



Модуль GPS приёмника **ET-102/ER-102**



Производитель: GLOBALSAT TECHNOLOGY CORPORATION

16F., No. 186, Jian-Yi Road, Chung-Ho City, Taipei Hsien 235, Taiwan

Tel: 886-2-8226-3799/ Fax: 886-2-8226-3899

Веб-сайт: www.globalsat.com.tw

E-mail: service@globalsat.com.tw

Представитель в России и СНГ: ООО «ГлобалСат»

Веб-сайт: www.globalsat.su

E-mail: gps@globalsat.su





1. СПЕЦИФИКАЦИИ

Особенности:

- высокопроизводительный чипсет SiRF Star II/LP с низким потреблением энергии;
- 12-канальный параллельный приёмник «All-in-view»;
- поддержка протокола NMEA 0183; поддерживаемые сообщения: GGA, GSA, GSV, RMC (опционально GLL, VTG);
- поддержка протокола SiRF binary;
- SnapLock (повторный захват спутников при потере сигнала) – 0.1 сек.;
- холодный старт менее 48 секунд (в среднем);
- отличная работа в условиях «городских каньонов»;
- алгоритм FoliageLock, улучшающий качество работы в условиях слабого сигнала (листва, лес);
- встроенный ионистор большой ёмкости для сохранения данных альманаха и быстрого переопределения позиции (опция);
- полнодуплексный порт для передачи навигационных данных и управляющих команд, уровни выхода: TTL (ET-102) / RS-232 (ER-102);
- возможность работы в дифференциальном режиме через второй порт RS-232.



Электрические характеристики:

Приемник:

Чипсет	SiRF Star IIe/LP
Частота	L1, 1575.42 МГц
Количество каналов	12
Чувствительность	-170 dBW

Датум:

WGS-84

Время захвата позиции:

Обновление данных ¹	0.1 сек.
Горячий старт ²	8 сек., в среднем
Тёплый старт ³	38 сек., в среднем
Холодный старт ⁴	48 сек., в среднем

Динамический режим:

Максимальная высота	До 18 000 м (60 000 футов)
Максимальная скорость	До 515 м/с (1000 узлов)
Максимальная вибрация	20 м/сек ³
Максимальное ускорение	До 4g

Рабочее питание:

Напряжение	3.8 В ~ 6.5 В, постоянный ток
Потребляемый ток	
- рабочий режим (Continuous mode)	60 мА
- экономичный режим (Trickle power mode)	25 мА

Резервное питание:

Напряжение	2.5 В ~ 3.6 В, постоянный ток
Потребляемый ток	10 мкА

Последовательный порт:

Порты	Один для данных GPS, один для данных DGPS
Уровень сигнала	TTL (ET-102) и RS-232 (ER-102)
Режим работы	Полный дуплекс
Формат	ASCII
Протоколы GPS	NMEA 0183/Двоичный SiRF (по-умолчанию: NMEA)
	NMEA 0183 (вер. 2.2): GGA, GSA, GSV, RMC (опционально GLL, VTG)
Данные GPS	Двоичный SiRF: позиция, скорость, высота, статус, управление;
	Изменяется программно.
Скорость передачи данных	По-умолчанию: NMEA – 4800 б/с, двоичный SiRF – 19200 б/с
Протокол DGPS	RTCM SC-104, вер. 2.00, тип 1, 2 и 9

Временные метки:

Частота	1 Гц
Уровень сигнала	TTL (0 ~ 3.5 В)
Длительность импульса	100 мсек.
Отметка	По положительному фронту импульса
Точность	Соответствует атомным часам GPS спутника, ± 1 мкс



Тип антенного разъёма: SMA, MCX, SMB или другой

Характеристики окружающей среды:

Температура эксплуатации - 40° ~ + 80°C
Температура хранения - 40° ~ + 85°C
Относительная влажность До 95%, не конденсированная

Физические характеристики:

Габариты (могут варьироваться в зависимости от вида и расположения разъёмов) 71.12 x 40.64 x 6.5 мм
Масса 23 г

¹ Обновление данных – время восстановления работы после потери сигнала.

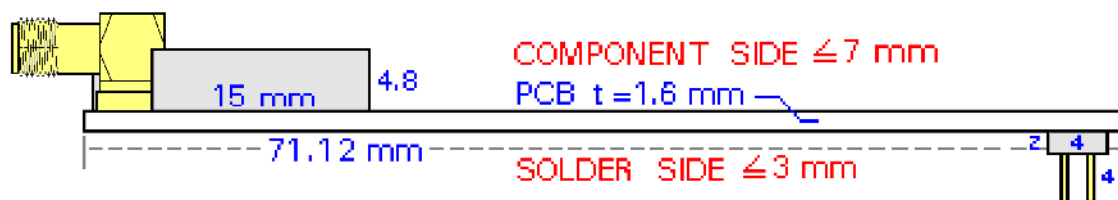
² Горячий старт - известны и альманах и эфемерид.

³ Тёплый старт - известен альманах, но не эфемерид.

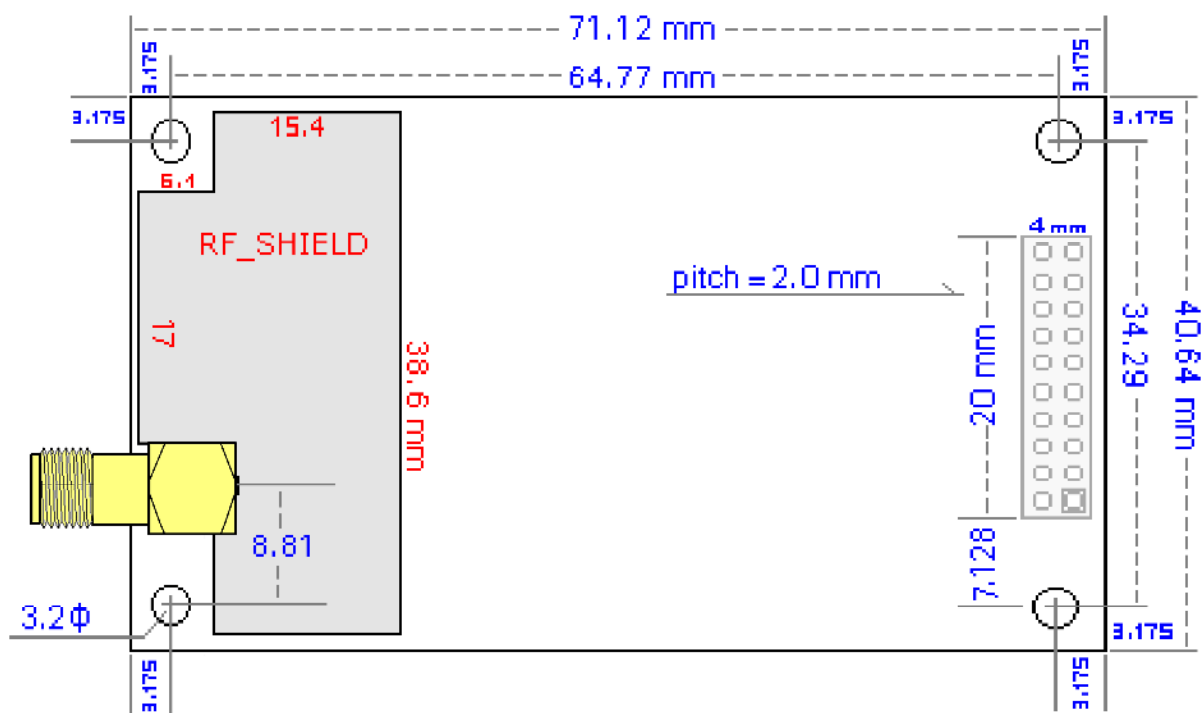
⁴ Холодный старт – не известны ни альманах, ни эфемерид.



Габаритные и установочные размеры модуля* (антенный разъём - SMA):



Вид сбоку



Вид сверху

* Приведён вид модуля с антенным разъёмом SMA и интерфейсным разъёмом вниз. Возможны изменения в конструкции и направлении этих разъёмов.



Распиновка разъёма:

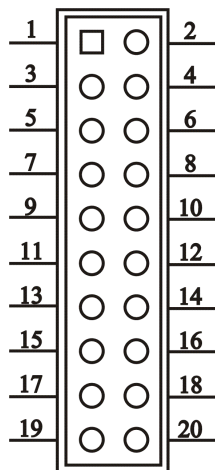


Таблица 1. Распиновка интерфейсного разъёма*.

Номер контакта	Название	Описание	Тип
1	VANT	Питание активной антенны: +5V (см. ниже!!!)	Ввод
2	VDC	Питание GPS модуля: +3.8V ~ +6.5V	Ввод
3	VBAT	Резервное питание	Ввод
4	VDC	Закорочен с контактом 2	Ввод
5	PBRES	Сброс (активный уровень - низкий)	Ввод
6	-	Зарезервирован	-
7	SELECT	Зарезервирован (загрузка данных из порта RS232 во flash ROM)	-
8	-	Зарезервирован	-
9	-	Зарезервирован	-
10	GND	Масса	-
11	TXA	Последовательный вывод данных (GPS данные)	Вывод
12	RXA	Последовательный ввод данных (команды)	Ввод
13	GND	Масса	-
14	TXB	Последовательный вывод данных (не используется)	Вывод
15	RXB	Последовательный ввод данных (DGPS данные)	Ввод
16	GND	Масса	-
17	-	Зарезервирован	-
18	GND	Масса	-
19	TIMEMARK	Временная метка	Вывод
20	-	Зарезервирован	-

*Ответная часть разъёма имеет обозначение: PBD2-20 - гнездо 2x10 для пайки на плату, шаг 2 мм



Описание:

* **VANT (питание активной антенны):**

напряжении питания для активной антенны, +5 В, постоянный ток.



ВНИМАНИЕ!!! Если установлена перемычка **JP1**, питание **VANT** подавать нельзя!!!.

В этом случае антенна питается от модуля.

* **VDC (питание GPS модуля):**

основное питание GPS модуля, +3.8 ~ +6.5 В, постоянный ток.

* **VBAT (резервное питание):**

на этот контакт подаётся питание, необходимое для сохранения данных в статическом ОЗУ (SRAM) при снятии главного питания модуля. Также можно обеспечить резервное питание путём установки на плату конденсатора. Потребляемый ток 10 мкА. Если резервное питание не подаётся и не используется конденсатор, GPS модуль будет при каждом включении производить «холодный старт». Для обеспечения «тёплого» или «горячего старта», нужно подавать напряжение 2.5 В ~ 3.6 В, либо установить конденсатор 0.022 Ф х 5.5 В (типа Panasonic EECS0HD 223H), или аналогичный и большей ёмкости. При ёмкости 0.022 Ф резервное питание обеспечивается в течении 7 часов.

* **PBRES (сброс данных):**

при подаче на этот контакт низкого уровня, происходит полный рестарт GPS модуля со сбросом сделанных настроек и последующим новым поиском спутников и определением позиции.

* **SELECT :**

не используется.

* **TXA :**

основной канал выдачи данных (NMEA 0183/Двоичный SiRF) для дальнейшего использования в навигации.

ET-102: уровень TTL (0 ~ 3.5 В)

ER-102: уровень RS232 (-12 ~ +12 В)

* **RXA :**

основной канал ввода команд для управления работой GPS модуля (с помощью программы SiRF Демо или другой).



Если в Вашем приложении этот контакт не используется, подайте на него высокий уровень, подключив через резистор к шине 3.5 В.

*** TXB :**

не используется.

*** RXB :**

вспомогательный канал ввода корректировочных данных от DGPS приёмника.

*** TIMEMARK:**

с этого контакта можно снимать точный сигнал с частотой 1 Гц, синхронизировано с атомными часами спутников.

*** GND:**

общий провод, масса.

*** ОСТАЛЬНЫЕ :**

не используются.



2. КОМАНДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПО GPS МОДУЛЯ

2.1 Команды вывода данных NMEA

GGA - Global Positioning System Fixed Data

Пример сообщения GGA:

\$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M,,,,,0000*18

Таблица 2.1. Формат данных GGA.

Название	Пример	Единицы	Описание
Message ID	\$GPGGA		Заголовок сообщения GGA
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss – время UTC
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm – широта
N/S Indicator	N		N = северная или S = южная широта
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm – долгота
E/W Indicator	W		E = восточная или W = западная долгота
Position Fix Indicator	1		См. таблицу 2.2
Satellites Used	07		Значение от 0 до 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude ¹	9.0	метры	
Units	M	метры	
Geoid Separation ¹		метры	
Units	M	метры	
Age of Diff. Corr.		second	Пусто, если DGPS не используется
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum*	*18		Контрольная сумма
<CR><LF>			Конец сообщения

¹. SiRF Technology Inc. не поддерживает коррекцию геоида. Значение по-умолчанию - WGS84.

Таблица 2.2. Флаг фиксации позиции (Position Fix Indicator)

Название	Описание
0	Позиция не определена
1	Режим GPS SPS, позиция определена
2	Режим DGPS, SPS, позиция определена
3	Режим GPS PPS, позиция определена

Контрольная сумма: 8-битовая сумма (XOR) ASCII кодов всех символов (включая «,») в выражении между символами «\$» и «» (исключая их). Результат сложения записывается в явном виде после «*». Более подробную информацию с примерами Вы можете найти по адресу **[1]**.

**<CR><LF> в шестнадцатеричном виде имеют значения «0D» и «0A».



GLL - Geographic Position-Latitude/Longitude

Пример сообщения GLL:

\$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A*2C

Таблица 2.3. Формат данных GLL.

Название	Пример	Единицы	Описание
Message ID	\$GPGLL		Заголовок сообщения GLL
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm - широта
N/S Indicator	N		N = северная или S = южная широта
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm - долгота
E/W Indicator	W		E = восточная или W = западная долгота
UTC Position	161229.487		hhmmss.sss - время UTC
Status	A		A = данные валидны или V = данные не валидны
Checksum	*2C		Контрольная сумма
<CR><LF>			Конец сообщения



GSA - GNSS DOP and Active Satellites

Пример сообщения GSA:

\$GPGSA,A,3,07,02,26,27,09,04,15,,,,,1.8,1.0,1.5*33

Таблица 2.4. Формат данных GSA.

Название	Пример	Единицы	Описание
Message ID	\$GPGSA		Заголовок сообщения GSA
Mode1	A		Режим 1, см. таблицу 2.5
Mode2	3		Режим 2, см. таблицу 2.6
Satellite Used ¹	07		Канал № 1
Satellite Used ¹	02		Канал № 2
.....			
Satellite Used ¹			Канал № 12
PDOP	1.8		Position dilution of Precision
HDOP	1.0		Horizontal dilution of Precision
VDOP	1.5		Vertical dilution of Precision
Checksum	*33		Контрольная сумма
<CR><LF>			Конец сообщения

¹. Спутник, использованный в расчёте позиции.

Таблица 2.5. Режим 1 (Mode1)

Название	Описание
M	Manual-forced to operate in 2D or 3D mode
A	2D automatic-allowed to automatically switch 2D/3D

Таблица 2.6. Режим 2 (Mode2)

Название	Описание
1	Позиция не определена
2	2D – позиция определена, высоте не определена
3	3D – позиция и высота определена



GSV - GNSS Satellites in View

Пример сообщения GSV:

\$GPGSV,2,1,07,07,79,048,42,02,51,062,43,26,36,256,42,27,27,138,42*71

\$GPGSV,2,2,07,09,23,313,42,04,19,159,41,15,12,041,42*41

Таблица 2.7. Формат данных GSV

Название	Пример	Единицы	Описание
Message ID	\$GPGSV		Заголовок сообщения GSV
Number of Messages ¹	2		Количество частей (от 1 до 3)
Message Number ¹	1		Номер части (от 1 до 3)
Satellites in View	07		
Satellite ID	07		Channel 1 (от 1 до 32)
Elevation	79	градусы	Channel 1 (от 0 до 90)
Azimuth	048	градусы	Channel 1 (True, от 0 до 359)
SNR(C/No)	42	dBHz	Сила сигнала (от 0 до 99). Если спутник не обсчитывается, то «пусто»
.....			
Satellite ID	27		Channel 4 (от 1 до 32)
Elevation	27	градусы	Channel 4 (от 0 до 90)
Azimuth	138	градусы	Channel 4 (True, от 0 до 359)
SNR(C/No)	42	dBHz	Сила сигнала (от 0 до 99). Если спутник не обсчитывается, то «пусто»
Checksum	*71		Контрольная сумма
<CR><LF>			Конец сообщения

¹. В зависимости от количества «видимых» спутников, GSV может разбиваться на несколько частей. В данном случае их 2.



RMC - Recommended Minimum Specific GNSS Data

Пример сообщения RMC:

\$GPRMC,161229.487,A,3723.2475,N,12158.3416,W,0.13,309.62,120598,,*10

Таблица 2.7. Формат данных RMC

Название	Пример	Единицы	Описание
Message ID	\$GPRMC		Заголовок сообщения RMC
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss – время UTC
Status	A		A = данные валидны или V = данные не валидны
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmmm - широта
N/S Indicator	N		N = северная или S = южная широта
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmmm - долгота
E/W Indicator	W		E = восточная или W = западная долгота
Speed Over Ground	0.13	узлы ²	Измеренная горизонтальная скорость
Course Over Ground	309.62	градусы	Измеренное направление движения (курс), относительно истинного направления на Север
Date	120598		ddmmyy - дата
Magnetic Variation ³		градусы	E = восточная или W = западная
Checksum	*10		Контрольная сумма
<CR><LF>			Конец сообщения

². 1 узел = 1.852 км/ч = 0.5144 м/сек = 30.86667 м/мин.

³. SiRF Technology Inc. не поддерживает коррекцию геоида. «Course Over Ground» рассчитывается по WGS84.



VTG - Course Over Ground and Ground Speed

Пример сообщения VTG:

\$GPVTG,309.62,T,M,0.13,N,0.2,K*6E

Таблица 2.8. Формат данных VTG

Название	Пример	Единицы	Описание
Message ID	\$GPVTG		Заголовок сообщения VTG
Course	309.62	градусы	Измеренное направление движения (курс)
Reference	T		Магнитное склонение – на истинный север
Course		градусы	Измеренное направление движения (курс)
Reference	M		Магнитное склонение – на магнитный север
Speed	0.13	узлы ⁴	Измеренная горизонтальная скорость
Units	N		Узлы
Speed	0.2	км/ч	Измеренная горизонтальная скорость
Units	K		Километры в час
Checksum	*6E		Контрольная сумма
<CR><LF>			Конец сообщения

⁴. 1 узел = 1.852 км/ч = 0.5144 м/сек = 30.86667 м/мин.



2.2 Команды управления работой модуля

А) Настройка порта передачи данных

ID:100 Параметры и протокол порта А (TXA/RXA)

Эта команда используется для установки рабочего протокола (Двоичный SiRF или NMEA 0183) и/или настройки параметров передачи данных (скорость порта, биты данных, стоповые биты, чётность).

При получении корректной команды, параметры сохраняются в SRAM и происходит рестарт модуля с новыми параметрами.

Формат команды:

\$PSRF100,<protocol>,<baud>,<DataBits>,<StopBits>,<Parity>*CKSUM<CR><LF>

<protocol>	(протокол)	0 = Двоичный SiRF, 1 = NMEA 0183
<baud>	(скорость порта, бит/с)	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400
<DataBits>	(биты данных)	8, 7. (Двоичный SiRF требует установки 8)
<StopBits>	(стоповые биты)	0, 1
<Parity>	(чётность)	0 = Нет, 1 = Нечётные, 2 = Чётные

Пример: Переключение в Двоичный SiRF с параметрами 9600,8,N,1

\$PSRF100,0,9600,8,1,0*0C<CR><LF>

Контрольная сумма: 8-битовая сумма (XOR) ASCII кодов всех символов (включая «,») в выражении между символами «\$» и «» (исключая их). Результат сложения записывается в явном виде после «*». Более подробную информацию с примерами Вы можете найти по адресу **[1]**.

**<CR><LF> в шестнадцатеричном виде имеют значения «0D» и «0A».



Б) Инициализация навигации

ID : 101 Параметры, необходимые для старта

Эта необязательная команда используется для инициализации GPS приёмника для обеспечения «тёплого старта» с помощью известных координат текущей позиции (X, Y, Z), даты и времени. Результатом данной инициализации является быстрый старт GPS приёмника (8 сек.). При получении корректной команды, происходит рестарт модуля с использованием указанных данных в качестве базисных для поиска спутников и определения точной позиции.

Формат команды:

\$PSRF101,<X>,<Y>,<Z>,<ClkOffset>,<TimeOfWeek>,<WeekNo>,<chnlCount>,<ResetCfg>
 *CKSUM<CR><LF>

<X>	X координата позиции	INT32
<Y>	Y координата позиции	INT32
<Z>	Z координата позиции	INT32
<ClkOffset>	Смещение часов приёмника в Гц. Если возможно, используйте 0 (последнее сохранённое значение). Иначе, для GSP1 значение по-умолчанию 75000 , для GSP1/LX – 95000	INT32
<TimeOf Week>	Время GPS недели	UINT32
<WeekNo>	Номер GPS недели (Номер и время GPS недели рассчитывается по UTC времени)	UINT16
<chnlCount>	Количество используемых каналов (1 - 12). Если производительность ЦП модуля недостаточна, можно уменьшить количество используемых каналов (по-умолчанию = 12)	UBYTE
<ResetCfg>	Битовая маска	UBYTE
	0x01 = Данные валидны, тёплый/горячий старт = 1	
	0x02 = Очистить эфимерис, тёплый старт = 1	
	0x04 = Очистить память, холодный старт = 1	

Пример: Старт с использованием известных координат и времени.

\$PSRF101,-2686700,-4304200,3851624,96000,497260,921,12,3*7F



В) Настройка порта DGPS

ID:102 Параметры и протокол порта В DGPS (RXB)

Эта команда используется для настройки последовательного порта В, используемого для приёма дифференциальных поправок RTCM. Дифференциальные приёмники могут выдавать поправки с различными коммуникационными параметрами. Настройки порта В по-умолчанию: скорость 9600 бит/с, бит данных - 8, стоповый бит - 0, чётность - нет. Если используемый вами приёмник дифференциальных поправок имеет другие настройки коммуникационного порта, используйте эту команду.

При получении корректной команды, параметры сохраняются в SRAM и происходит рестарт модуля с новыми параметрами.

Формат команды:

\$ PSRF102,<Baud>,<DataBits>,<StopBits>,<Parity>*CKSUM<CR><LF>

<baud>	(скорость порта, бит/с)	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400
<DataBits>	(биты данных)	8
<StopBits>	(стоповые биты)	0, 1
<Parity>	(чётность)	0 = Нет, 1 = Нечётные, 2 = Чётные

Пример: Настройка порта DGPS на 9600,8,N,1

\$ PSRF102,9600,8,1,0*12



Г) Управление выдаваемыми сообщениями NMEA и периодом выдачи

ID:103 Запрос сообщения NMEA и/или установка периода выдачи

Эта команда позволяет управлять выводом NMEA сообщений GGA, GLL, GSA, GSV, RMC и VTG. Используя эту команду, можно получить одно сообщение по запросу или задать период выдачи сообщений. Также можно включить/отключить вывод контрольной суммы в сообщениях, в зависимости от потребностей используемого программного обеспечения. Настройки вывода сообщений NMEA каждый раз сохраняются в памяти, поддерживаемой резервной батареей питания.

Формат команды:

\$ PSRF103,<msg>,<mode>,<rate>,<cksumEnable>*CKSUM<CR><LF>

<msg>	(сообщения)	0 = GGA, 1 = GLL, 2 = GSA, 3 = GSV, 4 = RMC, 5 = VTG
<mode>	(режим)	0 = периодически, 1 = по запросу
<rate>	(период, сек)	0 = откл., 255 = максимальное значение
<cksumEnable>	(вывод контрольной суммы)	0 = отключить, 1 = включить

Пример 1: Одноразовый запрос сообщения GGA с контрольной суммой

\$ PSRF103,00,01,00,01*25

Пример 2: Задать период выдачи сообщения VTG с частотой 1 Гц с контрольной суммой

\$ PSRF103,05,00,01,01*20

Пример 3: Отключить сообщение VTG

\$ PSRF103,05,00,00,01*21



Д) Инициализация навигации LLA

ID:104 Параметры, необходимые для старта (Lat/Lon/Alt)

Эта необязательная команда используется для инициализации GPS приёмника для обеспечения «тёплого старта» с помощью известных координат текущей позиции (широта, долгота, высота), даты и времени. Результатом данной инициализации является быстрый старт GPS приёмника (8 сек.). При получении корректной команды, происходит рестарт модуля с использованием указанных данных в качестве базисных для поиска спутников и определения точной позиции.

Формат команды:

\$ PSRF104,<Lat>,<Lon>,<Alt>,<ClkOffset>,<TimeOfWeek>,<WeekNo>,<chnlCount> ,
 <ResetCfg>*CKSUM<CR><LF>

<Lat>	Широта позиции (может иметь знак)	FLOAT
<Lon>	Долгота позиции (может иметь знак)	FLOAT
<Alt>	Высота позиции (может иметь знак)	FLOAT
<ClkOffset>	Смещение часов приёмника в Гц. Если возможно, используйте 0 (последнее сохранённое значение). Иначе, для GSP1 значение по-умолчанию 75000 , для GSP1/LX – 95000	INT32
<TimeOf Week>	Время GPS недели	UINT32
<WeekNo>	Номер GPS недели (Номер и время GPS недели рассчитывается по UTC времени)	UINT16
<chnlCount>	Количество используемых каналов (1 - 12). Если производительность ЦП модуля недостаточна, можно уменьшить количество используемых каналов (по-умолчанию = 12)	UBYTE
<ResetCfg>	Битовая маска	UBYTE
	0x01 = Данные валидны, тёплый/горячий старт = 1	
	0x02 = Очистить эфемерис, тёплый старт = 1	
	0x04 = Очистить память, холодный старт = 1	

Пример: Старт с использованием известных координат и времени.

\$ PSRF104,37.3875111,-121.97232,0,96000,237759,922,12,3*37



Е). Включить/выключить отладочную информацию

ID:105 Switch Development Data Messages On/Off

Включите этой командой вывод отладочной информации, если вы испытываете проблемы с получением ответа на ваши команды. При подаче некорректных команд, будет генерироваться информация, помогающая определить причину отклонения команд модулем. Наиболее распространённая причина отклонения команд – неправильная контрольная сумма или параметры, выходящие за разрешённый диапазон. Настройка не сохраняется при рестарте модуля.

Формат команды:

\$ PSRF105,<debug>*CKSUM<CR><LF>

<debug> **0** = откл., **1** = вкл.

Пример: Включить отладочную информацию

\$ PSRF105,1*3E

Пример: Выключить отладочную информацию

\$ PSRF105,0*3F



3 Дополнительные источники

1. **NMEA Parser Design**

(блок-схемы, исходный код на C; Monte Variakojis, 11.2002):

<http://www.visualgps.net/papers/NMEAParser/>

2. **Pocket PC: Migrating a GPS App from the Desktop to eMbedded Visual Basic 3.0**

(исходный код на VB; Joshua Trupin, 01.2001):

<http://msdn.microsoft.com/msdnmag/issues/01/01/GPS/>

3. **Writing Your Own GPS Applications: Part I**

(C#, VB.NET, Visual Studio 2002/2003/2005, .NET Framework, .NET Compact Framework; Jon Person, 12.2004):

http://www.codeguru.com/vb/mobile/pocketpc/article.php/c8079__1/

4. **Writing Your Own GPS Applications: Part II**

(.NET, C#, VB.NET, PocketPC, Smartphone; Jon Person, 12.2004):

http://www.codeguru.com/csharp/csharp/cs_data/tutorials/article.php/c8875__1/

5. **Geographic Distance and Azimuth Calculations**

(VC++6, Win32; Andy McGovern, 04.2004):

<http://www.codeguru.com/Cpp/Cpp/algorithms/article.php/c5115>