



Семейство модулей ГеоС-3[®], ГеоС-3М[®]

Руководство по эксплуатации.

Версия 1.6

ООО КБ «ГеоСтар навигация»

Москва, 2015

Оглавление

1. Перечень принятых сокращений	7
2. Описание и работа	8
2.1. Назначение	8
2.2. Ключевые особенности	8
2.3. Комплект поставки	9
2.4. Структурная схема	9
2.4.1 RTC, резервное ОЗУ	10
2.4.2 Flash память.....	11
2.5. Модули версии «R» (ГеоС-3R/3MR)	11
2.6. Технические характеристики.....	11
2.7. Электрические параметры	12
2.8. Входные/выходные сигналы	15
2.9. Питание	19
2.10. Состояния модуля.....	19
2.11. Последовательные порты.....	20
2.12. Темп выдачи выходных данных	21
2.13. Секундная метка времени.....	21
2.14. Вывод STATUS	21
2.15. Выводы PD, PD_ACK.....	22
2.16. Требования к антенне. Монитор питания антенны	22
2.17. Аппаратная телеметрия модуля.....	23
2.18. Поддерживаемые протоколы обмена	24
2.18.1 Бинарный протокол	24
2.18.2 NMEA протокол.....	29
2.19. Конструкция.....	31
2.20. Маркировка.....	32
2.21. Упаковка	33
2.22. Защита от статического электричества	34
3. Использование по назначению	35
3.1. Типовая схема включения.....	35
3.2. Последовательность подачи напряжений питания VDD и VDD_IO	36
3.3. Использование сигнала ON/OFF.....	37
3.4. Рекомендованное посадочное место на ПП пользователя	38
3.5. Конфигурация и настройки встроенного ПО	39
3.5.1 Профили динамики потребителя	40
3.6. Особенности работы в различных режимах	41
3.6.1 Старт приемника после включения	41
3.6.2 Холодный, теплый, горячий старт	42
3.6.3 Особенности управления модулем по бинарному протоколу	43
3.6.4 Особенности управления модулем по NMEA протоколу	43
3.6.5 Режимы работы	44
3.6.5.1 Автономный режим	44
3.6.5.2 Дифференциальные режимы.....	46
3.6.5.3 Режим с фиксацией координат (временные приложения).....	49
3.6.5.4 Режимы энергосбережения	50
3.6.6 Альманахи.....	58
4. Техническое обслуживание	59
5. Текущий ремонт.....	60
6. Транспортирование и хранение	61

Список иллюстраций

Рис. 1. Структурная схема ГеоС-3	10
Рис. 2. Структурная схема ГеоС-3М	10
Рис. 3. Временные диаграммы на выводе STATUS	22
Рис. 4. Габаритный чертеж ГеоС-3	31
Рис. 5. Чертеж контактных площадок ГеоС-3	31
Рис. 6. Габаритный чертеж ГеоС-3М	31
Рис. 7. Чертеж контактных площадок ГеоС-3М	32
Рис. 8. Маркировка ГеоС-3/3R	32
Рис. 9. Маркировка ГеоС-3М/3MR	32
Рис. 10. Упаковка	34
Рис. 11. Типовая схема включения модуля в системе с питанием 1,8В	35
Рис. 12. Типовая схема включения модуля в системе с питанием 3,3В	35
Рис. 13. Упрощенная схема включения модуля в системе с питанием 1,8В	36
Рис. 14. Упрощенная схема включения модуля в системе с питанием 3,3В	36
Рис. 15. Последовательность подачи питания	37
Рис. 16. Рекомендованное посадочное место ГеоС-3	38
Рис. 17. Рекомендованное посадочное место ГеоС-3М	38
Рис. 18. Последовательность выдачи NMEA сообщений	45
Рис. 19. Временная привязка сообщений к секундной метке времени	50
Рис. 20. Временные диаграммы в режимах энергосбережения	53
Рис. 21. Временные диаграммы выхода из режима RELAXED FIX®	56
Рис. 22. Временные диаграммы пробуждения и выхода из режима FIX-BY-REQUEST®	58

История изменений

#	Изменение	Примечания
Версия 1.0 от 06/04/2012		
1	Первичный релиз	
Версия 1.1 от 25/05/2012		
1	Таблица 2: <ul style="list-style-type: none"> Добавлено максимально-допустимое напряжение электростатического разряда 	
2	Таблица 3: <ul style="list-style-type: none"> Диапазон напряжения ввода-вывода изменен на: от 1,7В до 3,6В Изменен ток потребления в состоянии «СОН» на 5,5мА Изменен ток потребления в режиме энергосбережения на 10,5мА 	
3	Таблица 6. <ul style="list-style-type: none"> Изменен ток потребления в состоянии «СОН» на 5,5мА 	
4	Раздел 2.12: <ul style="list-style-type: none"> Добавлено описание дискрета управления 1PPS 	
5	Раздел 2.13: <ul style="list-style-type: none"> Изменено описание поведения вывода STATUS в режимах энергосбережения 	
6	Раздел 2.20: <ul style="list-style-type: none"> Изменены Рисунки 10 (а) и (б) 	
7	Добавлен Раздел 2.21 «Защита от статического электричества»	
8	Таблица 7. <ul style="list-style-type: none"> Продолжительность состояния «АКТИВЕН» после получения первого решения изменена на 3с 	
9	Раздел 3.6.1: <ul style="list-style-type: none"> Дополнено описание формирования сообщения \$GPSGG,RQUERY,... 	
10	Раздел 3.6.2: <ul style="list-style-type: none"> Дополнено описание условий перехода в теплый/горячий старт 	
11	Раздел 3.6.5.3: <ul style="list-style-type: none"> Добавлено описание выдачи скорости и XYZ координат Формулировка «Признак планируемой коррекции ШВ ГЛОНАСС» заменена на «Признак планируемой коррекции UTC» 	
12	Раздел 3.6.5.4: <ul style="list-style-type: none"> Изменен ток потребления в состоянии «СОН» на 5,5мА Дополнено описание настроек режимов энергосбережения Добавлено замечание по порядку перенастройки режимов энергосбережения Добавлено описание условия перехода в режим энергосбережения Добавлено описание самостоятельного пробуждения Изменены Рисунки 21 и 22 Добавлены Таблицы 16 и 17 	
13	Редакторские правки по тексту всего документа	
Версия 1.2 от 28/06/2013		
1	Таблица 8: <ul style="list-style-type: none"> Добавлено сообщение 0x16 	
2	Таблица 13: <ul style="list-style-type: none"> Дифференциальный режим по умолчанию запрещен 	
3	Раздел 3.6.5.2.2: <ul style="list-style-type: none"> Добавлен фрагмент о выдаче сообщения 0x16 	
Версия 1.3 от 08/10/2013		

1	Раздел 2.21: <ul style="list-style-type: none"> Дополнен описанием мер защиты от статического электричества 	
Версия 1.4 от 18/12/2013		
1	Раздел 2.4: <ul style="list-style-type: none"> В состав введен диод защиты от электростатического разряда 	
2	Раздел 2.5, Таблица 1: <ul style="list-style-type: none"> Погрешность определения плановой скорости изменена на 0,03 м/с 	
3	Раздел 2.6, Таблица 2: <ul style="list-style-type: none"> Максимально допустимый уровень электростатического разряда изменен на 2000В 	
4	Раздел 2.19: <ul style="list-style-type: none"> Изменена маркировка даты выпуска на номер недели и год 	
5	Раздел 3.6.4: <ul style="list-style-type: none"> Включение/выключение конкретных NMEA сообщений: должно быть \$GPSGG,RMC ON*15, \$GPSGG,RMCOFF*7B 	
Версия 1.5 от 24/06/2014		
1	Раздел 2.20: <ul style="list-style-type: none"> Изменен Рисунок 10 (а) 	
Версия 1.6 от 01/06/2015		
1	Добавлено описание модулей с индексом «R» (GeoC-3R/3MR)	

Введение

Данный документ предназначен для пользователей многоканальных ГЛОНАСС/GPS/SBAS приемных модулей семейства ГеоС-3/3М и содержит общее описание, технические характеристики и правила эксплуатации, транспортирования и хранения.

Документ состоит из шести глав следующего содержания:

- [Глава 1](#): список используемых сокращений
- [Глава 2](#): описание приемника и его работы
- [Глава 3](#): использование приемника по назначению
- [Глава 4](#): правила технического обслуживания приемника
- [Глава 5](#): текущий ремонт приемника
- [Глава 6](#): указания по транспортированию и хранению.

1. Перечень принятых сокращений

Ниже приведен перечень принятых сокращений:

ВЧ:	высокочастотный
КА:	космический аппарат
КНС:	космическая навигационная система
Лог. «0»:	логический «0» (низкий логический уровень)
Лог. «1»:	логическая «1» (высокий логический уровень)
МШУ:	маломощный усилитель
НЗ:	навигационная задача
ОГ:	опорный генератор
ОЗУ:	оперативное запоминающее устройство
ПАВ:	поверхностные акустические волны
ПО:	программное обеспечение
ПП:	печатная плата
СвК:	система в корпусе
ССЗ:	схема слежения за задержкой
ССП:	слово состояния приемника
СТ:	стандартной точности
ФАПЧ:	фазовая автоподстройка частоты
ШВ:	шкала времени
ЭИ:	эфемеридная информация
ESD:	Electro Static Discharge (разряд статического электричества)
HBM:	Human Body Model (модель электростатического заряда человеческого тела)
RTC:	Real Time Clock (часы реального времени)
ТСХО:	Thermo Compensated Crystal Oscillator (термо-компенсированный кварцевый генератор)

2. Описание и работа

2.1. Назначение

Приемное устройство КНС ГЛОНАСС/GPS/SBAS семейства ГеоС-3/3М (далее по тексту – приемник, модуль) предназначено для вычисления текущих координат и скорости объекта в реальном масштабе времени в автономном и дифференциальных режимах, формирования секундной метки времени и обмена с внешним оборудованием по последовательным портам RS232.

Принцип действия приемника основан на параллельном приеме и обработке 32-мя измерительными каналами сигналов навигационных КА КНС ГЛОНАСС в частотном диапазоне L1 (ПТ-код) и GPS/SBAS на частоте L1 (C/A код).

Увеличенные аппаратные корреляционные ресурсы и использование энергосберегающих технологий позволили повысить чувствительность, снизить время до первых координат, а также значительно уменьшить потребление и размеры по сравнению с предшественником ГеоС-1М.

2.2. Ключевые особенности

- Одновременная обработка всех видимых КА GPS и ГЛОНАСС
- Поддержка SBAS
- Автономный и дифференциальный режимы
- Чувствительность по слежению: до -160дБмВт
- Потребляемая мощность при обнаружении: 106мВт
- Широкий диапазон напряжения питания ввода-вывода: от 1,7В до 3,6В
- Встроенная Flash память для хранения альманахов и настроек приемника
- Встроенная схема питания активной антенны с монитором состояния антенны и защитой от короткого замыкания
- Широкий диапазон напряжения питания антенны: от 1,8В до 3,6В
- Два режима энергосбережения: RELAXED FIX® и FIX-BY-REQUEST®
- Компактный (ГеоС-3) и ультракомпактный (ГеоС-3М) форм-фактор
- Выдача измерений полной фазы несущей (только для модулей ГеоС-3R/3MR).

2.3. Комплект поставки

Комплект поставки включает в себя:

1. Плата приемника ГеоС-3/3М
2. Демонстрационное ПО для ПК GeoSDemo3®; может быть получено с сайта производителя <http://geostar-navigation.com>
3. Руководство пользователя программы GeoSDemo3®; может быть получено с сайта производителя <http://geostar-navigation.com>
4. Руководство по эксплуатации на приемник; может быть получено с сайта производителя <http://geostar-navigation.com>
5. Этикетка.

2.4. Структурная схема

Состав (Рис. 1, 2):

- Аналоговая часть
- Цифровая часть
- SPI Flash память
- ВЧ ПАВ фильтр
- Опорный генератор (ТСХО)
- Кварцевый резонатор 32.768КГц
- Диод защиты от электростатического разряда (на рисунках не показан).

Отличия ГеоС-3 и ГеоС-3М заключаются только в степени интеграции: в ГеоС-3М аналоговая часть, цифровая часть, Flash память и ПАВ фильтр объединены в одном корпусе (СвК GS3).

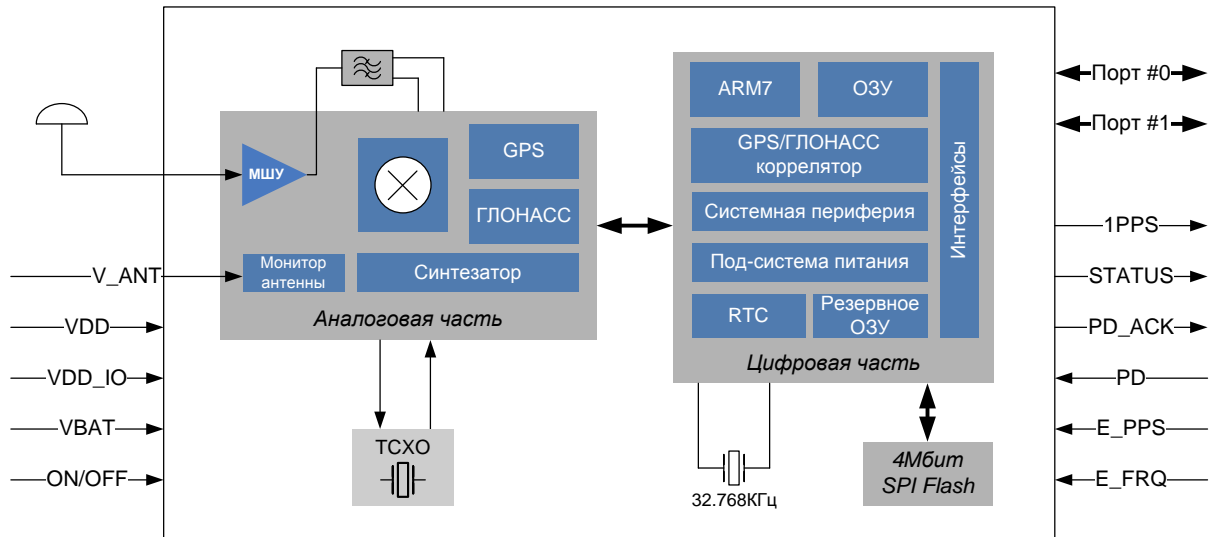


Рис. 1. Структурная схема GeoC-3

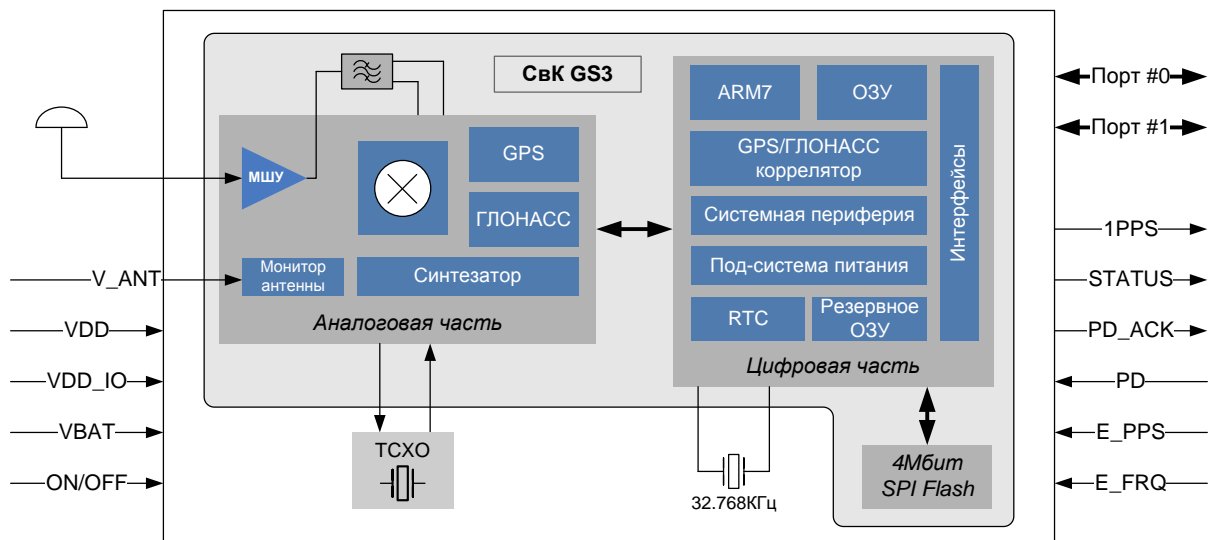


Рис. 2. Структурная схема GeoC-3M

2.4.1 RTC, резервное ОЗУ

Часы реального времени (RTC) и резервное ОЗУ – единственные блоки цифровой части, которые продолжают функционировать при отсутствии основного питания (условия см. в разделе [2.9](#)) и обеспечивают дальнейший теплый/горячий старт приемника при его восстановлении. Часы реального времени тактируются частотой 32,768КГц и осуществляют отсчет времени. В резервном ОЗУ сохраняются эфемериды КА и другие данные, необходимые для реализации теплового/горячего старта.

2.4.2 Flash память

Во Flash памяти хранится программный код (ПО), настройки и конфигурация модуля, альманахи КНС и ряд других важных данных. Модуль поддерживает перепрошивку внутреннего ПО в процессе эксплуатации в составе аппаратуры пользователя.

2.5. Модули версии «R» (ГеоС-3R/3MR)

Отличие модулей с индексом «R» (ГеоС-3R/3MR) от основных моделей заключается в наличии измерений полной фазы несущей в составе «сырой» измерительной информации (бинарное сообщение 0x10).

По остальным параметрам, включая конструкцию, набор сигналов, электрические характеристики и информационные протоколы, модули версии «R» идентичны модулям основной серии.

2.6. Технические характеристики

Таблица 1. Основные технические характеристики модулей ГеоС-3 и ГеоС-3М

#	Параметр	Значение	Примечания
1	Количество каналов	32	
2	Сигналы	L1 GPS C/A, ГЛОНАСС CT, WAAS, EGNOS	
3	Погрешность определения плановых координат, м, не более <ul style="list-style-type: none"> Автономный режим SBAS Дифференциальный режим 	2,5 2,0 1,5	СЕР 50% Уровни сигналов -130дБмВт HDOP<2, VDOP<3 Скорость не более 30м/с
4	Погрешность определения высоты, автономный режим, м, не более	3,5	50% Уровни сигналов -130дБмВт HDOP<2, VDOP<3 Скорость не более 30м/с
5	Погрешность определения плановой скорости, м/с, не более <ul style="list-style-type: none"> Автономный режим 	0,03	СКО Уровни сигналов -130дБмВт HDOP<2, VDOP<3 Скорость не более 30м/с
6	Погрешность секундной метки времени, нс, не более	30	СКО Уровни сигналов -130дБмВт HDOP<2, VDOP<3
7	Время до первого местоопределения, с <ul style="list-style-type: none"> Холодный старт Теплый старт Горячий старт Повторный захват 	28 25 2 1	Среднее значение. Уровни сигналов -130дБмВт
8	Чувствительность, дБмВт <ul style="list-style-type: none"> Обнаружение, холодный старт Слежение и навигация, статика Слежение и навигация, динамика (30м/с, 0,5м/с²) 	-143 -160 -159	Внешний МШУ. Эквивалентная шумовая температура (источник шума+МШУ+приемник)=-400К

#	Параметр	Значение	Примечания
9	Динамика		Уровни сигналов -125дБмВт
	• Ускорение, г, не более	3	
	• Максимальная скорость, м/с	515	
	• Максимальная высота, м	18000	
10	Темп выдачи выходных данных, Гц	1/2/5/10	
11	Интерфейсы	2xRS232, LVCMOS	
12	Размеры (длина x ширина x высота), мм	22,1x15,9x2,8	ГеоС-3 ГеоС-3М
		14,3x13,7x2,6	
13	Масса, г, не более	2,0	ГеоС-3 ГеоС-3М
		1,5	
14	Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85	

2.7. Электрические параметры



Воздействия, выходящие за пределы предельно-допустимых параметров, могут привести к выходу приемника из строя

Таблица 2. Предельно-допустимые электрические параметры

Параметр	Значение		Ед. изм.	Примечания
	Мин	Макс		
Диапазон напряжения V_{DD}	-0,3	2,5	В	
Диапазон напряжения ввода-вывода V_{DD_IO}	-0,5	4,6	В	
Диапазон напряжения V_{BAT}	-0,3	4,0	В	
Диапазон напряжения V_{ANT}	-0,3	3,75	В	
Диапазон уровней на входных выводах (V_I) ⁽¹⁾	-0,5	2,5	В	$V_{DD_IO}=1,8В$
	-0,5	4,6		$V_{DD_IO}=3,3В$
Ток короткого замыкания выходных выводов (I_O) ⁽²⁾	-12	12	мА	$V_{DD_IO}=1,8В$
	-24	24		$V_{DD_IO}=3,3В$
Ток короткого замыкания в антенне (I_{ANT})	-	50	мА	
Максимально допустимый уровень ВЧ сигнала	-	10	дБмВт	На выводе ANT
Максимально допустимый уровень электростатического разряда		2000	В	HBM
Температура хранения (T_{STG})	-40	+85	°С	

Примечания:

1. E_PPS, E_FRQ, PD, NRESET, RX0, RX1, ON/OFF
2. 1PPS, PD_ACK, STATUS, TX0, TX1

Таблица 3. Рабочие электрические параметры

Параметр	Обозначение	Значение			Ед. изм.	Примечания
		Мин	Ном	Макс		
Основное напряжение питания	V _{DD}	1,7	1,8	1,9	В	
Напряжение питания ввода/вывода	V _{DD_IO}	1,7	-	3,6	В	
Резервное напряжение питания	V _{BAT}	1,6	-	3,6	В	
Напряжение питания антенны	V _{ANT}	1,8	-	3,6	В	
Ток потребления по цепи VDD, обнаружение	I _{DD_ACQ}	-	59	-	мА	V _{DD} =1,8В
Ток потребления по цепи VDD, слежение	I _{DD_TRK}	-	47	-	мА	V _{DD} =1,8В
Ток потребления по цепи VDD, состояние «ВЫКЛЮЧЕН»	I _{DD_OFF}	-	200	250	мкА	ON/OFF=0
Ток потребления по цепи VDD, состояние «ОБНУЛЕН»	I _{DD_RESET}	-	19	21	мА	NRESET=0
Ток потребления по цепи VDD, состояние «СОН»	I _{DD_SLEEP}	-	5,5	-	мА	
Ток потребления по цепи VDD, режим энергосбережения	I _{DD_PS}	-	10,5	-	мА	Сквозность «АКТИВЕН»: «СОН»=1:10
Ток потребления по цепи VDD_IO	I _{DD_IO}	-	-	5	мкА	Без нагрузки на выходных выводах
Ток потребления от резервной батареи	I _{BAT}	-	8	-	мкА	V _{DD} отключено
Падение напряжения в цепи питания антенны (между контактами V_ANT и ANT)	V _{ANT_DROP}	-	100	150	мВ	I _{ANT} =10мА
			200	240		I _{ANT} =20мА
			300	340		I _{ANT} =30мА
Рабочий диапазон токов антенны	I _{ANT}	3	-	32	мА	
Выходное напряжение низкого уровня ⁽¹⁾	V _{OL}	-	-	0,4	В	V _{DD_IO} =1,8В, I _{OL} =3,6мА
				0,4		V _{DD_IO} =3,3В, I _{OL} =8мА
Выходное напряжение высокого уровня ⁽¹⁾	V _{OH}	0,75*V _{DD_IO}	-	-	В	V _{DD_IO} =1,8В, I _{OH} =-3,6мА
						2,4
Выходное напряжение низкого уровня ⁽¹⁾	V _{OL}	-	-	0,1	В	V _{DD_IO} =1,8В, I _{OL} =0,1мА
				0,1		V _{DD_IO} =3,3В, I _{OL} =0,1мА
Выходное напряжение высокого уровня ⁽¹⁾	V _{OH}	V _{DD_IO} -0,1	-	-	В	V _{DD_IO} =1,8В, I _{OH} =-0,1мА
						V _{DD_IO} -0,1
Выходной ток низкого уровня ⁽¹⁾	I _{OL}	-	-	3,6	мА	V _{DD_IO} =1,8В
				8		V _{DD_IO} =3,3В
Выходной ток высокого уровня ⁽¹⁾	I _{OH}	-	-	-3,6	мА	V _{DD_IO} =1,8В
				-8		V _{DD_IO} =3,3В
Входное напряжение низкого уровня ⁽²⁾	V _{IL}	-	-	0,3*V _{DD_IO}	В	V _{DD_IO} =1,8В
				0,8		V _{DD_IO} =3,3В
Входное напряжение высокого уровня ⁽²⁾	V _{IH}	0,7*V _{DD_IO}	-	-	В	V _{DD_IO} =1,8В
						2,0
Сопrotивление pull-down ⁽³⁾	R _{PD}	-	210	-	КОМ	V _{DD_IO} =1,8В

Параметр	Обозначение	Значение			Ед. изм.	Примечания
		Мин	Ном	Макс		
Сопротивление pull-up ⁽⁴⁾	R _{PU}	-	75	-	КОм	V _{DD_IO} =3,3В
			200			V _{DD_IO} =1,8В
			75			V _{DD_IO} =3,3В

ВЧ параметры

Эквивалентный коэффициент шума	NF	2,0	2,5	3,0	дБ	
--------------------------------	----	-----	-----	-----	----	--

Примечания:

1. 1PPS, PD_ACK, STATUS, TX0, TX1
2. E_PPS, E_FRQ, PD, NRESET, RX0, RX1, ON/OFF
3. E_PPS, E_FRQ, PD
4. NRESET, RX0, RX1, ON/OFF

2.8. Входные/выходные сигналы

Таблица 4. Входные/выходные сигналы GeoC-3

Номер	Тип	Имя	Описание
1, 2		NC	Не используется
3, 4	Вход	BM1, BM0	Тестовые выводы. Не подключать
5, 6		GND	Общий (корпус)
7	Вход	ON/OFF	Включение/выключение модуля
8	Вход	PD	Сигнал пробуждения
9	Вход	RX0	Принимаемые данные RS232, Порт #0
10	Выход	TX0	Передаваемые данные RS232, Порт #0
11	Вход	RX1	Принимаемые данные RS232, Порт #1
12	Выход	TX1	Передаваемые данные RS232, Порт #1
13	Вход	NRESET	Внешнее обнуление
14	Выход	STATUS	Состояние модуля
15	Выход	PD_ACK	Индикатор состояния «АКТИВЕН»/«СОН»
16		GND	Общий (корпус)
17		+V JTAG	Отладочный. Не подключать
18		TDO	Отладочный. Не подключать
19		TMS	Отладочный. Не подключать
20		TDI	Отладочный. Не подключать
21		TCK	Отладочный. Не подключать
22		RESET JTAG	Отладочный. Не подключать
23		GND	Общий (корпус)
24	Вход	E_FRQ	Входная опорная частота
25	Вход	E_PPS	Входная метка времени
26, 27		GND	Общий (корпус)
28	Выход	1PPS	Выходная секундная метка времени
29	Вход	VBAT	Резервное напряжение питания
30	Вход	VDD_IO	Напряжение питания ввода/вывода 1,8В/3,3В
31	Вход	VDD	Основное напряжение питания 1,8В
32		GND	Общий (корпус)
33	Вход	V_ANT	Напряжение питания антенны
34, 35		GND	Общий (корпус)
36	Вход	ANT	Антенный вход
37, 38		GND	Общий (корпус)

Таблица 5. Входные/выходные сигналы ГеоС-3М

Номер	Тип	Имя	Описание
1		GND	Общий (корпус)
2	Вход	ANT	Антенный вход
3, 4		GND	Общий (корпус)
5	Вход	PD	Сигнал пробуждения
6	Выход	1PPS	Выходная секундная метка времени
7	Вход	E_FRQ	Входная опорная частота
8	Выход	PD_ACK	Индикатор состояния «АКТИВЕН»/«СОН»
9	Выход	STATUS	Состояние модуля
10	Вход	E_PPS	Входная метка времени
11	Вход	RX1	Принимаемые данные RS232, Порт #1
12	Выход	TX1	Передаваемые данные RS232, Порт #1
13	Вход	RX0	Принимаемые данные RS232, Порт #0
14	Выход	TX0	Передаваемые данные RS232, Порт #0
15, 16	Вход	BM0, BM1	Тестовые выводы. Не подключать
17, 18		GND	Общий (корпус)
19	Вход	NRESET	Внешнее обнуление
20	Вход	VDD	Основное напряжение питания 1,8В
21	Вход	VBAT	Резервное напряжение питания
22	Вход	ON/OFF	Включение/выключение модуля
23	Вход	VDD_IO	Напряжение питания ввода/вывода 1,8В/3,3В
24	Вход	V_ANT	Напряжение питания антенны

Описание входных/выходных сигналов модуля:

ANT

Вход подключения антенны. Если напряжение питания антенны разрешено бинарным сообщением «0xС7», то на этот вывод поступает напряжение питания, подаваемое на вывод V_ANT

V_ANT

Напряжение питания антенны

VDD

Основное напряжение питания

VDD_IO

Напряжение питания ввода/вывода

VBAT

Резервное (батарейное) напряжение питания

1PPS

Выходная секундная метка времени.

Программируемые параметры: включена/выключена, длительность, полярность, сдвиг.

Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO

E_PPS

Входная секундная метка времени.

Программируемые параметры: полярность. Активным является положительный фронт сигнала (переход из низкого уровня в высокий). Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO. Подтянут к GND (pull-down).

Используется только в режиме Assisted

E_FRQ

Входная опорная частота.

Рабочий диапазон частот: 10...33МГц. Программируемые параметры: номинальное значение частоты, точность установки частоты. Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO. Подтянут к GND (pull-down). Используется только в режиме Assisted

PD_ACK

Выходной индикатор состояния модуля «АКТИВЕН»/«СОН».

Высокий уровень соответствует состоянию «АКТИВЕН». Низкий уровень соответствует состоянию «СОН». Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO

STATUS

Индикатор текущего статуса модуля.

Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO

NRESET

Входной сигнал обнуления.

Активный уровень: низкий. Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO. Подтянут к VDD_IO (pull-up).

Длительность лог. «0» должна быть не менее 100нс

TX0, TX1

Передаваемые данные последовательных Портов #0 и #1, соответственно.

Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO

RX0, RX1

Принимаемые данные последовательных Портов #0 и #1, соответственно.

Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO. Подтянуты к VDD_IO (pull-up)

PD

Входной сигнал пробуждения модуля в режиме FIX-BY-REQUEST®.

Активным является положительный фронт сигнала (переход из низкого уровня в высокий). Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO. Подтянут к GND (pull-down). Длительность лог. «1» должна быть не менее 100мкс

ON/OFF

Управление включением/выключением модуля.

Низкий уровень выключает модуль, высокий – включает. Логические уровни определяются напряжением питания VDD_IO. Подтянут к VDD_IO (pull-up)

2.9. Питание

Модуль имеет два напряжения питания:

- Основное (вывод VDD): 1,8В. Допустимый уровень пульсаций – 50мВ пик-пик.
- Ввода/вывода (вывод VDD_IO): от 1,7В до 3,6В. Напряжение задает уровни следующих сигналов: TX0, TX1, RX0, RX1, 1PPS, E_PPS, E_FRQ, PD, NRESET, PD_ACK, STATUS, ON/OFF

Для обеспечения работы приемника в теплом и горячем старте к выводу VBAT может подключаться внешний источник резервного питания. Если не используется, вывод VBAT может быть оставлен неподключенным.

Для управления включением модуля используется сигнал ON/OFF: лог. «1» включает приемник, лог. «0» – выключает. Если не используется, вывод ON/OFF может быть оставлен неподключенным или соединен с VDD_IO. При выключении модуля (VDD=0 или ON/OFF=0) питание антенны на контакте ANT отключается.

Для питания активной антенны используется вывод V_ANT. Если не используется, вывод V_ANT может быть оставлен неподключенным (подробности см. в разделе [2.15](#)).

2.10. Состояния модуля

Модуль может находиться в одном из следующих пяти состояний – «ВЫКЛЮЧЕН», «РЕЗЕРВ», «ОБНУЛЕН», «АКТИВЕН», «СОН» (Таблица 6).

Таблица 6. Состояния модуля

Состояние	Описание	Условия	Потребление (тип)
«ВЫКЛЮЧЕН»	Приемник обесточен. Целевая функция получения навигационных определений не выполняется. Обмен с приемником по последовательным портам невозможен. Часы реального времени продолжают отчет времени для поддержания ШВ, в резервном ОЗУ хранятся данные, что обеспечивает теплый или горячий старт после включения (ON/OFF=1)	VDD – вкл, VBAT – безразл, ON/OFF=0 NRESET=1	200мкА (по цепи VDD)
«РЕЗЕРВ»	Приемник обесточен. Целевая функция получения навигационных определений не выполняется. Обмен с приемником по последовательным портам невозможен. Часы реального времени продолжают отчет времени для поддержания ШВ, в резервном ОЗУ хранятся данные, что обеспечивает теплый или горячий старт после включения (VDD – вкл, ON/OFF=1)	VDD – выкл, VBAT – вкл, ON/OFF= безразл NRESET= безразл	8мкА (по цепи VBAT)

Состояние	Описание	Условия	Потребление (тип)
«ОБНУЛЕН»	Питание на приемник подано. Цифровая часть находится в состоянии сброса, аналоговая часть работает. Целевая функция получения навигационных определений не выполняется. Обмен с приемником по последовательным портам невозможен. Часы реального времени продолжают отчет времени для поддержания ШВ, в резервном ОЗУ хранятся данные, что обеспечивает теплый или горячий старт после подачи NRESET=1	VDD – вкл, VBAT – безразл, NRESET=0 ON/OFF=1	19mA (по цепи VDD)
«АКТИВЕН»	Питание на приемник подано. Приемник выполняет целевую функцию получения и выдачи навигационных определений.	VDD – вкл, VBAT – безразл, NRESET=1 ON/OFF=1	59mA (по цепи VDD)
«СОН»	Питание на приемник подано. Аналоговая часть и большая часть цифровых блоков выключены. Приемник поддерживает ШВ из частоты ТСХО, выдает некоторые сообщения по последовательным портам и ожидает пробуждения. Целевая функция получения навигационных определений не выполняется.	VDD – вкл, VBAT – безразл, NRESET=1 ON/OFF=1	5,5mA (по цепи VDD)

2.11. Последовательные порты

Приемник имеет два последовательных порта RS232 для организации обмена с внешними устройствами – Порт #0 и Порт #1.

Оба порта RS232 – со следующими программируемыми параметрами (программируются индивидуально для каждого порта):

- Скорость приема/передачи, бит/с: 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600
- Количество стоповых бит: 1 или 2
- Бит четности: не формируется, формируется как бит четности, формируется как бит нечетности, всегда «0», всегда «1»

По умолчанию параметры обоих портов: скорость 115200, 1 стоповый, бит четности не формируется.

Настройка портов производится через бинарное сообщение «0x41» или через следующие NMEA сообщения:

- Установка скорости обмена: \$GPSGG,BDR---
- Установка количества стоповых бит: \$GPSGG,STOP--.

2.12. Темп выдачи выходных данных

Темп выдачи выходных данных может быть установлен равным 1, 2, 5 или 10Гц. Установка производится через бинарное сообщение «0x44» или через NMEA сообщение \$GPSGG,RATE--.

2.13. Секундная метка времени

Приемник формирует секундную метку времени на выводе 1PPS. Секундная метка времени представляет собой импульс, идущий с темпом 1 раз в секунду, со следующими параметрами, программируемыми через бинарный протокол (пакет «0x4C»):

- 1PPS выдается/1PPS не выдается
- Шкала времени, с которой синхронизирован 1PPS: GPS, ГЛОНАСС, UTC(USNO), UTC(SU)
- Полярность: положительная или отрицательная. В первом случае выбранной шкале времени соответствует положительный фронт импульса (переход из лог. «0» в лог. «1»); во втором случае – отрицательный фронт импульса (переход из «1» в «0»)
- Длительность: от 10мкс до 2мс.

Кроме того, пакет «0x4C» предоставляет возможность сдвига метки времени на фиксированную задержку в пределах $\pm 0,5$ с.

Секундная метка времени формируется с временным дискретом 61нс (определяется частотой опорного генератора 16,369МГц).

2.14. Вывод STATUS

Выходной вывод STATUS представляет собой индикатор статуса модуля (**ПОИСК**, **НАВИГАЦИЯ**, **НЕНОРМА**). Сигнал на выводе STATUS – это чередование уровней лог. «0» и лог. «1» с разным периодом и длительностью:

1. **ПОИСК**: идет поиск сигналов, аппаратная телеметрия в норме, нет решения НЗ, данные местоопределения недоступны. Сигнал на выводе: меандр с периодом 2с (длительность лог. «1» - 1с, лог. «0» - 1с)
2. **НАВИГАЦИЯ**: сигналы в слежении, решается НЗ, данные местоопределения выдаются. Сигнал на выводе: период 1с (длительность лог. «1» - 0,2с, лог. «0» - 0,8с)

3. **НЕНОРМА**: ошибка хотя бы одного из параметров в аппаратной телеметрии, решения НЗ нет. Сигнал на выводе: период 0,5с (длительность лог. «1» - 0,2с, лог. «0» - 0,3с)

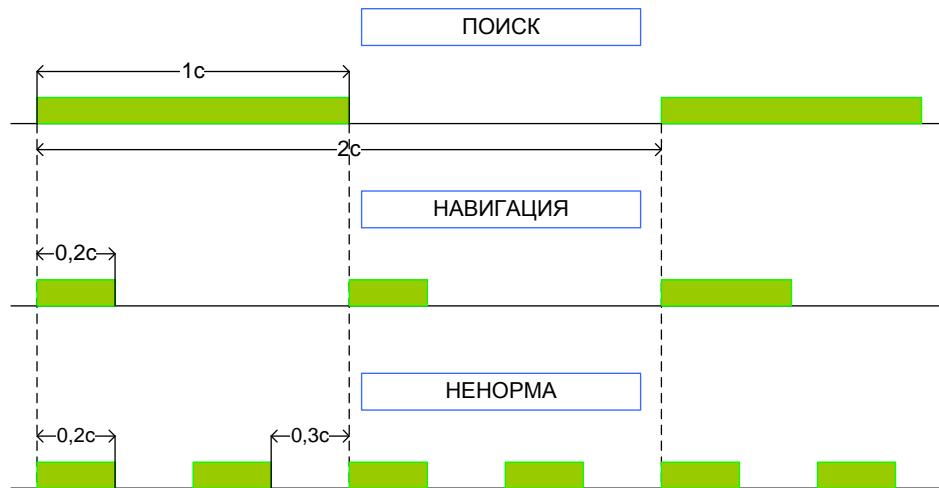


Рис. 3. Временные диаграммы на выводе STATUS

В режимах энергосбережения поведение вывода следующее: в состоянии «СОН» (PD_ACK=0) на выводе формируется лог. «0»; в состоянии «АКТИВЕН» (PD_ACK=1) управляется, как описано выше.

2.15. Выводы PD, PD_ACK

Входной вывод PD используется для пробуждения модуля в режиме энергосбережения FIX-BY-REQUEST®.

Активным является положительный фронт сигнала (переход из лог. «0» в лог. «1»). Длительность лог. «1» должна быть не менее 100мкс.

Выходной вывод PD_ACK представляет собой индикатор состояний «АКТИВЕН» и «СОН». Если модуль находится в состоянии «АКТИВЕН», то PD_ACK=1. Если модуль находится в состоянии «СОН», то PD_ACK=0.

2.16. Требования к антенне. Монитор питания антенны

Приемник предназначен для работы, как с пассивной, так и с активной антенной. Активная антенна должна обеспечивать дополнительное усиление не более 25дБ. Дополнительное усиление определяется как усиление антенны минус потери в антенном кабеле. Потери в кабеле зависят от его типа и длины. В общем случае, чем толще кабель, тем меньшее удельное затухание и, соответственно, потери он имеет.

Питание активной антенны производится подачей напряжения на вывод V_ANT. Цепь питания антенны модуля имеет встроенный монитор, который отслеживает состояние антенны и выдает его в бинарном сообщении «0x21» (*Слово состояния приемника*, Телеметрия антенны - биты 11, 10) или NMEA сообщении \$GPSGG,RQUERY,...

Напряжение в антенну может быть выключено бинарным сообщением «0xC7». По умолчанию, питание антенны включено.

В зависимости от измеренного тока антенны, приемник формирует следующую телеметрию:

- «Измерения не производятся» (в случае выключения питания антенны сообщением «0xC7»)
- «Перегружена»: ток больше 32мА
- «Не подключена»: ток меньше 3мА
- «Норма»: ток находится в пределах от 3 до 32мА.

Монитор антенны обеспечивает также защиту от короткого замыкания путем ограничения тока на уровне 50мА. Таким образом, короткое замыкание в антенне не вызывает выход модуля из строя, а сопровождается выдачей телеметрии антенны «Перегружена».



1. *Если напряжение питания антенны не подано на вывод V_ANT (например, при использовании пассивной антенны или внешней цепи питания активной антенны), то результаты измерения тока монитором могут оказаться некорректными. В таких случаях рекомендуется выключать питание антенны сообщением «0xC7»*
2. *Если рабочий ток антенны меньше 3мА или больше 32мА и обеспечены условия для нормального приема сигналов, то приемник будет выполнять целевую функцию по получению навигационных определений. В таком случае сообщения телеметрии антенны можно игнорировать*

Следует иметь в виду, что при питании антенны через вывод V_ANT постоянное напряжение на выводе ANT чуть ниже напряжения на выводе V_ANT за счет падения напряжения в мониторе. Величина падения напряжения тем больше, чем больше ток антенны: типовое значение составляет 100мВ при токе 10мА. Это следует учитывать при выборе активной антенны.

2.17. Аппаратная телеметрия модуля

Модуль каждую секунду проводит самотестирование отдельных внутренних блоков и передает результаты в бинарном сообщении «0x21» (*Слово состояния приемника*) или NMEA сообщении \$GPSGG,RQUERY.

Результаты тестирования включают следующие данные:

- Бит 30: Телеметрия PLL (аналоговой части модуля)

- Биты 11, 10: Телеметрия антенны
- Бит 9: Телеметрия усиления ГЛОНАСС (аналоговой части модуля)
- Бит 8: Телеметрия усиления GPS (аналоговой части модуля)
- Бит 1: Результат теста RTC (тест выполняется при включении питания)
- Бит 0: Результат теста резервного ОЗУ (тест выполняется при включении питания).

Ненорма телеметрии может свидетельствовать о нарушении работы конкретных блоков, что может быть причиной неработоспособности модуля.

2.18. Поддерживаемые протоколы обмена

Обмен с приемником производится по двум информационным протоколам: бинарному и NMEA. В дифференциальном режиме в приемник поступают дифференциальные поправки в соответствии со стандартом RTCM SC104 v2.3 - сообщения 1, 3, 31. Дифференциальные поправки принимаются по Порту #1.

Соответствие номера порта и типа информационного протокола устанавливается бинарным сообщением «0x50». Возможны 5 комбинаций распределения информационных протоколов по Портам #0 и #1 (Таблица 7).

Таблица 7. Распределение протоколов по портам приемника

Номер	Порт #0	Порт #1
1	Бинарный	NMEA
2	NMEA	Бинарный
3	NMEA	NMEA
4	Бинарный	RTCM
5	NMEA	RTCM

По умолчанию, Порт #0 работает в бинарном протоколе, Порт #1 – в NMEA.

Для переключения в бинарный протокол из NMEA используется сообщение \$GPSGG,SWPROT.

2.18.1 Бинарный протокол

Бинарный протокол предоставляет пользователю расширенный набор выходных данных, включая «сырую» измерительную информацию, альманахи и эфемериды. Кроме того, через него производится формирование установок, запросов на выдачу данных, команд управления, а также обновление встроенного ПО приемника. Протокол включает в себя как входные, так и выходные сообщения. Выходные сообщения делятся на следующие группы:

1. 0x00...0x3F: беззапросные (т.е. формируемые автоматически)
2. 0x40...0x7F: ответы на установки
3. 0x80...0xBF: ответы на запросы
4. 0xC0...0xFF: ответы на команды.

Часть беззапросных сообщений является отладочными (0x00...0x08), не доступными пользователю. Сообщения 0x00...0x1F являются маскируемыми, то есть могут быть отключены наложением маски (сообщение «0x4F»). По умолчанию все беззапросные маскируемые сообщения не выдаются. Сообщения 0x20...0x3F являются немаскируемыми, то есть не могут быть отключены. Ответы на установки, запросы и команды формируются приемником в ответ на соответствующие входные сообщения. Выходные сообщения сведены в Таблицу 8.

Таблица 8. Список выходных сообщений бинарного протокола

Номер сообщения	Сообщение
Беззапросные сообщения	
0x0...0x8	Отладочные данные
0x9...0xF	Резерв
0x10	Измерительная информация каналов
0x11	Строка навигационного кадра GPS
0x12	Строка навигационного кадра ГЛОНАСС
0x13	Вектор состояния НЗ
0x14	Временные параметры
0x15	Географические координаты: расширенный набор данных
0x16	Сообщение SBAS
0x17...0x1F	Резерв
0x20	Географические координаты: базовый набор данных
0x21	Текущая телеметрия приемника
0x22	Видимые КА
0x23...0x3D	Резерв
0x3E	Сообщение по включению приемника
0x3F	Ошибка при приеме данных
Ответы на установки	
0x40	Ответ на установку начальных параметров
0x41	Ответ на установку параметров портов RS232
0x42	Ответ на установку режима работы приемника
0x43	Ответ на установку параметров для решения НЗ
0x44	Ответ на установку темпа выдачи выходных данных
0x45	Ответ на установку параметров DGNS
0x46	Ответ на установку параметров SBAS

0x47	Ответ на установку параметров режимов энергосбережения
0x48	Ответ на установку альманаха GPS
0x49	Ответ на установку альманаха ГЛОНАСС
0x4A	Ответ на установку эфемерид GPS
0x4B	Ответ на установку эфемерид ГЛОНАСС
0x4C	Ответ на установку параметров PPS
0x4D	Ответ на включение/исключение КА из решения НЗ
0x4E	Ответ на разрешение/запрет NMEA сообщений
0x4F	Ответ на разрешение/запрет бинарных сообщений
0x50	Ответ на установку соответствия протоколов портам RS232
0x51...0x7F	Резерв

Ответы на запросы

0x80	Ответ на запрос начальных параметров
0x81	Ответ на запрос параметров портов RS232
0x82	Ответ на запрос режима работы приемника
0x83	Ответ на запрос параметров для решения Н
0x84	Ответ на запрос темпа выдачи выходных данных
0x85	Ответ на запрос параметров DGNSS
0x86	Ответ на запрос параметров SBAS
0x87	Ответ на запрос параметров режимов энергосбережения
0x88	Ответ на запрос альманаха GPS
0x89	Ответ на запрос альманаха ГЛОНАСС
0x8A	Ответ на запрос эфемерид GPS
0x8B	Ответ на запрос эфемерид ГЛОНАСС
0x8C	Ответ на запрос параметров PPS
0x8D	Ответ на запрос статуса КА при решении НЗ
0x8E	Ответ на запрос выдаваемых NMEA сообщений
0x8F	Ответ на запрос выдаваемых бинарных сообщений
0x90	Ответ на запрос соответствия протоколов портам RS232
0x91...0xBF	Резерв

Ответы на команды

0xC0	Ответ на команду изменения режима работы приемника ⁽¹⁾
0xC1	Ответ на команду запроса версии ПО
0xC2	Резерв
0xC3	Ответ на команду сохранения альманахов во Flash
0xC4	Ответ на команду включения/выключения режимов энергосбережения
0xC5	Резерв
0xC6	Ответ на команду запроса номера текущего порта
0xC7	Ответ на команду включения/выключения напряжения питания антенны
0xC8	Ответ на команду запроса конфигурации и настроек приемника

0xC9...0xCF	Резерв
0xD0	Зарезервировано для внутреннего использования
0xD1	Зарезервировано для внутреннего использования
0xD2	Зарезервировано для внутреннего использования
0xD3...0xFF	Резерв

Список входных сообщений приведен в Таблице 9.

1. Сообщения 0x00...0x3F: не используются
2. Сообщения 0x40...0x7F: установки
3. Сообщения 0x80...0xBF: запросы
4. Сообщения 0xC0...0xFF: команды

Таблица 9. Список входных сообщений бинарного протокола

Номер сообщения	Сообщение
Установки	
0x40	Установка начальных параметров
0x41	Установка параметров портов RS232
0x42	Установка режима работы приемника
0x43	Установка параметров для решения H3
0x44	Установка темпа выдачи выходных данных
0x45	Установка параметров DGNS
0x46	Установка параметров SBAS
0x47	Установка параметров режимов энергосбережения
0x48	Установка альманаха GPS
0x49	Установка альманаха ГЛОНАСС
0x4A	Установка эфемерид GPS
0x4B	Установка эфемерид ГЛОНАСС
0x4C	Установка параметров PPS
0x4D	Включить/исключить КА из решения H3
0x4E	Разрешить/запретить NMEA сообщения
0x4F	Разрешить/запретить бинарные сообщения
0x50	Установка соответствия протоколов портам RS232
0x51...0x7F	Резерв
Запросы	
0x80	Запрос начальных параметров
0x81	Запрос параметров портов RS232
0x82	Запрос режима работы приемника
0x83	Запрос параметров для решения H3
0x84	Запрос темпа выдачи выходных данных
0x85	Запрос параметров DGNS

0x86	Запрос параметров SBAS
0x87	Запрос параметров режимов энергосбережения
0x88	Запрос альманаха GPS
0x89	Запрос альманаха ГЛОНАСС
0x8A	Запрос эфемерид GPS
0x8B	Запрос эфемерид ГЛОНАСС
0x8C	Запрос параметров PPS
0x8D	Запрос статуса КА при решении НЗ
0x8E	Запрос выдаваемых NMEA сообщений
0x8F	Запрос выдаваемых бинарных сообщений
0x90	Запрос соответствия протоколов портам RS232
0x91...0xBF	Резерв

Команды

0xC0	Изменение режима работы приемника ⁽¹⁾
0xC1	Запрос версии ПО
0xC2	Перестарт приемника
0xC3	Сохранение альманахов во Flash
0xC4	Включение/выключение режимов энергосбережения
0xC5	Переключение в NMEA протокол
0xC6	Команда запроса номера текущего порта
0xC7	Включение/выключение напряжения питания антенны
0xC8	Команда запроса конфигурации и настроек приемника
0xC9...0xCF	Резерв
0xD0	Зарезервировано для внутреннего использования
0xD1	Зарезервировано для внутреннего использования
0xD2	Зарезервировано для внутреннего использования
0xD3...0xFF	Резерв

2.18.2 NMEA протокол

NMEA протокол модуля поддерживает семь стандартных сообщений: GGA (GNS), GLL, GSA, GSV, RMC, VTG, ZDA (Таблица 10) и ряд нестандартных сообщений (Таблицы 10, 11).

Таблица 10. Список выходных NMEA сообщений

Мнемоника	Сообщение
Стандартные	
GGA	Данные местоположения
GLL	Географические координаты – широта/долгота
GNS	Данные местоположения GNSS
GSA	Геометрический фактор ухудшения точности и активные спутники
GSV	Видимые спутники
RMC	Минимальный рекомендованный набор данных
VTG	Скорость и курс относительно земли
ZDA	Время и дата
Нестандартные	
RQUERY	Версия ПО, телеметрия и конфигурация приемника
NQUERY	Состав и темп выдачи NMEA сообщений

Таблица 11. Список входных NMEA сообщений

Мнемоника	Сообщение
Нестандартные	
SWPROT	Переключение в бинарный протокол
SAVEFL	Сохранение альманахов во Flash
CSTART	Холодный старт
WSTART	Теплый старт
HSTART	Горячий старт
RQUERY	Запрос версии ПО, телеметрии и конфигурации приемника
NQUERY	Запрос состава и темпа выдачи NMEA сообщений
BDR---	Установка скорости обмена порта RS232
STOP--	Установка количества стоповых бит порта RS232
GGA ON, GGAOFF	Включение/выключение сообщения GGA/GNS
GLL ON, GLOFF	Включение/выключение сообщения GLL
GSA ON, GSAOFF	Включение/выключение сообщения GSA
GSV ON, GSVOFF	Включение/выключение сообщения GSV
RMC ON, RMCOFF	Включение/выключение сообщения RMC
VTG ON, VTGOFF	Включение/выключение сообщения VTG

ZDA ON, ZDAOFF	Включение/выключение сообщения ZDA
NMEAV2, NMEAV3	Выбор версии стандарта NMEA
GNSOUT, GGAOUT	Выбор сообщения GGA или GNS
RATE--	Установка темпа выдачи выходных данных
PSM ON, PSMOFF	Включение/выключение режимов энергосбережения/пробуждение приемника

Стандартные сообщения могут формироваться как в соответствии с версией стандарта NMEA 0183 v2.x (по умолчанию), так и с версией v3.x.

Отличие версий состоит в следующем:

- v2.x: преамбула только «GP»; сообщение GNS не формируется
- v3.x: преамбулы «GP», «GN», «GL» в зависимости от используемой спутниковой системы; сообщение GNS формируется.

Для версии v3.x:

- Если приемник работает в совмещенном режиме (GPS+ГЛОНАСС), то преамбула «GN» добавляется к сообщениям GGA, GNS, GSA, GLL, RMC, VTG, ZDA. При этом формируются две строки GSA отдельно для ГЛОНАСС и GPS
- Если приемник работает в режиме только GPS, то преамбула «GP» добавляется к сообщениям GGA, GNS, GSA, GLL, RMC, VTG, ZDA
- Если приемник работает в режиме только ГЛОНАСС, то преамбула «GL» добавляется к сообщениям GGA, GNS, GSA, GLL, RMC, VTG, ZDA
- Сообщение GSV всегда делится на две части. Первыми передаются данные по спутникам GPS с преамбулой «GP», потом по спутникам ГЛОНАСС с преамбулой «GL».

В Таблице 12 приведено соответствие темпа выдачи, скорости обмена и объема выдаваемых NMEA сообщений.

Таблица 12. Темп выдачи NMEA сообщений в зависимости от скорости обмена RS232

Скорость, бит/с	GGA/GNS	RMC	GSA	GSV	VTG	GLL	ZDA
4800	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 20 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с
9600	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 2 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с
19200, 38400	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с	1 раз в 1 с
57600 и выше	С темпом выдачи данных (1, 2, 5 или 10 Гц)	С темпом выдачи данных (1, 2, 5 или 10 Гц)	С темпом выдачи данных (1, 2, 5 или 10 Гц)	1 раз в 1 с	С темпом выдачи данных (1, 2, 5 или 10 Гц)	С темпом выдачи данных (1, 2, 5 или 10 Гц)	1 раз в 1 с

2.19. Конструкция

Конструктивно приемник выполнен в виде платы с односторонним монтажом элементов, закрытой экраном. Габаритные чертежи и чертежи контактных площадок модулей приведены на Рис. 4, 5, 6, 7 (не в масштабе). Размеры: миллиметры.

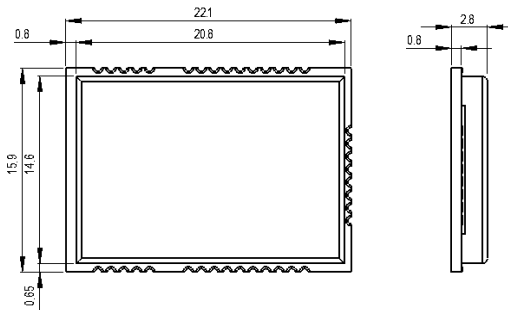


Рис. 4. Габаритный чертеж ГеоС-3

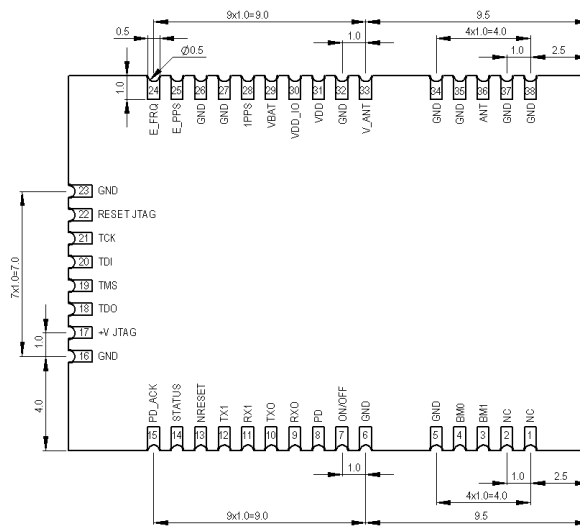


Рис. 5. Чертеж контактных площадок ГеоС-3

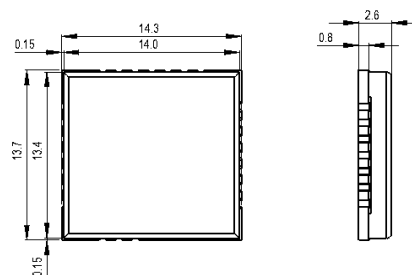


Рис. 6. Габаритный чертеж ГеоС-3М

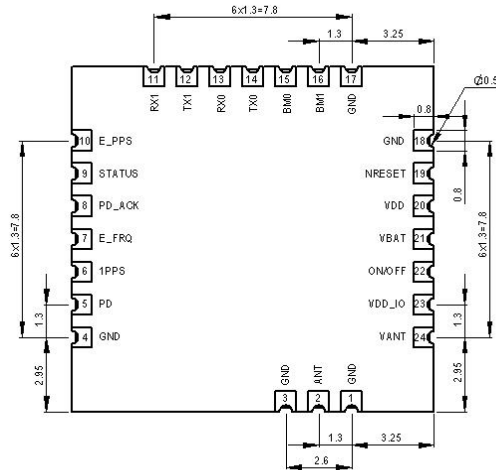


Рис. 7. Чертеж контактных площадок ГеоС-3М

2.20. Маркировка

Маркировка включает (Рис. 8, 9):

- **GeoS-3/3R** или **GeoS-3M/3MR**: название изделия
- **нн.гг**: номер недели и год выпуска
- **T03000001**: серийный номер. Буква обозначает код производителя; первая цифра «7» - идентификатор модулей версии «R»
- Точка-идентификатор вывода #1
- Логотип компании
- Двухмерный штрих-код.

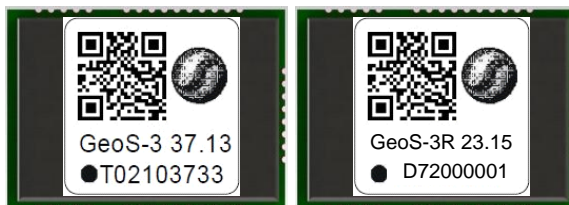


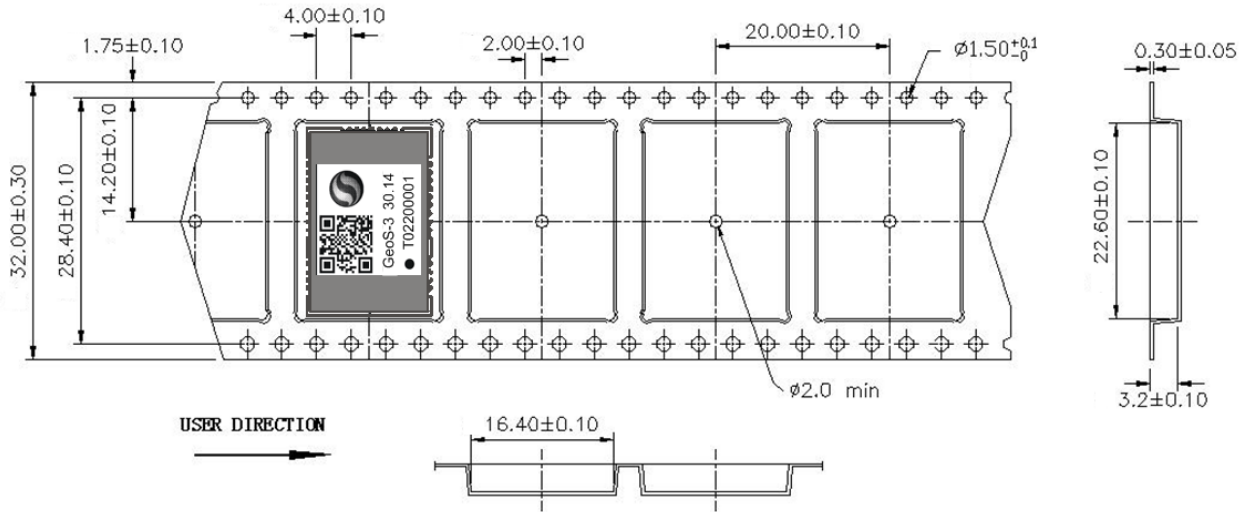
Рис. 8. Маркировка ГеоС-3/3R



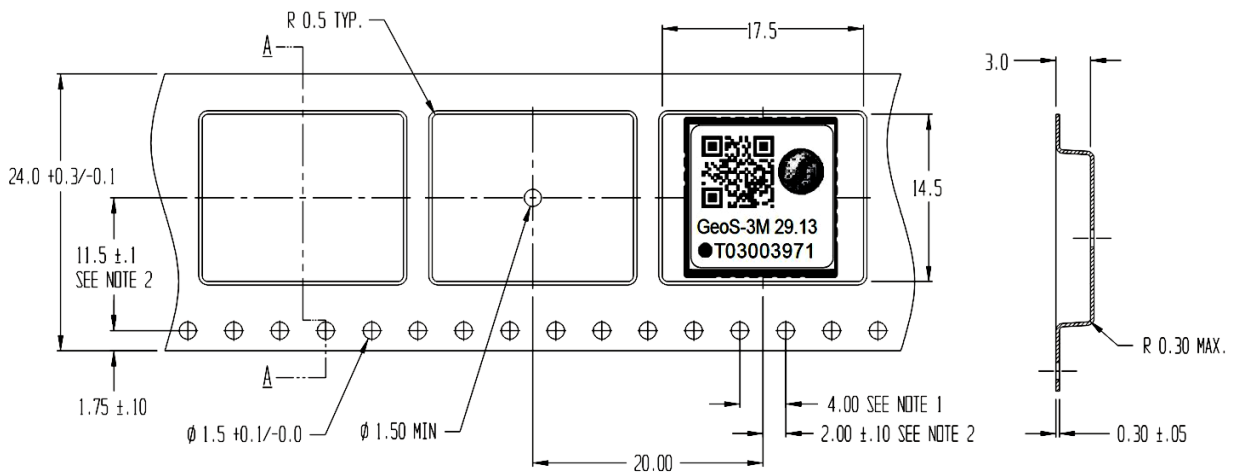
Рис. 9. Маркировка ГеоС-3М/3MR

2.21. Упаковка

Размеры: миллиметры.



(a)



(б)

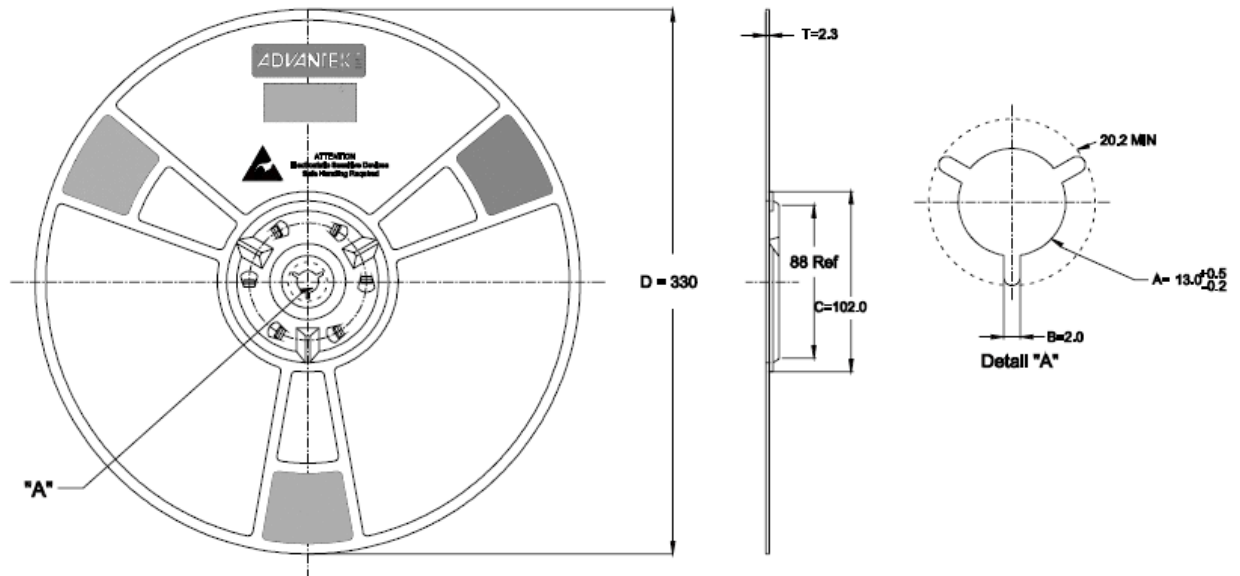


Рис. 10. Упаковка: (а) ГеоС-3, в катушке – 950 модулей; (б) ГеоС-3М, в катушке – 1000 модулей

2.22. Защита от статического электричества



Модули ГеоС-3/3М чувствительны к статическому электричеству

Несмотря на то, что модули имеют встроенную защиту от статического электричества, при их транспортировке, хранении и монтаже следует соблюдать меры защиты от статического электричества в соответствии с ГОСТ Р 53734.5.1-2009 и ГОСТ Р 53734.5.2-2009.

В дополнение к общим требованиям к организации защиты необходимо учитывать следующее:

- Рабочие места должны быть оборудованы заземленными электростатическими ковриками и браслетами. При монтаже/демонтаже использовать только полностью антистатические паяльные станции
- Во время проведения монтажных работ персонал должен быть одет в антистатическую одежду с надетым на руку браслетом. Не допускать контакта модулей с элементами одежды персонала
- В аппаратуре, использующей модули, при подключении внешних устройств (например, высокочастотных антенных кабелей) в первую очередь должен быть обеспечен электрический контакт земляных цепей подключаемого устройства и модуля
- В аппаратуре, использующей модули в комбинации с пассивной антенной, не допускать контактов человека с центральным контактом антенного элемента.

3. Использование по назначению

3.1. Типовая схема включения

Типовая схема включения на примере ГеоС-3 приведена на Рис. 11 и 12 (схема включения ГеоС-3М идентична). Отличие двух схем включения определяется напряжением питания системы, в которую встраивается модуль. На обоих рисунках изображен условный управляющий микроконтроллер, который получает от модуля данные и управляет им.

В схеме на Рис. 11 микроконтроллер питается напряжением 1,8В. В этом случае на контакты VDD и VDD_IO модуля подключено напряжение 1,8В.

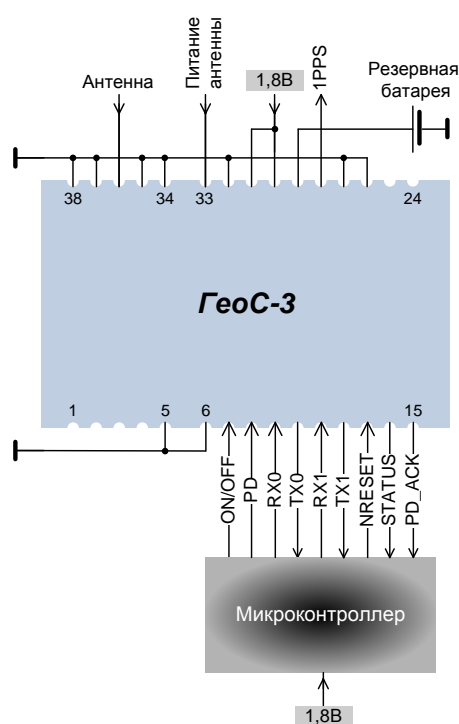


Рис. 11. Типовая схема включения модуля в системе с питанием 1,8В

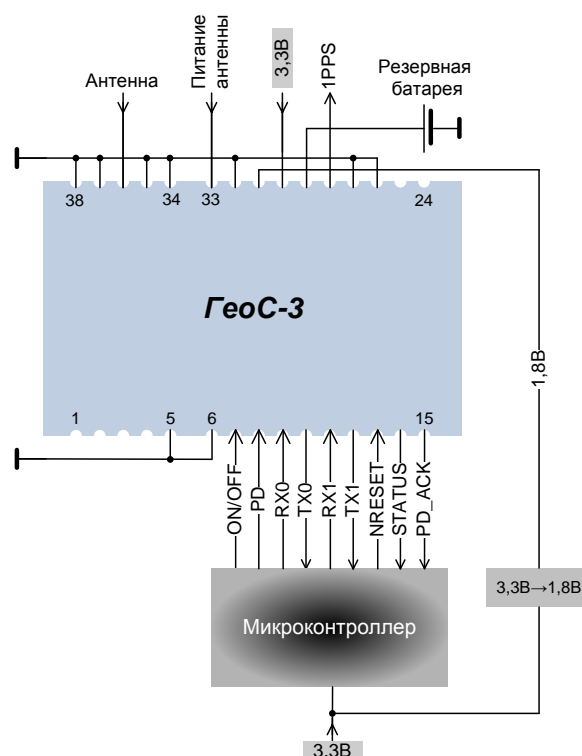


Рис. 12. Типовая схема включения модуля в системе с питанием 3,3В

В схеме на Рис. 12 микроконтроллер питается напряжением 3,3В, а для формирования напряжения 1,8В используется соответствующий преобразователь. В этом случае на VDD_IO модуля подается напрямую напряжение 3,3В, а на VDD – напряжение 1,8В.

На Рис. 13 и 14 приведена упрощенная схема включения, предполагающая следующие условия:

- Резервное батарейное напряжение и напряжение питания антенны отключены

- Не используются: управление включением/выключением через вывод ON/OFF, внешнее обнуление, сигнал пробуждения PD.

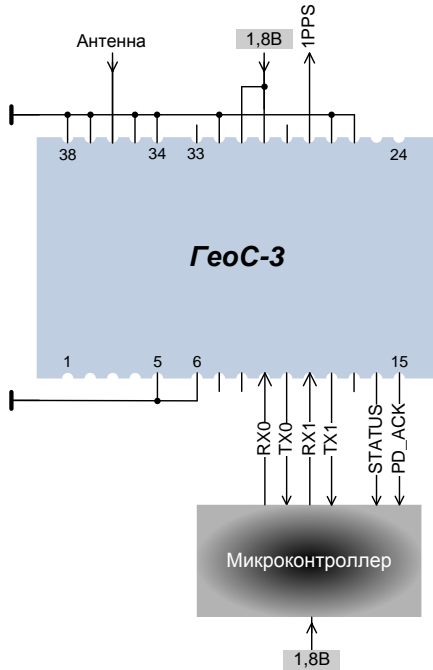


Рис. 13. Упрощенная схема включения модуля в системе с питанием 1,8В

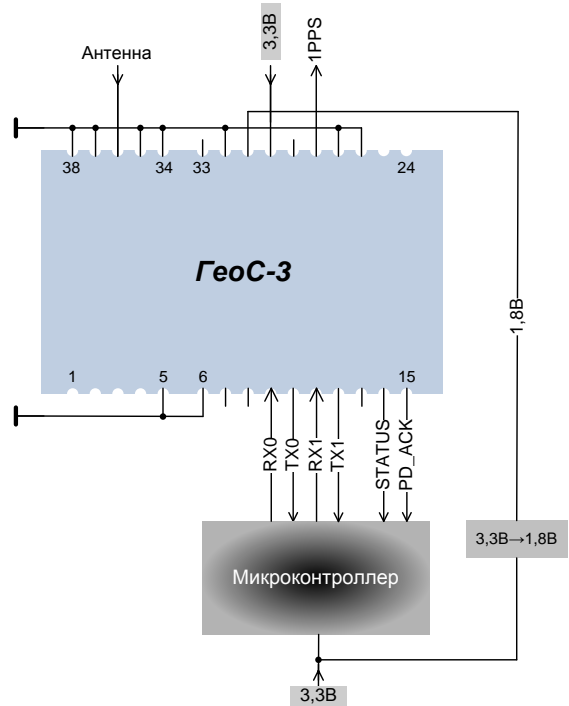


Рис. 14. Упрощенная схема включения модуля в системе с питанием 3,3В

3.2. Последовательность подачи напряжений питания VDD и VDD_IO

Напряжения питания VDD и VDD_IO могут подаваться в любой последовательности при соблюдении следующих ограничений:

- Лог. «1» на входных выводах модуля должна обеспечиваться одновременно с подачей VDD_IO. Пока VDD_IO=0, входные сигналы модуля должны быть либо в лог. «0», либо в третьем состоянии
- Если VDD_IO подается после VDD, то задержка должна быть не более 1мс.

Временные диаграммы см. на Рис. 15.

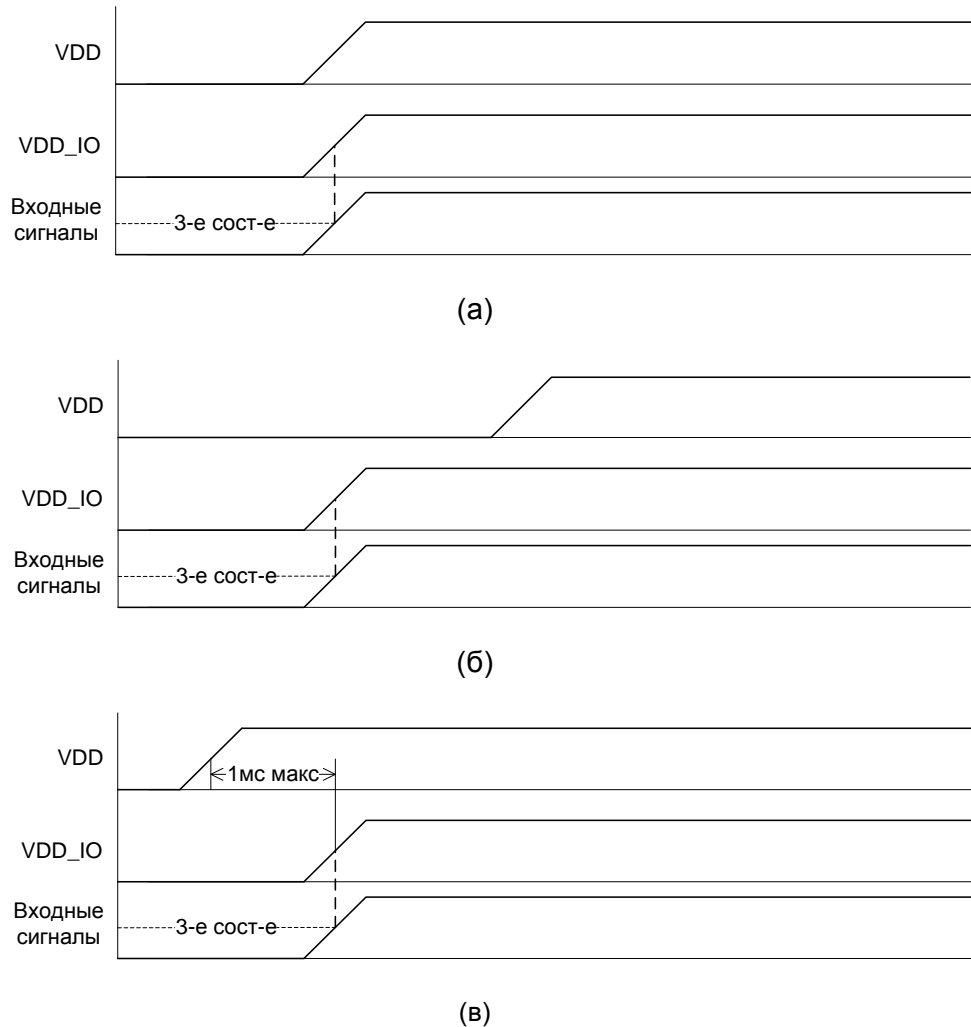


Рис. 15. Последовательность подачи питания: (а) VDD и VDD_IO подаются одновременно, (б) VDD_IO опережает VDD, (в) VDD опережает VDD_IO

3.3. Использование сигнала ON/OFF

Вход ON/OFF имеет внутреннюю подтяжку к напряжению VDD_IO, поэтому, если сигнал не используется, вывод ON/OFF может быть оставлен неподключенным. Для выключения приемника сигнал ON/OFF должен быть установлен в лог. «0». Для включения приемника сигнал ON/OFF должен быть установлен в лог. «1» или переведен в третье состояние.

При ON/OFF=0 выходные сигналы модуля переходят в следующие состояния:

- TX0, TX1: лог. «1»
- 1PPS: лог. «0»
- PD_ACK, STATUS: лог. «1».

3.4. Рекомендованное посадочное место на ПП пользователя

Для установки модулей ГеоС-3/3М на печатную плату (ПП) пользователя рекомендуется следующее посадочное место (Рис. 16, 17). Размеры: миллиметры. Габариты модуля выделены голубым цветом.

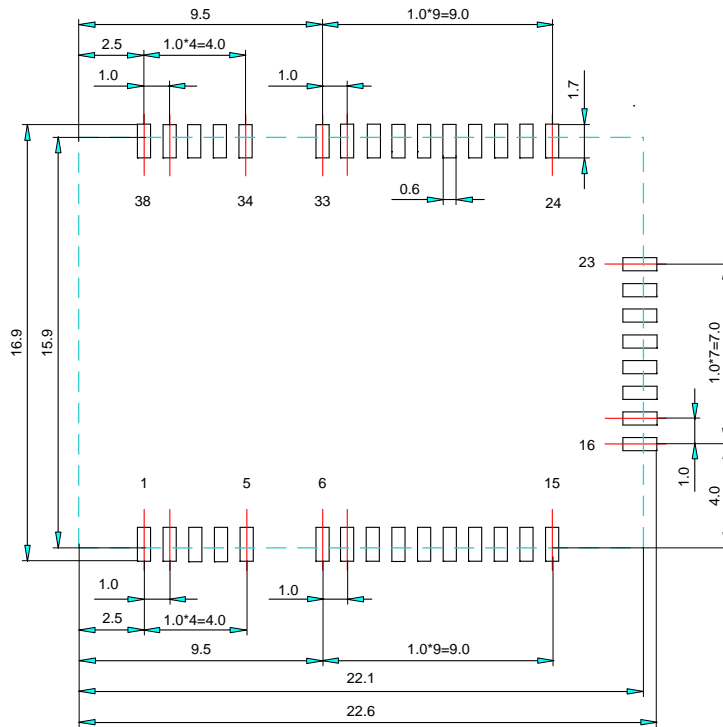


Рис. 16. Рекомендованное посадочное место ГеоС-3

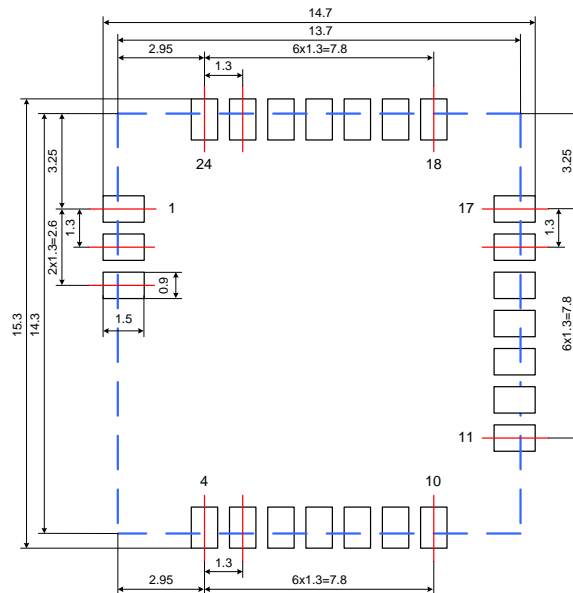


Рис. 17. Рекомендованное посадочное место ГеоС-3М

При трассировке внешних цепей модуля на печатной плате необходимо учитывать следующее:

1. Для ГеоС-3 контакты с 16 по 23 не используются при штатной эксплуатации модуля. Наличие этих контактных площадок на ПП пользователя является необязательным.
2. Радиосигнал от антенны подается на контакт ANT модуля по микрополосковой линии. Волновое сопротивление этой линии должно быть максимально приближено к 50 Ом, а ее длина - максимально короткой.
3. Земляные контактные площадки должны быть соединены с корпусом ПП (цепь «земля» или «общий провод») линиями минимальной длины.
4. Сигнальные проводники на ПП должны быть отодвинуты от антенного входа ANT как можно дальше.
5. Исключить трассировку сигналов, особенно высокочастотных и тактовых, под платой модуля.

3.5. Конфигурация и настройки встроенного ПО

Конфигурация и настройки ПО модуля производятся через бинарный протокол. Полный список текущих настроек и параметров конфигурации может быть получен в ответ на команду «0xC8».

Перечень настроек и параметров конфигурации, включая заводские (по умолчанию) значения, приведен в Таблице 13. Под термином «заводские» понимаются параметры, зашитые в ПО приемника на производстве. Для возврата к заводским настройкам используется бинарное сообщение «0xC2».

Таблица 13. Список настроек и параметров конфигурации

#	Параметр	Значение по умолчанию
1	Режим (GPS, ГЛОНАСС, ГЛОНАСС+GPS)	ГЛОНАСС+GPS
2	Разрешение использования 2D	да
3	Разрешение использования 2D для первого решения	да
4	Работа с фиксированными координатами	нет
5	Продолжительность экстраполяции	5с
6	Фильтрация	динамическая
7	Дифференциальный режим	запрещен
8	Источник дифференциальных поправок	выбирается автоматически
9	PRN SBAS	выбирается автоматически
10	Темп выдачи выходных данных	1Гц
11	Параметры Портов #0 и #1	115200, 1 стоповый, без четности
12	Соответствие протоколов портам	Порт #0 – бинарный, Порт #1 – NMEA
13	Маска GDOP	50
14	Маска угла места	5°

15	Маска уровня сигнала	10ДБГц
16	Порог статической навигации	0,3м/с
17	Профиль динамики пользователя	Пешеходно-автомобильный
18	Режимы энергосбережения	Выключены
19	Разрешенный режим энергосбережения	RELAXED FIX®
20	Минимальная продолжительность состояния «АКТИВЕН»	2с
21	Максимальная продолжительность состояния «АКТИВЕН»	5с
22	Временной интервал между переходами в состояние «АКТИВЕН» для режима RELAXED FIX®	60с
23	Продолжительность состояния «АКТИВЕН» после получения первого решения	3с
24	Начальные параметры	Координаты пользователя, м: X=0.0, Y=0.0, Z=0.0 Сдвиг местного времени относительно UTC, с: 0 Скорость ухода ШВ приемника, м/с: 0 Сдвиг ШВ ГЛОНАСС относительно ШВ GPS, м: 0
25	Параметры 1PPS	Выдается, полярность – положительная, привязка – к шкале времени GPS, длительность – 1мс, сдвиг – 0нс
26	Напряжение питания антенны	Включено
27	NMEA сообщения	GGA, GSA, GSV, RMC – выдаются; GNS, VTG, GLL, ZDA – не выдаются; соответствие версии NMEA – v2.x
28	Маскируемые бинарные пакеты 0x00...0x1F	не выдаются

После получения новых данных настройки или конфигурации приемник инициирует операцию их сохранения во Flash памяти. По окончании операции приемник выдает сообщение «0xС3» с кодом «3», если сохранение данных прошло успешно, и с кодом «0», если операция не была завершена. Код «0» может быть сформирован в случае, если приемник уже находится в процессе записи данных во Flash, например, при автосохранении альманахов или при сохранении предыдущих данных настройки.

Сохранение данных во Flash занимает время не более 1с.

3.5.1 Профили динамики потребителя

Таблица 14. Характеристики профиля динамики потребителя

Профиль	Характеристики
Пешеходно-автомобильный	Максимальная скорость – 75м/с Максимальная вертикальная скорость – 15м/с Максимальная высота – 10000м Ускорение – до 0,5g
Морской	Максимальная скорость – 30м/с Максимальная вертикальная скорость – 5м/с Максимальная высота – 500м Ускорение – до 0,5g
Авиационный	Максимальная скорость – 515м/с Максимальная вертикальная скорость – 100м/с Максимальная высота – 18000м Ускорение – до 3g, 2D режим запрещен

3.6. Особенности работы в различных режимах

3.6.1 Старт приемника после включения

После подачи питания приемник стартует автоматически, в режиме полного потребления (режимы энергосбережения не активизированы), не требуя дополнительных команд для начала работы. По умолчанию, по Порту #0 выдаются данные в бинарном протоколе, по Порту #1 – в NMEA.

В процессе работы приемник автоматически формирует и передает 1 раз в секунду в бинарном протоколе *Слово состояния приемника* и состояние *Регистра конфигурации приемника* (сообщение «0x21»). *Слово состояния приемника* содержит результаты считывания аппаратной телеметрии в составе:

- Бит 30: Телеметрия PLL (аналоговой части модуля)
- Биты 11, 10: Телеметрия антенны
- Бит 9: Телеметрия усиления ГЛОНАСС (аналоговой части модуля)
- Бит 8: Телеметрия усиления GPS (аналоговой части модуля)
- Бит 1: Результат теста RTC (тест выполняется по включению питания)
- Бит 0: Результат теста резервного ОЗУ (тест выполняется по включению питания).

Номер версии и дата ПО, ее контрольная сумма и серийный номер приемника выдаются в ответ на команду «0xC1» бинарного протокола.

В NMEA протоколе имеется нестандартное сообщение \$GPSGG,RQUERY,..., которое передает следующие данные:

- Номер версии и дату ПО
- Серийный номер приемника
- Слово состояния приемника
- Регистр конфигурации приемника.

Сообщение \$GPSGG,RQUERY,... формируется:

- В ответ на запрос \$GPSGG,RQUERY*70
- Автоматически однократно при старте приемника
- В режимах энергосбережения: однократно при переходе из состояния «СОН» в состояние «АКТИВЕН» и при переходе из состояния «АКТИВЕН» в состояние «СОН»
- Периодически 1 раз в секунду, если выдача всех NMEA сообщений запрещена.

При наличии в слежении достаточного количества спутников и выделенной из их сигналов эфемеридной информации приемник решает навигационную задачу и выдает навигационные данные как в бинарном, так и в NMEA протоколах.

Признак достоверности решения НЗ формируется в Бите 15 *Слова состояния приемника*, которое передается в бинарных сообщениях «0x20» и «0x21».

В процессе работы при пропадании решения приемник выдает в NMEA сообщениях последние достоверные навигационные данные. При этом в GGA сообщении в поле «Режим работы приемника» передается «0» (координаты недоступны или недостоверны).

В процессе работы приемник формирует на выводе STATUS сигналы, форма которых может быть использована для идентификации текущего статуса модуля (раздел [2.13](#)).

После включения питания секундная метка 1PPS выдается сразу, однако ее временное положение неопределенно до решения НЗ. Как только получено достоверное решение НЗ (*Слово состояния приемника*, Бит 15=1), метка времени начинает выдаваться синхронно с заданной шкалой времени. После потери связи со спутниками метка времени продолжает формироваться, при этом находясь без управления, и ошибка ее временного положения при этом будет определяться скоростью ухода шкалы времени приемника (сдвигом частоты ТСХО). Временное положение метки времени учитывает задержку, вносимую приемником, и не учитывает задержку, вызванную распространением сигналов в антенном кабеле. Учесть эту задержку можно, введя сдвиг секундной метки, что предусмотрено соответствующей командой бинарного протокола (пакет «0x4C»). Здесь же можно установить параметры метки времени.

3.6.2 Холодный, теплый, горячий старт

В зависимости от наличия альманаха, времени, данных местоположения и интервала времени, в течение которого приемник находился в выключенном состоянии, приемник автоматически стартует в холодном, теплом или горячем старте. Холодный старт подразумевает отсутствие в приемнике достоверных альманахов, эфемерид, времени и данных местоположения. По времени холодный старт – самый продолжительный. Теплый старт подразумевает, что приемник имеет альманахи, известно его местоположение и время. Горячий старт подразумевает наличие альманахов, данных местоположения, времени, а также эфемерид, поэтому приемник тратит в этом старте наименьшее количество времени.

Приемник реализует теплый или горячий старт при следующих условиях.

1. Резервное батарейное питание VBAT подключено:
 - VDD=выкл→VDD=вкл
2. Основное напряжение питания VDD подключено; резервное батарейное питание – безразлично:
 - ON/OFF=0→ON/OFF=1
 - NRESET=0→NRESET=1.

Также имеется возможность организовать программный перестарт приемника. Для этого в бинарном протоколе используется сообщение «0xC2»: код «0» соответствует горячему старту, код «1» – теплому старту, код «3» – холодному. При работе по NMEA протоколу используются сообщения \$GPGG,CSTART*6B – холодный старт, \$GPGG,WSTART*7F – теплый старт, \$GPGG,HSTART*60 – горячий старт.

Для ускорения вхождения в связь в приемник может быть загружена инициализирующая информация в составе: время/дата UTC, XYZ координаты потребителя, смещение ОГ, сдвиг шкалы времени ГЛОНАСС относительно GPS. Данная информация передается в сообщении «0x40».

3.6.3 Особенности управления модулем по бинарному протоколу

Бинарный протокол предоставляет возможность установки всех настроек и параметров конфигурации модуля, перечисленных в Таблице 13.

Переключение в NMEA протокол производится командой «0xC5» или сообщением «0x50». Команда «0xC5» также задает следующие настройки:

- Маска выдаваемых NMEA сообщений
- Версия протокола NMEA 0183
- Выбор GGA или GNS (для NMEA 0183 v3.x)
- Скорость обмена, количество стоповых и формирование бит четности.

При переключении в NMEA протокол перестарта приемника не происходит.

3.6.4 Особенности управления модулем по NMEA протоколу

В отличие от бинарного, NMEA протокол предоставляет возможность ограниченного управления настройками в следующем объеме:

- Установка параметров обмена по последовательным портам: \$GPGG,BDR---* – скорость обмена, \$GPGG,STOP--* – количество стоповых бит
- Включение/выключение конкретных NMEA сообщений: \$GPGG,GGA ON*08, \$GPGG,GGAOFF*66 – GGA(GNS); \$GPGG,GLL ON*1C, \$GPGG,GLLOFF*72 – GLL; \$GPGG,GSA ON*1C, \$GPGG,GSAOFF*72 – GSA; \$GPGG,GSV ON*0B, \$GPGG,GSVOFF*65 – GSV; \$GPGG,RMC ON*15, \$GPGG,RMCOFF*7B – RMC; \$GPGG,VTG ON*0C, \$GPGG,VTGOFF*62 – VTG; \$GPGG,ZDA ON*16, \$GPGG,ZDAOFF*78 – ZDA

- Выбор версии стандарта NMEA 0183: \$GPGG,NMEA V2 – v2.x; \$GPGG,NMEA V3 – v3.x
- Выбор между GGA и GNS (для версии v3.x): \$GPGG,GGAOUT, \$GPGG,GNSOUT
- Установка темпа выдачи выходных данных: \$GPGG,RATE--*
- Включение/выключение режимов энергосбережения/пробуждение приемника (для режима FIX-BY-REQUEST®): \$GPGG,PSM ON*07, \$GPGG,PSMOFF*69 (подробнее см. раздел [3.6.5.4](#)).

Переключение в бинарный протокол производится сообщением \$GPGG,SWPROT*75.

3.6.5 Режимы работы

3.6.5.1 Автономный режим

Для установки параметров решения НЗ предусмотрены два бинарных сообщения «0x42» и «0x43».

По умолчанию приемник работает в совмещенном ГЛОНАСС+GPS режиме, однако может быть установлен в режим только ГЛОНАСС или только GPS («0x42»). По умолчанию, приемник решает НЗ в режиме 3D. При недостаточном количестве спутников приемник может перейти в режим 2D (если это разрешено в сообщении «0x43»).

Если после решения НЗ произошла потеря связи со спутниками, приемник может в течение определенного времени (от 1 до 10 секунд) продолжать выдавать данные местоположения, основываясь на знании вектора скорости (режим экстраполяции). Установка разрешения использования экстраполяции и ее продолжительности производится через сообщение «0x43».

Сообщение «0x43» устанавливает также профиль динамики пользователя. При задании автоматического выбора (код «0») приемник автоматически производит подстройку параметров динамической фильтрации и системы оценки качества НЗ в зависимости от измеренной динамики потребителя. Пешеходно-автомобильный и морской профили динамики (коды «1», «2») рассчитаны на низкую динамику потребителя. И наоборот, авиационный профиль (код «3») рассчитан на высокую динамику.

Приемник может работать в режиме фиксированных координат (устанавливается «0x42», подробнее см. раздел [3.6.5.3](#)), который предполагает, что потребитель неподвижен. Такой режим может использоваться, в частности, для временных приложений.

Могут быть установлены три параметра маски: маска фактора ухудшения точности (GDOP), маска угла места и маска уровня сигнала («0x43»). Если при решении НЗ рассчитанное значение GDOP больше соответствующей маски, такое решение НЗ считается недостоверным. Спутники с углом места меньше заданной маски не

используются в решении НЗ. Спутники с уровнями сигналов меньше заданной маски не используются в решении НЗ.

Порог статической навигации устанавливается сообщением «0x43». Приемник выдает нулевое значение скорости, если измеренное значение скорости не превышает этот порог.

Темп выдачи может быть установлен 1, 2, 5 или 10Гц сообщением «0x44» (1Гц по умолчанию).

Каждый спутник может быть исключен из решения НЗ путем выдачи соответствующей маски в бинарном протоколе («0x4D»). Информация о выключенных спутниках стирается после выключения питания, так что при новом старте все спутники будут вновь разрешены к использованию.

В *Слове состояния приемника* в составе сообщений «0x20» и «0x21» передается набор важных индикаторов состояний решения НЗ и приемника в целом:

- Бит 24: Признак выдачи координат по результатам экстраполяции. Если бит установлен в «1», текущие координаты – экстраполированные
- Бит 21: Индикатор состояния приемника. Бит принимает значение «0» в состоянии «СОН» и «1» в состоянии «АКТИВЕН»
- Бит 20: Признак работы в дифференциальном режиме. Бит принимает значение «0» в автономном режиме и «1» в дифференциальном режиме
- Бит 15: Признак наличия решения НЗ. Бит принимает значение «0», если нет решения НЗ или оно недостоверно, и «1», если решение НЗ достоверно.

Если все NMEA сообщения разрешены, они выдаются в следующей последовательности (Рис. 18):

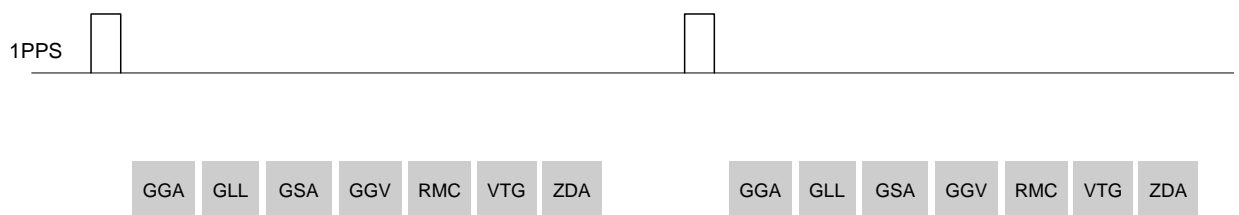


Рис. 18. Последовательность выдачи NMEA сообщений

В GGA сообщении передается поле *Режим работы приемника*, который в зависимости от режима работы приемника имеет следующие состояния:

- «0», если координаты недостоверны
- «1», если координаты достоверны (автономный режим)
- «2», если координаты достоверны (дифференциальный режим)

- «6», если приемник находится в режиме экстраполяции координат
- «7», если приемник работает в режиме фиксированных координат.

В сообщениях GNS, GLL, RMC, VTG передается поле *Индикатор режима*, в котором передается символ «A», если данные достоверны (автономный режим), символ «D», если данные достоверны (дифференциальный режим), символ «N», если данные недостоверны или отсутствуют, символ «E» – в режиме экстраполяции, символ «M» – в режиме фиксированных координат.

Дополнительно в сообщениях GLL и RMC передается поле *Статус*, которое принимает значение «A» (достоверные данные) для значения *Индикатора режима* «A», «D» и значение «V» (недостоверные данные) для значений *Индикатора режима* «E», «M», «N».

3.6.5.2 Дифференциальные режимы

Источники дифференциальных поправок:

- RTCM: используются дифференциальные коррекции стандарта RTCM SC104 v2.3, формируемые контрольно-корректирующей станцией и поступающие на Порт #1 приемника.
- SBAS: используются широкозонные дифференциальные коррекции, передаваемые КА SBAS.

Устанавливается дифференциальный режим бинарным сообщением «0x45».

Если в слове *Разрешение дифференциального режима* установлен код «0», дифференциальный режим запрещен (значение по умолчанию); если «1», то разрешен.

Слово 2 сообщения «0x45» устанавливает источник дифференциальных поправок:

- Код «0»: автоматический выбор. В этом случае, при наличии в зоне видимости КА SBAS и при отсутствии на входе дифференциальных коррекций RTCM, приемник автоматически обрабатывает сигналы SBAS и использует выделенную информацию при решении НЗ. Если в приемник поступают коррекции RTCM, они имеют приоритет и в этом случае КА SBAS игнорируются
- Код «1»: RTCM. В этом случае приемник использует только коррекции RTCM, принятые по последовательному Порту #1, игнорируя КА SBAS
- Код «2»: SBAS. В этом случае приемник использует только информацию с КА SBAS, игнорируя прием коррекций RTCM.

3.6.5.2.1 RTCM

Корректирующие поправки формируются контрольно-корректирующей станцией и предназначены для устранения ошибок измерений в приемнике, вызванных задержкой

распространения сигнала в тропосфере и ионосфере, неточностью оперативной информации, формируемой навигационными КА, и другими источниками ошибок.

Приемник принимает сообщения с номерами 1, 3 и 31. Ниже приведено краткое описание пакетов.

Сообщение 1. Дифференциальные коррекции сигналов GPS (Differential GPS corrections)

В данном сообщении передаются значения поправок (pseudorange corrections) и скорость изменения поправок (range-rate corrections), относящиеся к измерениям псевдодальности сигналов GPS. Также передается точность передаваемых коррекций (UDRE: User differential range error).

Сообщение 3. Параметры корректирующей станции GPS (GPS Reference Station Parameters)

Сообщение содержит координаты контрольно-корректирующей станции в геоцентрической системе координат WGS-84.

Сообщение 31. Дифференциальные коррекции сигналов ГЛОНАСС (Differential GLONASS corrections)

Содержание сообщения аналогично сообщению 1, но коррекции относятся к измерениям псевдодальности сигналов ГЛОНАСС.

3.6.5.2.2 SBAS

Для передачи корректирующей информации в SBAS используются геостационарные спутники. Передаваемая КА SBAS информация содержит данные о целостности (integrity), непосредственно коррекции, а также данные, позволяющие использовать спутники для навигации. Структура сигналов аналогична структуре сигнала GPS C/A, но скорость передачи информации равна 500 бит/с.

Ниже приведено краткое описание принимаемых данных.

Сообщение 0. Прекратить использование системы (Do not use for safety application)

Сообщение передается во время тестирования системы. Прием данного сообщения сигнализирует о необходимости прекратить использование системы как минимум на одну минуту.

Сообщение 1. Маска PRN спутников (PRN Mask Assignment)

Номера КА, для которых передаются корректирующие данные.

Сообщение 2-5. Коррекции быстроменяющихся ошибок (Fast Corrections)

Сообщение содержит поправку к псевдодальности (pseudorange corrections), скорость изменения поправки (range-rate corrections), индикатор точности (UDREI: user differential range error indicator). В сообщении содержится информация для не более, чем 13 КА.

Сообщение 6. Целостность системы (Integrity Information)

Сообщение содержит индикатор точности для всех КА, отслеживаемых системой, а также признаки, указывающие, что не производится формирование коррекций для данного КА (Not monitored), или необходимо прекратить использование КА для навигации (Do not use).

Сообщение 25. Коррекции медленноменяющихся ошибок (Long-term Satellite Error Corrections)

Сообщение содержит оценку медленноменяющихся ошибок эфемерид и часов КА, в системе координат WGS-84.

Сообщение 24. Смешанные коррекции для быстро и медленноменяющихся ошибок (Mixed Fast Corrections/Long-term Satellite Error Corrections)

Сообщение содержит как коррекции быстроменяющихся ошибок, так и коррекции медленноменяющихся ошибок навигационных КА.

Сообщение 25. Маска точек сетки ионосферных коррекций (Ionospheric Grid Point Masks)

Сообщение содержит номера точек ионосферной сетки, которые используются при вычислениях задержки в ионосфере. При этом параметры модели ионосферы, передаваемые навигационными спутниками GPS, не используются.

Сообщение 26. Значения задержек для точек ионосферной сетки (Ionospheric Delay Corrections)

Сообщение содержит значения вертикальных задержек для точек ионосферной сетки, номера которых были переданы в сообщении 25. Имея значения задержек в ионосфере в определенных точках, можно с более высокой точностью, по сравнению с моделью Клобучара, вычислить задержку распространения сигнала в ионосфере.

Для приема и обработки сигналов КА SBAS в приемнике используются 2 канала слежения. Настройка режима использования SBAS производится сообщением «0x46».

Слово *Способ выбора PRN SBAS*:

- Код «0»: задаются пользователем. Номера КА (кодовых последовательностей) для обоих каналов приема задаются в словах 2 и 3 сообщения «0x46» (в диапазоне от 120 до 138)

- Код «1»: выбираются автоматически. В этом случае приемник автоматически осуществляет поиск всех возможных КА SBAS. При наличии в слежении более 2-х КА используется информация, принятая только с двух КА с большим уровнем сигнала

Слова *Номер PRN для первого/второго канала приема КА SBAS* вручную устанавливают номер кодовой последовательности для первого и второго канала слежения приемника.

Принятые с КА SBAS декодированные информационные символы выдаются приемником в бинарном сообщении 0x16 (250 бит в секунду).

3.6.5.3 Режим с фиксацией координат (временные приложения)

Режим с фиксацией координат предназначен для временных применений. Приемник использует XYZ координаты из состава инициализирующих данных в сообщении «0x40». В этом режиме:

- Приемник вычисляет только смещение и скорость ухода своей ШВ с целью формирования секундной метки времени (1PPS)
- Приемник выдает нулевую скорость и XYZ координаты, введенные в него в составе инициализирующих данных.

При этом важно помнить, что точность формирования метки времени в этом случае будет напрямую зависеть от точности введенных в приемник координат.

Специально для этого класса приложений предусмотрено бинарное сообщение «0x14», в котором передаются следующие параметры:

- Время UTC, локальное время
- Оценка точности 1PPS
- Время GPS с начала недели, время ГЛОНАСС с начала суток
- Номер недели GPS
- Номер суток внутри четырехлетия ГЛОНАСС
- Номер четырехлетия ГЛОНАСС
- Расхождение UTC и времени GPS
- Признак планируемой коррекции UTC.

Временная привязка выдаваемых сообщений (бинарных и NMEA) к активному фронту (переход из лог. «0» в лог. «1») импульса 1PPS приведена на Рис. 19.

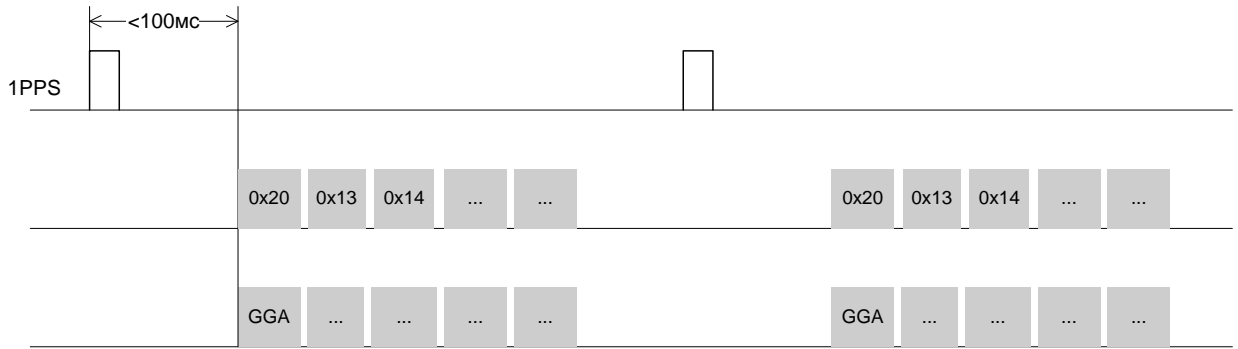


Рис. 19. Временная привязка сообщений к секундной метке времени

В бинарном протоколе начало выдачи сообщения «0x20» (немаскируемого) – не позднее 100мс от активного фронта 1PPS.

В NMEA протоколе начало выдачи первого разрешенного сообщения (GGA на примере Рис. 19) – не позднее 100мс от активного фронта 1PPS.

3.6.5.4 Режимы энергосбережения

Приемник поддерживает два режима энергосбережения: RELAXED FIX® и FIX-BY-REQUEST®.

В режиме RELAXED FIX® приемник самостоятельно чередует по внутренней циклограмме состояния «СОН» и «АКТИВЕН» и выдает данные местоопределения с темпом, много ниже стандартного (1Гц).

Режим FIX-BY-REQUEST® характеризуется переходом из состояния «СОН» в состояние «АКТИВЕН» (пробуждение) по запросу пользователя.

В состоянии «СОН» типовой ток потребления модуля составляет 5,5мА, в состоянии «АКТИВЕН» - 59мА. Средний ток в режиме энергосбережения (мА) может быть получен на основе следующего выражения:

$(T_{ACT} \cdot 59 + T_{SLP} \cdot 5,5) / (T_{ACT} + T_{SLP})$, где:

T_{ACT} – длительность состояния «АКТИВЕН» (с);

T_{SLP} – длительность состояния «СОН» (с);

$T_{ACT} + T_{SLP} = T_{ACT-ACT}$.

Таким образом, основным выигрышем от использования режимов энергосбережения является существенное снижение среднего тока потребления.

Настройка режимов производится бинарным сообщением «0x47». Настраиваются следующие параметры:

- Выбор типа режима (RELAXED FIX® или FIX-BY-REQUEST®)
- Минимальная продолжительность состояния «АКТИВЕН» ($T_{ACT\ MIN}$), в секундах. Этот параметр задает минимальное время, выделенное приемнику на обнаружение сигналов после пробуждения. Если в течение этого времени координаты не получены, приемник остается в активном состоянии до истечения $T_{ACT\ MAX}$. Если в течение этого времени получены достоверные координаты, приемник продолжает работать и выдавать координаты в течение времени $T_{ACT\ FIX}$, после чего самостоятельно переходит в «СОН». Задается для обоих режимов. Минимальное значение – 2с
- Максимальная продолжительность состояния «АКТИВЕН» ($T_{ACT\ MAX}$), в секундах. Этот параметр задает максимальное время, выделенное приемнику на обнаружение сигналов после пробуждения. Если в течение этого времени спутники не обнаружены, и не получены достоверные координаты, приемник самостоятельно переходит в «СОН». Не может быть меньше $T_{ACT\ MIN}$. Задается для обоих режимов
- Продолжительность состояния «АКТИВЕН» после получения первого решения ($T_{ACT\ FIX}$), в секундах. Этот параметр задает время после получения первого решения, в течение которого приемник остается в состоянии «АКТИВЕН» и выдает данные навигационных определений. Минимальное значение (0с) означает, что приемник переходит в «СОН» сразу после получения первого достоверного решения НЗ.
- Временной интервал между переходами в состояние «АКТИВЕН» для режима RELAXED FIX® ($T_{ACT-ACT}$), в секундах. Этот параметр задает интервал времени между пробуждениями. Не может быть меньше $T_{ACT\ MAX}$ и ($T_{ACT\ MIN} + T_{ACT\ FIX}$). Диапазон значений: 10...120с.



1. $T_{ACT\ MIN}$ и $T_{ACT\ FIX}$ могут быть установлены такими, что $(T_{ACT\ MIN} + T_{ACT\ FIX}) \geq T_{ACT\ MAX}$

2. Актуальное время от момента пробуждения до выдачи навигационных определений может оказаться больше временного интервала $T_{ACT\ MAX}$

Вход/выход из режимов энергосбережения и пробуждение производится бинарным сообщением «0xС4» или NMEA сообщением \$GPSGG,PSM ON*07, \$GPSGG,PSMOFF*69.



1. Приемник переходит в режим энергосбережения только при наличии во Flash памяти актуальных альманахов и если есть решение НЗ. Если на момент подачи команды на включение режима энергосбережения решения НЗ нет, то включение

режима будет отложено до получения достоверного решения

2. *В режимах энергосбережения все входные сообщения, кроме бинарного сообщения «0xC4» или NMEA сообщений \$GPSGG,PSM ON*07, \$GPSGG,PSMOFF*69, игнорируются*
3. *Если приемник находится в режиме энергосбережения, то для задания иных настроек необходимо выйти из режима энергосбережения, произвести установку необходимых параметров, затем вновь включить режим энергосбережения*

Кроме того, выход из режимов энергосбережения может производиться перестартом приемника (ON/OFF=0→ON/OFF=1, NRESET=0→NRESET=1, VDD=выкл→VDD=вкл).

Для индикации состояния – «АКТИВЕН» или «СОН» – модуль управляет состоянием вывода PD_ACK следующим образом:

- «АКТИВЕН»: PD_ACK=1
- «СОН»: PD_ACK=0.

В состоянии «СОН» приемник выдает по последовательным портам:

- Бинарный протокол: ежесекундно сообщение «0x21», где в *Слове состояния приемника* Бит 21 (Индикатор состояния приемника) устанавливается в «0»; в словах 5, 6 передается «0»
- NMEA протокол: стандартные сообщения (кроме GSV) в соответствии с маской сообщений NMEA, с заданным темпом выдачи выходных данных, и однократно при переходе в «СОН» сообщение \$GPSGG,RQUERY,... в *Слове состояния приемника* которого Бит 21 устанавливается в «0».

В состоянии «АКТИВЕН» приемник выдает по последовательным портам:

- Бинарный протокол: сообщения в соответствии с маской бинарных сообщений, с заданным темпом выдачи выходных данных, и ежесекундно сообщение «0x21», где в *Слове состояния приемника* Бит 21 (Индикатор состояния приемника) устанавливается в «1»
- NMEA протокол: стандартные сообщения (кроме GSV) в соответствии с маской сообщений NMEA, с заданным темпом выдачи выходных данных, и однократно при переходе в «АКТИВЕН» сообщение \$GPSGG,RQUERY,... в *Слове состояния приемника* которого Бит 21 устанавливается в «1».

Временные диаграммы выдачи сообщений по последовательным портам приведены на Рис. 20 (темп выдачи 1Гц).

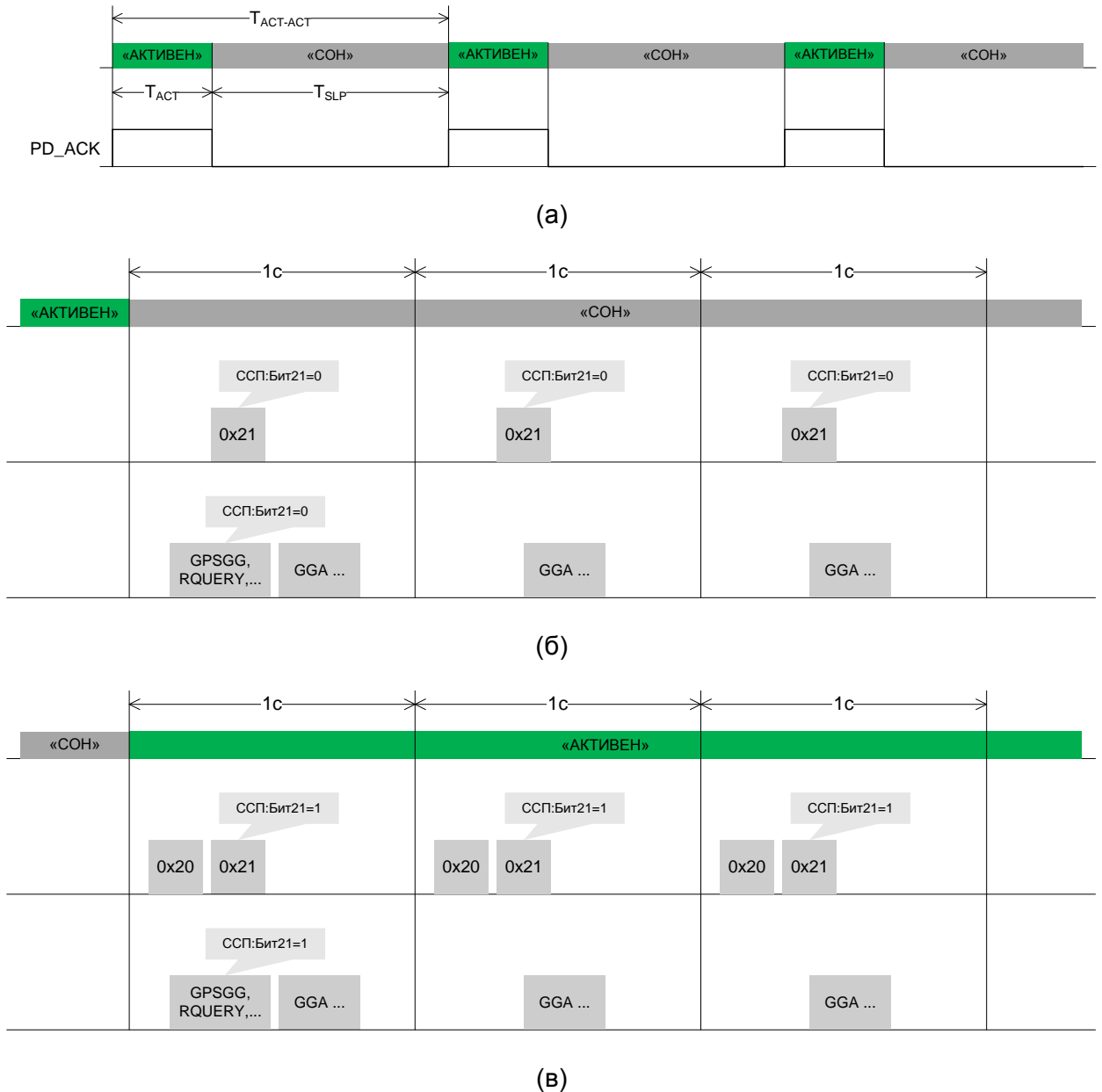


Рис. 20. Временные диаграммы в режимах энергосбережения: (а) PD_ACK; (б) выдача выходных сообщений в состоянии «СОН»; (в) выдача выходных сообщений в состоянии «АКТИВЕН»



1. В состоянии «АКТИВЕН»: для обоих протоколов темп выдачи выходных данных соответствует установленному сообщением «0x44»
2. В состоянии «СОН»: темп выдачи разрешенных стандартных NMEA сообщений (GGA/GNS, GLL, GSA, RMC, VTG, ZDA) равен установленному сообщением «0x44»

При включении режимов энергосбережения ряд настроек автоматически принимает следующие значения (Таблица 15). Эти настройки не сохраняются во Flash, то есть при выходе из режима энергосбережения актуальными будут настройки, с которыми приемник работал до входа в режим.

Таблица 15. Настройки в режимах энергосбережения

#	Параметр	Значение
1	Режим (GPS, ГЛОНАСС, ГЛОНАСС+GPS)	как установлено
2	Разрешение использования 2D	как установлено
3	Разрешение использования 2D для первого решения	как установлено
4	Работа с фиксированными координатами	нет
5	Экстраполяция	выключена
6	Фильтрация	динамическая
7	Дифференциальный режим	запрещен
8	Темп выдачи выходных данных	как установлено
9	Параметры Портов #0 и #1	как установлено
10	Соответствие протоколов портам	как установлено
11	Маска GDOP	как установлено
12	Маска угла места	как установлено
13	Маска уровня сигнала	30дБГц
14	Порог статической навигации	как установлено
15	Профиль динамики пользователя	Пешеходно-автомобильный
16	Параметры 1PPS	Выдается, параметры – как установлено
17	Напряжение питания антенны	как установлено
18	NMEA сообщения	GSV – не выдается; остальные – как установлено; версия NMEA стандарта – как установлено
19	Маскируемые бинарные пакеты 0x00...0x1F	как установлено

В обоих режимах энергосбережения приемник самостоятельно переходит в состояние «АКТИВЕН» (пробуждение) каждые 15 минут для обновления ряда внутренних параметров и каждые 30 минут для обновления эфемерид. Моменты времени выровнены с UTC. Ниже приведен пример для одного часа, начиная с 00ч:00м:00с UTC:

- 00ч:00м:00с, 00ч:30м:00с: пробуждение для набора эфемерид; продолжительность – от 1 до 2 минут
- 00ч:15м:00с, 00ч:45м:00с: пробуждение для обновления внутренних параметров; продолжительность – от 20 до 80 секунд.

В обоих режимах энергосбережения поведение вывода STATUS следующее: в состоянии «СОН» на выводе формируется лог. «0»; в состоянии «АКТИВЕН» – как описано в разделе [2.13](#).

3.6.5.4.1 RELAXED FIX®

Это режим самостоятельного циклического перехода из состояния «АКТИВЕН» в состояние «СОН» и обратно. Пользователь переводит приемник в режим и выводит его из режима командами по последовательному порту. Вся основная циклограмма перехода из состояния «АКТИВЕН» в состояние «СОН» и обратно производится модулем автономно. Максимальный интервал между переходами в активное состояние в этом режиме составляет 120 секунд.

Вывод PD в этом режиме не используется. Ниже описано действие команды «0xC4» для режима RELAXED FIX®, в зависимости от того, когда она приходит.

Состояние «АКТИВЕН»:

- 0x0000 выход из режима
- 0x0001 вход в режим.

Состояние «СОН»:

- 0x0000 выход из режима
- 0x0001 не имеет действия.

Ниже описано действие NMEA сообщений \$GPSGG,PSM ON*07, \$GPSGG,PSMOFF*69, в зависимости от того, когда они приходят.

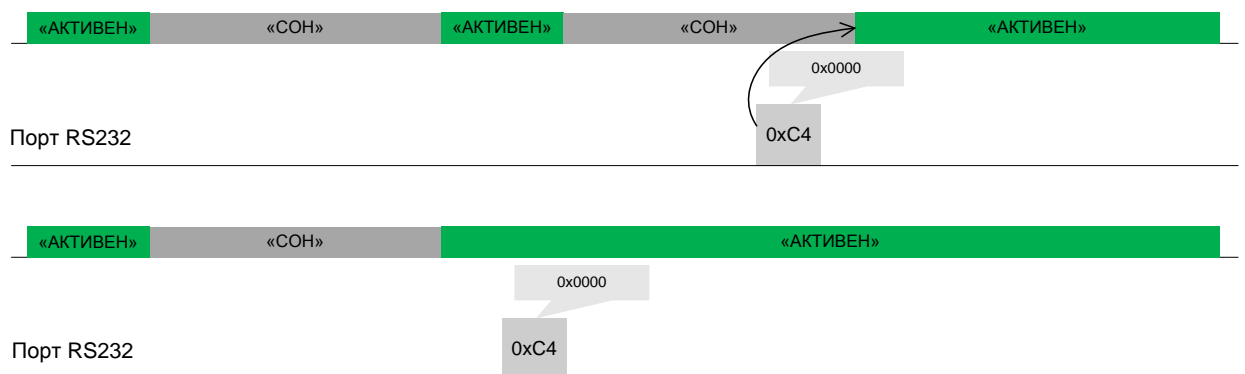
Состояние «АКТИВЕН»:

- \$GPSGG,PSMOFF*69 выход из режима
- \$GPSGG,PSM ON*07 вход в режим.

Состояние «СОН»:

- \$GPSGG,PSMOFF*69 выход из режима
- \$GPSGG,PSM ON*07 не имеет действия.

Примеры временных диаграмм выхода из режима приведены на Рис. 21 (темп выдачи 1Гц).



(a)

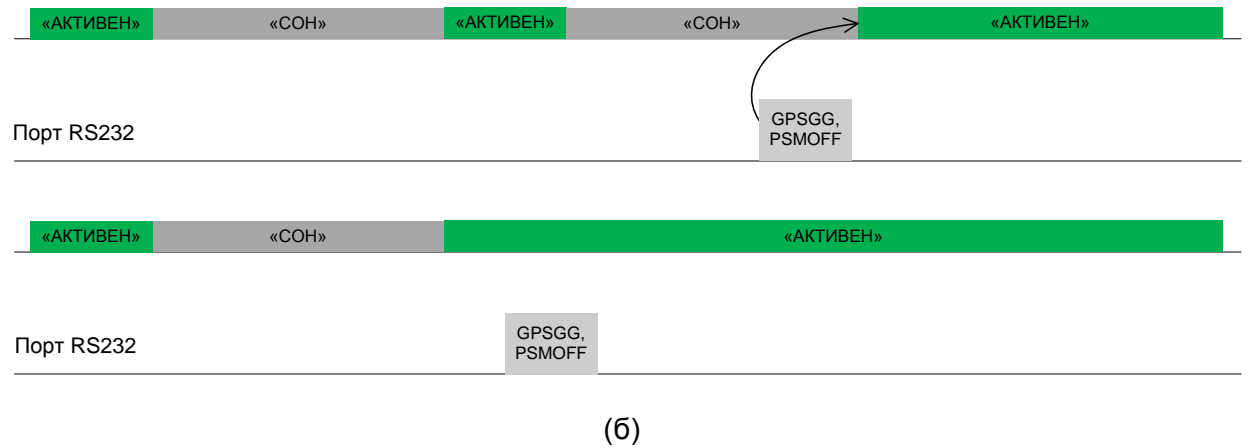


Рис. 21. Временные диаграммы выхода из режима RELAXED FIX[®]: (а) используя «0xC4»; (б) используя \$GPSGG,PSMOFF



1. В режиме RELAXED FIX[®] секундная метка времени 1PPS формируется, однако следует иметь в виду, что в состоянии «СОН» ее точность не обеспечивается

Способы управления режимом сведены в Таблицу 16.

Таблица 16. Управление режимом RELAXED FIX[®]

Настройка режима	Вход в режим	Пробуждение	Выход из режима
«0x47»	<ul style="list-style-type: none"> «0xC4»: 0x0001 \$GPSGG,PSM ON*07 	По внутреннему таймеру	<ul style="list-style-type: none"> «0xC4»: 0x0000 \$GPSGG,PSMOFF*69

3.6.5.4.2 FIX-BY-REQUEST[®]

Режим используется, когда пользователю нужны результаты навигационных определений по мере необходимости. Основное время модуль находится в состоянии «СОН». В случае необходимости пользователь переводит модуль с состояние «АКТИВЕН», приемник осуществляет обнаружение сигналов, решает НЗ, выдает координаты пользователю и далее самостоятельно переходит в «СОН». Продолжительность состояния «АКТИВЕН» находится в пределах, задаваемых настройками режима.

Для пробуждения приемника может использоваться любой из трех источников:

- Вывод PD. Активным является передний фронт сигнала – переход из лог. «0» в лог. «1».
- Соответствующие бинарные/NMEA команды по Порту #0

- Соответствующие бинарные/NMEA команды по Порту #1.

Для входа в режим и выхода из режима используются только бинарные/NMEA команды по любому последовательному порту.

Ниже описано действие команды «0xC4» для режима FIX-BY-REQUEST®, в зависимости от того, когда она приходит:

Состояние «АКТИВЕН»:

- 0x0000 выход из режима
- 0x0001 вход в режим.

Состояние «СОН»:

- 0x0000 выход из режима
- 0x0001 пробуждение.

Ниже описано действие NMEA сообщений \$GPSGG,PSM ON*07, \$GPSGG,PSMOFF*69, в зависимости от того, когда они приходят.

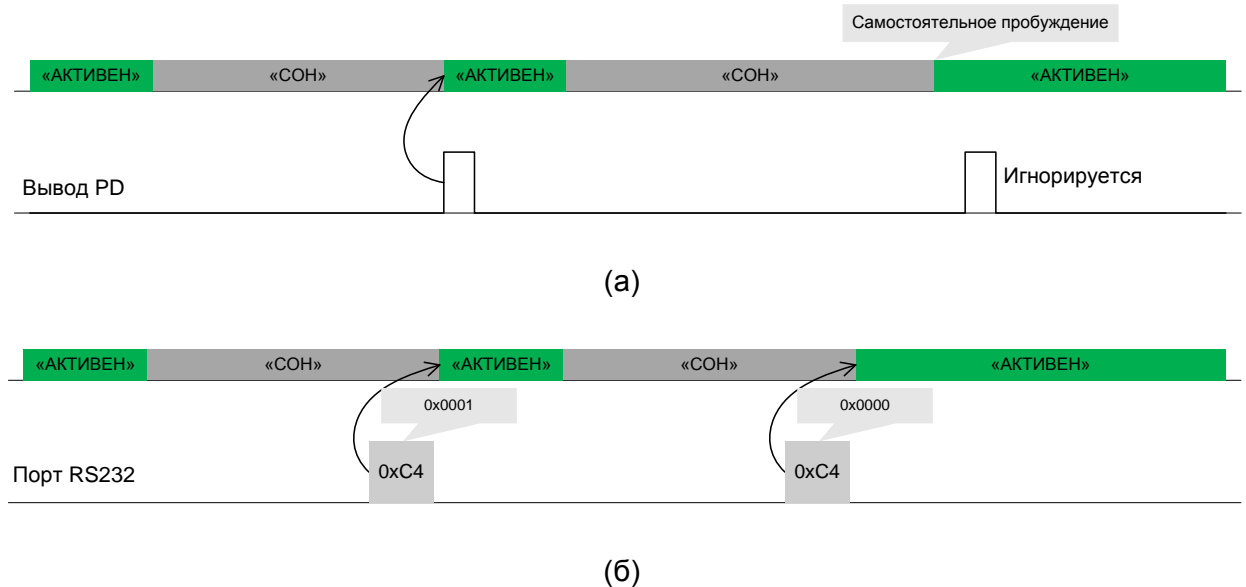
Состояние «АКТИВЕН»:

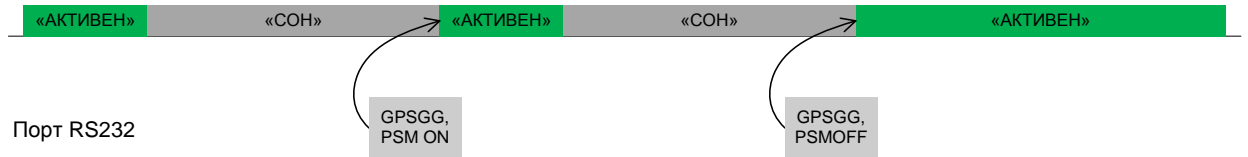
- \$GPSGG,PSMOFF*69 выход из режима
- \$GPSGG,PSM ON*07 вход в режим.

Состояние «СОН»:

- \$GPSGG,PSMOFF*69 выход из режима
- \$GPSGG,PSM ON*07 пробуждение.

Примеры временных диаграмм пробуждения и выхода из режима приведены на Рис. 22.





(в)

Рис. 22. Временные диаграммы пробуждения и выхода из режима FIX-BY-REQUEST®: (а) пробуждение выводом PD и самостоятельное пробуждение; (в) пробуждение, используя «0xC4»: 0x0001, и пробуждение/выход из режима, используя «0xC4»: 0x0000; (в) пробуждение, используя \$GPSGG,PSM ON, и пробуждение/выход из режима, используя \$GPSGG,PSMOFF



В режиме FIX-BY-REQUEST® секундная метка времени 1PPS формируется, однако следует иметь в виду, что в состоянии «СОН» ее точность не обеспечивается

Способы управления режимом сведены в Таблицу 17.

Таблица 17. Управление режимом FIX-BY-REQUEST®

Настройка режима	Вход в режим	Пробуждение	Выход из режима
«0x47»	<ul style="list-style-type: none"> «0xC4»: 0x0001 \$GPSGG,PSM ON*07 	<ul style="list-style-type: none"> Вывод PD «0xC4»: 0x0001 \$GPSGG,PSM ON*07 	<ul style="list-style-type: none"> «0xC4»: 0x0000 \$GPSGG,PSMOFF*69

3.6.6 Альманахи

Приемник выходит с производства с загруженными во Flash память альманахами. В процессе работы приемник выделяет альманахи из принимаемых сигналов и периодически автоматически записывает их во Flash память. Кроме того, альманахи могут быть загружены в приемник, используя соответствующие сообщения «0x48» для GPS и «0x49» для ГЛОНАСС, а также получены из приемника, используя запрос «0x88» для GPS и запрос «0x89» для ГЛОНАСС. Альманахи могут быть записаны во Flash память принудительно, используя бинарное сообщение «0xC3» или NMEA сообщение \$GPSGG,SAVEFL*63.

По результатам сохранения альманахов во Flash (автоматического или по команде) приемник выдает сообщение «0xC3» со следующим содержанием:

- Код «0»: сохранение данных не может быть завершено (ошибка записи)
- Код «1»: выполнено сохранение альманахов по команде «0xC3»
- Код «2»: выполнено автоматическое сохранение альманахов.

4. Техническое обслуживание

Приемник не требует технического обслуживания.

5. Текущий ремонт

Приемник не требует текущего ремонта при соблюдении правил эксплуатации, изложенных в настоящем РЭ, при соблюдении требований к условиям эксплуатации, хранения и транспортирования.

При возникновении отказов приемник должен быть возвращен на предприятие-изготовитель для последующего ремонта.

6. Транспортирование и хранение

Упакованные комплекты приемника могут транспортироваться всеми видами транспорта на расстояния до 20000 км без ограничения скорости при температурах от -40°C до +85°C при их защите от прямого воздействия атмосферных осадков и механических повреждений по правилам, соответствующим требованиям ГОСТ 23088.

Срок хранения приемника в упаковке в отапливаемых хранилищах с регулируемой температурой окружающей среды от + 5 до + 35°C и относительной влажностью воздуха до 80% при температуре + 25°C - не менее 10 лет.