410000,1*
\$PSTMSAVEPAR

Данный метод переключения обеспечивает лучшие параметры энергопотребления за счет аппаратного отключения неиспользуемого канала приема.

Программное обеспечение приемника имеет дополнительный метод переключения обрабатываемых сигналов спутниковых группировок:

1. Комбинированный режим:
\$PSTMSETCONSTMASK,3
2. Только ГЛОНАСС:
\$PSTMSETCONSTMASK,2
3. Только GPS:
\$PSTMSETCONSTMASK,1

Данный метод переключения не требует сброса (перезапуска) модуля и позволяет выбирать группировки в реальном времени, не затрачивая на это лишнего времени. Аппаратного отключения неиспользуемого канала приема не производится, поэтому на энергопотребление данный метод переключения влияет слабо.

Следует иметь в виду, что после сброса или выключения питания приемник будет обрабатывать те спутниковые группировки, которые были установлены на заводе (фабричные установки) или, если они изменялись при помощи команды \$PSTMSETPAR, последние сохраненные в памяти приемника.

Приемник поддерживает также спутниковые группировки Galileo, QZSS и BeiDou. Информация о командах включения этих группировок доступна по запросу. Следует иметь в виду, что модуль может одновременно поддерживать или ГЛОНАСС, или BeiDou.

Упаковка

Приемники ML8089F разработаны как изделия, предназначенные для установки на платы конечного устройства (ОЕМ изделия). Они выпускаются в двух вариантах упаковки – на паллетах и в ленте.

На ряде фотографий показаны модули ML8088sE, имеющие такие же размеры и форму, что и ML8089F, и упаковываемые в идентичную тару.

Упаковка в паллеты.

Модули упаковываются в паллеты по 40 штук.

Пакет из 11 паллет с модулями (440 штук) закрывается пустым паллетом и упаковывается в картонную коробку с индикатором влажности и пакетом с влагопоглотителем.

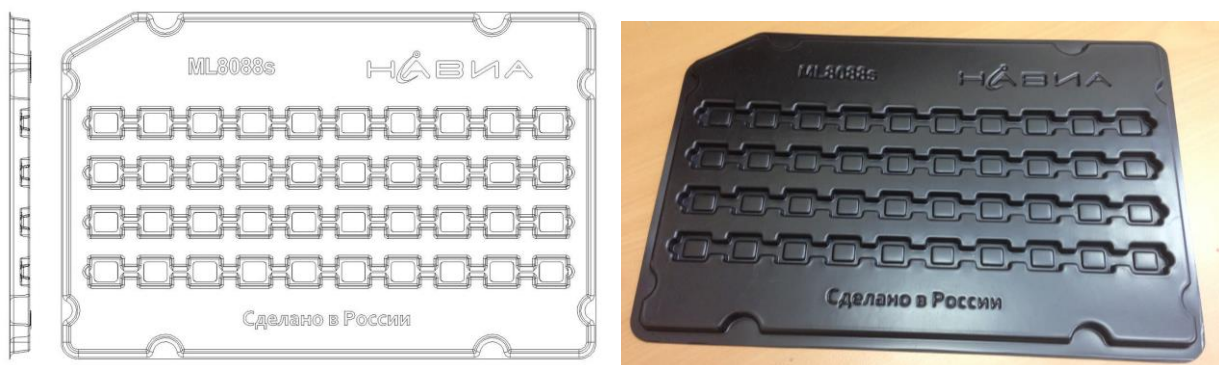


Рис. 10 Внешний вид пустой паллеты



Рис. 11. Внешний вид паллеты с приемниками.



Рис. 12. Внешний вид пакета паллет.



Рис. 13. Пакет паллет в малой картонной коробке.

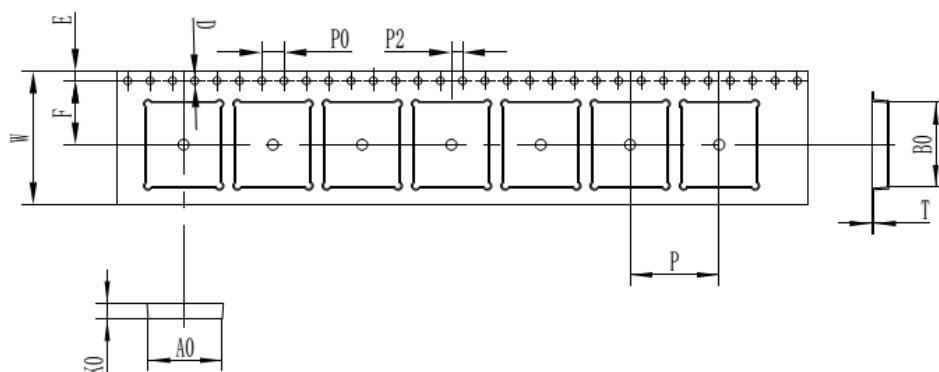
Коробки с модулями помещаются в пластиковый пакет, вакуумируются и завариваются. Размер коробки 300*200*60мм³, вес примерно 1кг.



Рис. 14 Малая картонная коробка в вакуумной упаковке.

Упакованные коробки с модулями помещаются в большие картонные коробки. Размер большой коробки зависит от размера партии (от 4 до 8 малых коробок в одной большой).

Упаковка в ленты.



ITEM	W	A0	B0	K0	E	F	P	P0	P2	D	T
DIM	24.0±0.1	13.30±0.1	15.25±0.1	2.79±0.1	1.75±0.1	11.5±0.1	16.00±0.1	4.00±0.1	2.00±0.1	Ø1.5±0.1	0.3±0.05

Рис. 15. Размеры упаковочной ленты и ячеек для упаковки приемников.

Примечания:

1. Взаимная погрешность размера P для десяти последовательных ячеек не превышает ±0,2мм.
2. Коробление ленты не превышает 1мм на каждые 100мм.
3. Погрешность внутренних размеров ячейки не превышает ±0,15мм.
4. Размеры ленты соответствуют международному стандарту EIA-418-3.
5. Все неуказанные размеры имеют погрешность ±0,2мм.

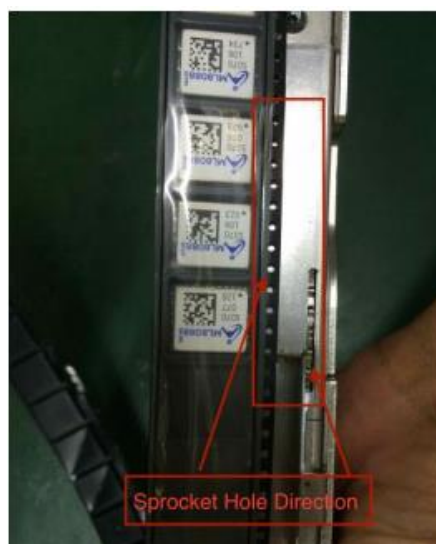
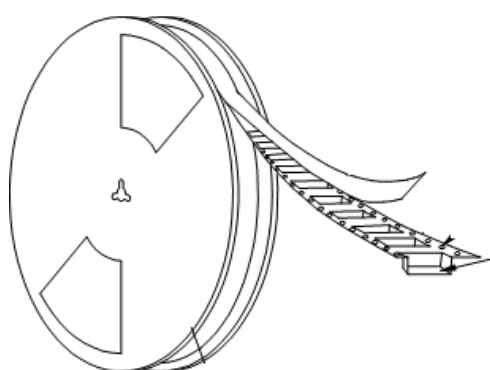
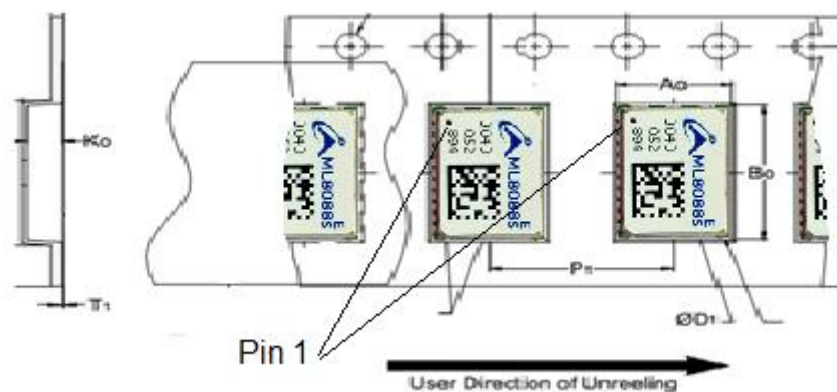


Рис.16. Направление размотки ленты и положение первого вывода приемника ML8089F в ленте.

Катушка с лентой содержит 1000 модулей. В начале и конце ленты оставлено по 20 свободных (пустых) ячеек для заправки в питатель установщика, устанавливающего приемники на печатную плату изделия пользователя.

Упаковка катушек с лентой

Катушка с лентой упаковывается в пластиковый пакет с влагопоглотителем и индикатором влажности, после чего пакет вакуумируется и заваривается.



Рис.17. Упакованная катушка с лентой. Индикатор влажности и пакет с влагопоглотителем.

Маркировка.

Маркировка катушек с лентой осуществляется с помощью наклейки. Размер наклейки 80*50мм².



Рис.18.Маркировочная наклейка.



Рис.18.Расположение маркировочных наклеек на катушке и упаковочном пакете.

Упаковка катушек в коробки.

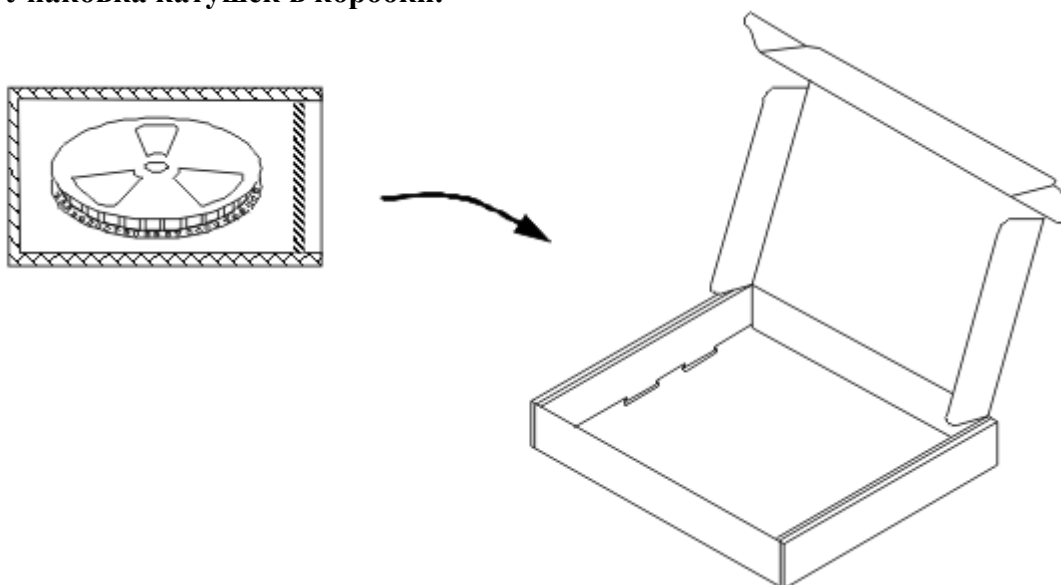


Рис.19. Упаковка катушки с лентой в картонную коробку.

Размеры картонной коробки для упакованной катушки с лентой
(365±5)*(347±3)*(60±2)мм³, вес примерно 2,5кг.

Пять коробок с катушками (т.е. 5000 приемников) упаковываются в одну большую картонную коробку.

Размеры большой коробки: 340x400x360мм³

Маркировка коробки осуществляется наклейкой специальной этикетки.

P/N# ML8089F Package: Tape and Reel Delivery date: CTN#1/up

Рис.20. Этикетка на большой картонной коробке.

Монтаж

Приемники ML8089F разработаны как изделия, предназначенные для установки на платы конечного устройства (ОЕМ изделия).

Приемники разработаны для установки в качестве компонентов как на линии автоматизированного монтажа, так и для ручного монтажа, и пайки как свинцовосодержащими, так и бессвинцовыми паяльными пастами и/или припоями.

При ручном монтаже следует производить пайку при помощи заземленного паяльника, нагретого до температуры жала не выше 240°C , продолжительность касания одного вывода не должна превышать 3 секунд. Интервал между пайками соседних выводов должен быть не менее 2 секунд, между повторными пайками одного и того же вывода – не менее 30 секунд.

Температурный профиль пайки приемников бессвинцовыми пастами при автоматизированном монтаже приведен на рисунке Рис.21. Скорость охлаждения не должна превышать 3°C в секунду. График термопрофиля в случае применения свинцовосодержащих паст будет аналогичным по внешнему виду, но для выбора значений температуры и времени каждого из этапов следует руководствоваться документацией фирм-производителей для соответствующих паст.

При двустороннем монтаже плат приемники должны устанавливаться на ту сторону, которая монтируется и паяется в заключительном проходе через печь оплавления, т.к. в противном случае металлические экраны, установленные на платы приемников, могут оторваться от мест пайки и упасть внутрь печи.

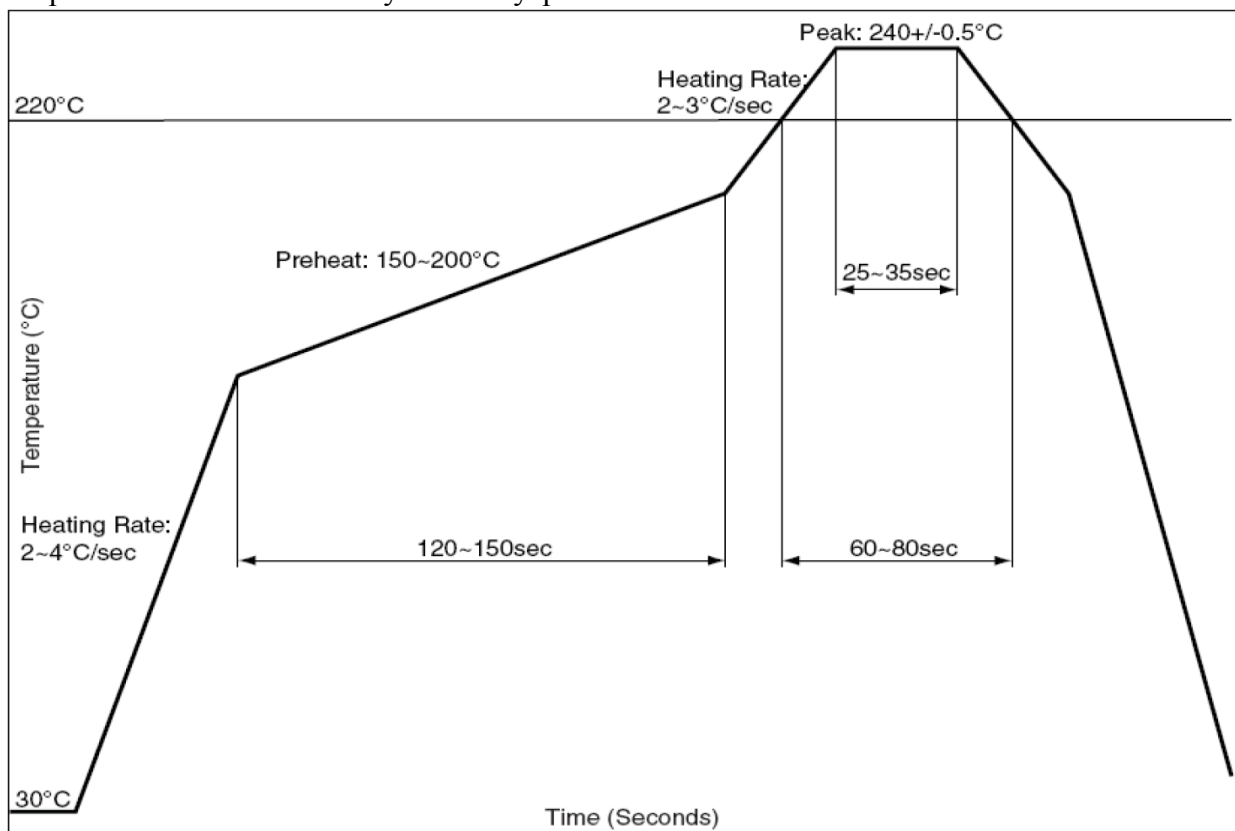


Рис. 21. Температурный профиль при пайке приемников бессвинцовыми пастами.

При демонтаже приемников с платы конечного изделия не допускается нагревать их до температуры, превышающей 250°C , время нахождения при температуре выше 230°C не должно превышать 40 секунд. В случае перегрева работоспособность демонтированных приемников может быть нарушена.

Изделия, демонтированные с явными следами перегрева и/или механических повреждений, не подлежат ремонту или замене в рамках гарантийных обязательств.

Также не подлежат ремонту или замене в рамках гарантийных обязательств демонтированные изделия, состояние которых не позволяет произвести анализ их работоспособности (отрыв дорожек или контактных площадок, сдвиг компонентов или экрана, излишки припоя на площадках и/или выводах, не позволяющие вставить изделие в тестовое оборудование).

Защита от электростатического напряжения

Приемник сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F как в виде одиночных приемников ML8089F, так и в виде устройства, установленного на печатной плате, являются изделиями, чувствительными к электростатическому разряду.

Перед применением изделий следует внимательно ознакомиться с требованиями по защите от электростатических разрядов!

Приемники ML8089F снабжены цепями защиты от электростатических разрядов, однако при несоблюдении требований по работе с ESD чувствительными изделиями могут быть сгенерированы напряжения, превышающие возможности защитных цепей. Следует иметь в виду, что максимальное значение напряжения статического электричества сильно зависит от относительной влажности воздуха (% RH) и материалов, с которыми контактирует работник.

Следует учитывать, что различные источники электростатического разряда могут иметь совершенно разные разрядные характеристики и, соответственно, существенно различаться по уровню опасности для ESD чувствительных устройств. На практике применяются несколько типов разрядных характеристик, описываемых и имитируемых различными так называемыми моделями источников электростатического разряда.

Одним из самых «мягких» является модель человеческого тела «Human Body Model» (HBM), одной из самых жестких – модель машины или механизма «Machine Model» (MM). Величины напряжений по моделям HBM и MM, наносящие примерно идентичные повреждения ESD чувствительным устройствам, в среднем отличаются в 11 (одиннадцать) раз. То есть изделие, имеющее стойкость к ESD по модели HBM 2000В может иметь стойкость по модели MM ниже 200В.

Человек, прикасающийся рукой (непосредственно кожным покровом) к устройству, соответствует модели HBM. Тот же человек, прикасающийся к устройству удерживаемым в плотно сжатой руке неизолированным инструментом, соответствует более жесткой модели источника.

Приемник ML8089F снабжен цепями защиты от электростатических разрядов, обеспечивающими стойкость по стандарту IEC 62000-4-2 8кВ воздушного разряда для антенного входа (вывод 21) и 2кВ воздушного разряда для остальных выводов.

Примерные значения генерируемого статического напряжения

Источник генерируемого напряжения	Величина напряжения	
	10-25% RH	65-90% RH
• Проход по полу, покрытому		
– виниловой плиткой	6,000V	100V
– ковром, ковровином	35,000V	1,500V
– обычным линолеумом	12,000V	250V
– антистатическим линолеумом	100V (max)	20V (max)
• Работник за столом		
– стандартное покрытие	6000V	100V
– антистатическое покрытие	50V (max)	10V (max)
• Стул с полиуретановым сидением	18,000V	1,500V
• Полиэтиленовый пакет, взятый со стола	20,000V	1,200V

Красным выделены значения напряжений, превышающие возможности ESD защиты изделий по антенному выводу, **коричневым** – по остальным выводам.

ГОСТ 51317-4-2-2010 приводит более высокие максимальные значения напряжения (до 4кВ), до которого может быть заряжен оператор, контактирующий с антистатическими материалами, однако эти заряды быстро уменьшаются до минимальных

значений при правильной организации рабочих мест (ГОСТ Р 53734.5.2-2009 Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Руководство по применению).

Если не имеется гальванического контакта между локальным заземлением (например, поверхностью рабочего стола, измерительными приборами и т.д.) и цепью заземления (GND) печатной платы с установленным приемником, первым действием при работе с платой должно быть организация такого соединения. Запрещается применять при работе с приемниками незаземленное оборудование и/или приборы.

Перед подключением антенны к приемнику следует обеспечить подсоединение заземляющего контакта антенны к плате конечного устройства и/или приемника, то есть недопустимо применять разъемы, у которых возможно контактирование сначала по сигнальному контакту (центральной жиле), а потом по заземляющему контакту (экрану), например, разъемы типа F. Рекомендуются применение разъемов типов FAKRA, SMA, MMCX и подобных.

При касании антенного входа следует исключить контакт с любым заряженным изделием (например, керамическая антенна имеет емкость примерно 10...50пФ, коаксиальный кабель имеет емкость 50...100 пФ/м, паяльник может иметь емкость до 10нФ и т.д.). Также следует быть внимательными при контакте с материалами, которые могут генерировать и/или накапливать заряд. Очень хорошие результаты по борьбе со электростатическим зарядом дает применение заземленного антистатического оборудования (коврики на рабочем столе, заземляющие браслеты, антистатические перчатки, антистатическое покрытие пола, специальная обувь) и применение в рабочем помещении ионизатора воздуха, особенно в зимний период. В любом случае после контакта с материалами, имеющими возможность накапливать и/или генерировать заряд, следует выждать некоторое время для того, чтобы этот заряд полностью стёк по цепям антистатической защиты. При применении стандартного заземленного оборудования достаточным временем можно считать 2...3 секунды.

На любом этапе транспортирования, хранения, складской обработки, монтажа, эксплуатации, демонтажа и прочих работ с приемником должны быть предприняты соответствующие меры защиты от электростатических разрядов (ESD защита).

Техническое обслуживание

Приемник сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F не требует специальных видов технического обслуживания.

Текущий ремонт

Приемник сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F не требует текущего ремонта при соблюдении правил эксплуатации, изложенных в настоящем РЭ, и соблюдении требований к условиям эксплуатации, хранения и транспортирования. При возникновении отказов **Приемник сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F** должна быть возвращена на предприятие-изготовитель для диагностики и последующего ремонта. Возврат аппаратуры должен осуществляться в надлежащей упаковке (защита от ESD, исключено повреждение изделий при перевозке и/или обработке, исключено попадание влаги и/или посторонних предметов на/в изделия).

Транспортирование и хранение

Упакованные комплекты **Приемника сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F** могут транспортироваться всеми видами транспорта на любое расстояние без ограничения скорости при температурах от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ при их защите от прямого воздействия атмосферных осадков и механических повреждений по правилам, соответствующим требованиям ГОСТ 23088. Срок хранения **Приемника сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F** в упаковке в отапливаемых хранилищах с регулируемой температурой окружающей среды от $+5$ до $+35^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью воздуха до 80% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$ – не менее 10 лет.

Транспортирование и хранение **Приемника сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo ML8089F** должно осуществляться в таре, обеспечивающей защиту от электростатического заряда (**ESD защита**).