

GeoS-5M[®]

ГНСС модуль стандартной точности

Техническое описание

Редакция 1.0



Оглавление

1	Перечень принятых сокращений.....	5
2	Техническое описание.....	6
2.1	Назначение	6
2.2	Ключевые особенности	6
2.3	Структурная схема.....	6
2.3.1	RTC, резервное ОЗУ	7
2.3.2	Flash память	7
2.4	Варианты исполнения.....	7
2.4.1	GeoS-5M	7
2.4.2	GeoS-5MR.....	7
2.4.3	GeoS-5MH.....	8
2.5	Входные/выходные сигналы	8
2.6	Напряжения питания	8
2.7	Питание активной антенны	9
2.8	Потребляемая мощность.....	9
2.9	Встроенный контроль напряжений питания	10
2.10	Последовательные порты.....	10
2.11	Поддерживаемые протоколы обмена.....	10
2.12	Вывод STATUS.....	11
2.13	Выводы WAKE, ACT_SLP	12
2.14	Вывод ON_OFF.....	12
2.15	Состояния модуля	12
2.16	Конфигурация и настройки встроенного ПО	13
2.17	Требования к антенне.....	14
3	Функциональные возможности.....	15
3.1	Режимы работы.....	15
3.2	Используемые ГНСС.....	15
3.3	SBAS.....	15
3.4	RAIM	16
3.5	Секундная метка времени	16
3.6	Темп выдачи выходных данных	16
3.7	Профили динамики потребителя.....	16
3.8	Продленные эфемериды	16
3.9	Режимы энергосбережения	17
4	Тактико-технические характеристики.....	18
4.1	Электрические параметры	19
5	Габаритный чертеж, расположение выводов, маркировка	21
5.1	Конструкция.....	21
5.2	Посадочное место на ПП пользователя	21
5.3	Маркировка	22
6	Рекомендации по хранению и монтажу	23

6.1	Упаковка.....	23
6.2	Меры защиты от статического электричества	23
6.3	Соответствие международным экологическим стандартам	24
7	Рекомендации по использованию в аппаратуре пользователей.....	25
7.1	Типовая схема включения	25
7.2	Последовательность подачи напряжений питания VDD и VDD_IO	25
7.3	Рекомендации по формированию напряжения VDD	26

Список иллюстраций

Рис. 1.	Структурная схема	7
Рис. 2.	Временные диаграммы на выводе STATUS.....	11
Рис. 3.	Габаритный чертеж	21
Рис. 4.	Чертеж контактных площадок	21
Рис. 5.	Рекомендуемое посадочное место.....	22
Рис. 6.	Пример маркировки.....	22
Рис. 7.	Упаковка: в катушке – 1000 модулей	23
Рис. 8.	Типовая схема включения модуля	25
Рис. 9.	Упрощенная схема включения модуля	25

История изменений

#	Изменение	Примечания
Редакция 1.0 от 20/04/2017		
1	Предварительный релиз	

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
ОЗУ:	оперативное запоминающее устройство
ПАВ:	поверхностные акустические волны
ПО:	программное обеспечение
ПП:	печатная плата
СТ:	стандартной точности
ШВ:	шкала времени
ESD:	Electro Static Discharge (разряд статического электричества)
HBM:	Human Body Model (модель электростатического заряда человеческого тела)
RAIM:	Receiver Autonomous Integrity Monitoring (автономный контроль целостности)
RTC:	Real Time Clock (часы реального времени)
TCXO:	Thermo Compensated Crystal Oscillator (термокомпенсированный кварцевый генератор)

2 Техническое описание

2.1 Назначение

Приемное устройство КНС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/QZSS/SBAS GeoS-5M (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 44-мя измерительными каналами сигналов частотного диапазона L1 КНС ГЛОНАСС (СТ-код), GPS/QZSS/SBAS (C/A код) и GALILEO (коды E1B/C).

2.2 Ключевые особенности

- Одновременная обработка всех видимых КА ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и QZSS;
- Поддержка SBAS;
- Автономный и дифференциальный режимы;
- Чувствительность по слежению: до -163дБмВт;
- Потребляемая мощность: <200мВт (обнаружение), <80мВт (слежение);
- Улучшенная помехозащита;
- 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[®];
- Варианты исполнения:
 - GeoS-5MR: с поддержкой выдачи измерений полной фазы несущей;
 - GeoS-5MH: с поддержкой высокой динамики движения;
- Совместимость по форм-фактору и большинству сигналов с предшественником GeoS-3M;
- Режим продленных эфемерид;
- Демонстрационные средства: ДемоКит GeoS-5M.

2.3 Структурная схема

Состав (Рис. 1):

- Аналоговая секция;
- Цифровая секция;
- SPI Flash память;
- Два ВЧ ПАВ фильтра;
- Опорный генератор (ТСХО);
- Кварцевый резонатор 32.768КГц;
- Цепи защиты от электростатического разряда (не показаны).

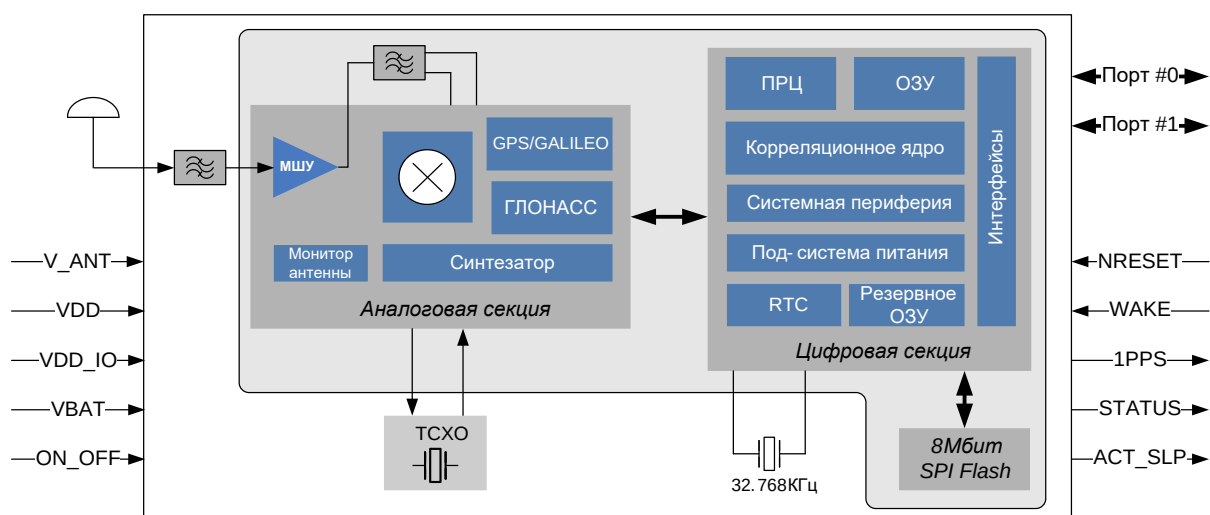


Рис. 1. Структурная схема

2.3.1 RTC, резервное ОЗУ

Часы реального времени (RTC) и резервное ОЗУ, расположенные в зоне батарейного питания, – единственные блоки цифровой части, которые продолжают функционировать при отсутствии основного питания 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.

2.3.2 Flash память

Объем Flash памяти – 8Мбит. Flash память используется для хранения:

- Кода встроенного ПО;
- Настроек и конфигурации модуля;
- Альманахов КНС;
- Продленных эфемерид.

Модуль поддерживает обновление встроенного ПО в процессе эксплуатации в составе аппаратуры пользователя.

2.4 Варианты исполнения

2.4.1 GeoS-5M

GeoS-5M является базовой модификацией модуля, предназначенной для работы в условиях стандартной динамики движения (скорость до 515м/с, ускорение до 4g). GeoS-5M не обеспечивает выдачу измерений полной фазы несущей в составе «сырой» измерительной информации.

2.4.2 GeoS-5MR

Особенность модулей GeoS-5MR заключается в выдаче измерений полной фазы несущей в составе «сырой» измерительной информации. Область применения данного типа модулей: аппаратура высокоточного позиционирования с использованием дифференциально-фазового режима.

По остальным параметрам, включая конструкцию, набор сигналов, электрические характеристики и информационные протоколы, модули GeoS-5MR идентичны модулям базовой модификации.

2.4.3 GeoS-5MH

Особенность модулей GeoS-5MH заключается в способности приемника работать в условиях высокой динамики движения (скорость до 1500м/с, ускорение до 25g) путем задания соответствующего профиля динамики потребителя.

По остальным параметрам, включая конструкцию, набор сигналов, электрические характеристики и информационные протоколы, модули GeoS-5MH идентичны модулям базовой модификации.

2.5 Входные/выходные сигналы

Таблица 3. Входные/выходные сигналы

Номер	Тип	Имя	Описание
1		GND	Общий (корпус)
2	Вход	ANT	Антенный вход
3, 4		GND	Общий (корпус)
5	Вход	WAKE	Сигнал пробуждения
6	Выход	1PPS	Выходная секундная метка времени
7		NC	Не подключен
8	Выход	ACT_SLP	Индикатор состояния «АКТИВЕН»/«СОН»
9	Выход	STATUS	Состояние модуля
10		NC	Не подключен
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		NC	Не подключен
17, 18		GND	Общий (корпус)
19	Вход	NRESET	Внешнее обнуление
20	Вход	VDD	Основное напряжение питания
21	Вход	VBAT	Резервное напряжение питания
22	Вход	ON_OFF	Включение/выключение модуля
23	Вход	VDD_IO	Напряжение питания ввода/вывода
24	Вход	V_ANT	Напряжение питания антенны

2.6 Напряжения питания

Модуль имеет два основных напряжения питания:

- Основное (вывод VDD): 1,8В. Допустимый уровень пульсаций – 50мВ пик-пик.
- Ввода/вывода (вывод VDD_IO): в диапазоне от 1,7В до 3,6В. Напряжение задает уровни следующих сигналов: TX0, TX1, RX0, RX1, 1PPS, WAKE, NRESET, ACT_SLP, 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.

2.7 Питание активной антенны

Питание активной антенны производится подачей постоянного напряжения на вывод V_ANT, которое проходит через встроенный монитор питания и приходит на вывод ANT. Напряжение на выводе ANT может быть выключено. По умолчанию, питание антенны включено. Если не используется, вывод V_ANT может быть оставлен неподключенным.

Монитор питания измеряет ток, потребляемый антенной. В зависимости от величины измеренного тока, формируется следующая телеметрия антенны:

- «Измерения не производятся»: в случае, если напряжение питания антенны выключено;
- «Перегружена»: ток больше 32мА;
- «Не подключена»: ток меньше 3мА;
- «Норма»: ток находится в пределах от 3 до 32мА.

Монитор питания антенны обеспечивает 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
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.

2.8 Потребляемая мощность

Для обеспечения требуемых характеристик чувствительности и времени первого определения координат модуль использует подсистему быстрого поиска сигналов. После включения питания модуль активизирует максимальное количество блоков быстрого поиска, в результате чего ток потребления становится максимальным. В Таблице 10 значение тока потребления для таких условий указано в строке «Ток потребления по цепи VDD, обнаружение».

По мере обнаружения и захвата спутников количество активных блоков быстрого поиска уменьшается, что приводит к снижению тока потребления. Модуль полностью отключает систему быстрого поиска после приема альманахов и обнаружения всех КА в расчетной зоне видимости. В Таблице 10 значение тока потребления для таких условий указано в строке «Ток потребления по цепи VDD, слежение».

На продолжительность и интенсивность работы подсистемы поиска и, как следствие, величину потребляемого тока, влияют ряд факторов:

- Тип старта (холодный, теплый, горячий);
- Уровни принимаемых сигналов (слабые сигналы требуют большего времени обнаружения и, следовательно, более продолжительной работы подсистемы);
- Условия видимости КА (пропадания сигналов в результате затенений активизируют подсистему поиска);
- Наличие в памяти модуля альманахов КНС.

2.9 Встроенный контроль напряжений питания

Модуль содержит встроенную схему контроля следующих напряжений питания:

1. VDD (1,8В);
2. Ядра цифровой секции (1,2В);
3. Батарейной зоны (1,2В).

Если хотя бы одно из первых двух напряжений ниже порога (1,6В для VDD и 1,0В для напряжения ядра), то формируется сигнал сброса, который удерживает цифровую часть приемника в состоянии обнуления. Если напряжение батарейной зоны ниже порога (0,9В), то формируется сигнал сброса RTC.

2.10 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.

2.11 Поддерживаемые протоколы обмена

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

Возможны 5 комбинаций распределения информационных протоколов по Портam #0 и #1 (Таблица 4).

Таблица 4. 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.

Детальное описание бинарных сообщений приведено в документе «[Модули GeoS®. Бинарный протокол обмена. Версия 3.0](#)», NMEA сообщений – в документе «[Модули GeoS®. NMEA протокол обмена. Версия 3.0](#)».

2.12 Вывод STATUS

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

1. **ПОИСК**: идет поиск спутников, 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**: спутники 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).

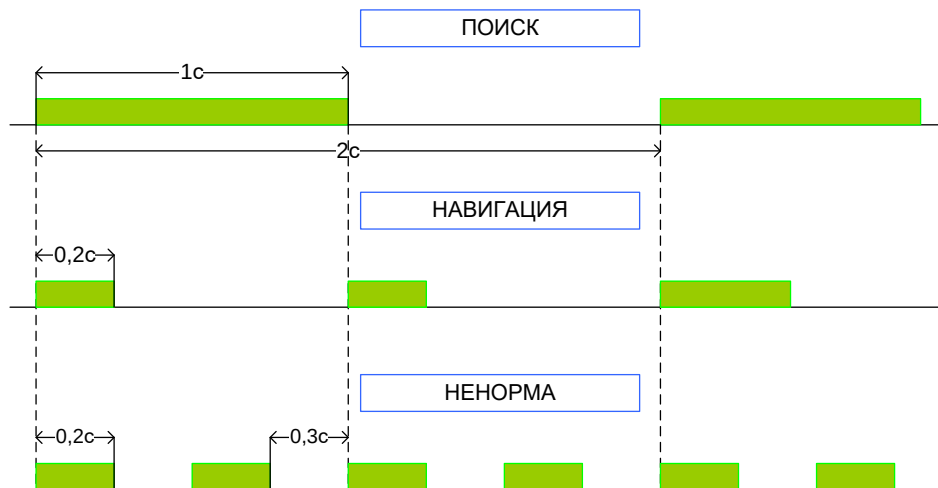


Рис. 2. Временные диаграммы на выводе STATUS

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

2.13 Выводы WAKE, ACT_SLP

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

2.14 Вывод ON_OFF

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 подключен к VDD_IO.

При ON_OFF=0 выходные сигналы модуля переходят в следующие состояния:

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

При выключении модуля (VDD=0 или ON_OFF=0) питание антенны на контакте ANT отключается.

2.15 Состояния модуля

Модуль может находиться в одном из следующих пяти состояний – «ВЫКЛЮЧЕН», «РЕЗЕРВ», «ОБНУЛЕН», «АКТИВЕН», «СОН» (Таблица 5).

Таблица 5. Состояния модуля

Состояние	Описание	Условия	Ток потребления (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	150мкА (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)
«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	20мА (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	См. Таблицу 10

Состояние	Описание	Условия	Ток потребления (тип.)
«СОН»	Питание на приемник подано. Аналоговая часть и большая часть цифровых блоков выключены. Приемник поддерживает ШВ из частоты TCXO, 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	См. Таблицу 10

2.16 Конфигурация и настройки встроенного ПО

Перечень настроек и параметров конфигурации, включая заводские (по умолчанию) значения, приведен в Таблице 6.

Таблица 6. 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

#	Параметр	Значение по умолчанию
25	Параметры 1PPS	Разрешен, 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 сохраняет их во Flash памяти. Сохранение данных во Flash занимает время не более 1с.

2.17 Требования к антенне

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.

3 Функциональные возможности

3.1 Режимы работы

Модуль обеспечивает работу как в автономном, так и в дифференциальном (дифференциально-кодовом) режимах.

В дифференциальном режиме коррекции могут либо приниматься по Порту #1 в виде сообщений стандарта RTCM SC104 v2.3, формируемых и транслируемых внешней контрольно-корректирующей станцией, либо выделяться из сигналов, передаваемых КА SBAS.

Модуль поддерживает следующие системы координат, в которых производится расчет навигационных определений:

- WGS-84 (по умолчанию);
- ПЗ-90.11;
- Пользовательская.

Приемник поддерживает работу в режиме фиксированных координат, который может использоваться, в частности, для временных приложений. Этот режим предполагает, что приемник неподвижен. Опорные координаты для этого режима задаются пользователем или рассчитываются автономно приемником в результате усреднения на заданном временном интервале.

3.2 Используемые ГНСС

Приемник с одинаковым приоритетом принимает и обрабатывает сигналы поддерживаемых ГНСС. Возможны следующие конфигурации основных спутниковых систем:

- Только GPS;
- Только ГЛОНАСС;
- Только GALILEO;
- Совмещенное использование ГЛОНАСС, GPS и GALILEO в любой комбинации (по умолчанию).

Работа в режиме только QZSS не предусмотрена. QZSS может быть использована только в комбинации с основными ГНСС.

3.3 SBAS

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

Различаются следующие региональные подсистемы SBAS:

- WAAS;
- EGNOS;
- СДКМ;
- MSAS;
- GAGAN.

Спутникам каждой подсистемы присвоены свои номера псевдослучайных кодов (PRN).

Приемник имеет в своем составе три канала слежения, предназначенные для обработки сигналов SBAS. Приемник может быть установлен в режим либо автоматического поиска сигналов SBAS, либо ручного задания номеров PRN. При наличии в составе передаваемых сообщений данных об эфемеридах спутников модуль использует измерения от этих спутников в решении НЗ.

3.4 RAIM

В ПО модуля реализована концепция RAIM, предназначенная для автономной оценки целостности навигационных сигналов. Под целостностью понимается способность своевременно обнаруживать, идентифицировать и исключать из навигационных определений аномальные измерения, вызванные неисправностью или отказом навигационного КА.

RAIM использует принцип избыточности информации, получаемой от навигационных КА. Результаты работы RAIM выдаются модулем в выходных сообщениях.

3.5 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:

- Выдача 1PPS разрешена/запрещена;
- 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, метка времени может быть сдвинута на фиксированную задержку в пределах $\pm 0,5$ с.

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

3.6 Темп выдачи выходных данных

Темп выдачи выходных данных может быть установлен равным 1, 2, 5 или 10Гц.

3.7 Профили динамики потребителя

Таблица 7. 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 4g, 2D режим запрещен
Высокодинамичный ⁽¹⁾	Максимальная скорость – 1500м/с Максимальная высота – 18000м Ускорение – до 25g, 2D режим запрещен

Примечания:

1. Только для варианта исполнения GeoS-5MH

3.8 Продленные эфемериды

В обычном режиме приемник для получения навигационных определений использует принятую со спутников эфемеридно-временную информацию. Принцип формирования продленных эфемерид заключается в прогнозировании параметров орбиты и поправок к часам навигационных КА на определенный интервал времени. Длительность и точность

прогнозирования зависит от количества наборов принятых со спутников эфемерид и варьируется от одного до шести дней.

Продленные эфемериды рассчитываются приемником как для ГЛОНАСС, так и для GPS.

3.9 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 навигационных определений с темпом ниже стандартного 1Гц.

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

4 Тактико-технические характеристики

Если не оговорено иное, технические характеристики приведены для условий стандартной динамики.

Таблица 8. Основные технические характеристики

#	Параметр	Значение	Примечания
1	Количество каналов	44	
2	Сигналы	L1 GPS C/A, ГЛОНАСС СТ, GALILEO E1B/C, QZSS, SBAS	
3	Погрешность определения плановых координат, м, не более - Автономный режим^(1, 2) - SBAS^(1, 2) - Дифференциальный режим⁽²⁾	2,5 2,0 1,5	СЕР 50% HDOP<2, VDOP<3
4	Погрешность определения высоты, автономный режим, м, не более ^(1, 2)	4,0	СКО HDOP<2, VDOP<3
5	Погрешность определения плановой скорости, м/с, не более ⁽²⁾ - Автономный режим - Автономный режим⁽⁵⁾	0,02 0,08	СКО HDOP<2, VDOP<3
6	Погрешность секундной метки времени, нс, не более	30 ⁽²⁾	СКО HDOP<2, VDOP<3
7	Время до первого местоопределения, с - Холодный старт⁽²⁾ - Холодный старт⁽³⁾ - Холодный старт, высокая динамика⁽²⁾ - Теплый старт⁽²⁾ - Горячий старт⁽²⁾ - Повторный захват^(2, 4) - Старт с использованием продленных эфемерид⁽²⁾	27 33 30 25 2 1 10	Среднее значение
8	Чувствительность, дБмВт, не хуже - Обнаружение, холодный старт - Обнаружение, горячий старт - Слежение и навигация	-147 -155 -163	С внешним МШУ
9	Динамика, не более - Ускорение, g - Ускорение, g⁽⁵⁾ - Максимальная скорость, м/с - Максимальная скорость, м/с⁽⁵⁾ - Максимальная высота, м	4 25 515 1500 18000	
10	Темп выдачи выходных данных, Гц	1/2/5/10	
11	Интерфейсы	2xRS232, LVCMOS	
12	Размеры (длина x ширина x высота), мм	14,3x13,7x2,6	
13	Масса, г, не более	1,5	
14	Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85	

Примечания:

- Условия стандартной и высокой динамики (только для модулей GeoS-5MH)
- Уровни сигналов -130дБмВт, ГЛОНАСС+GPS
- Уровни сигналов -140дБмВт, ГЛОНАСС+GPS
- Время отсутствия сигналов 10с
- Только для модулей GeoS-5MH.

4.1 Электрические параметры



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

Таблица 9. 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	°C	

Примечания:

1. WAKE, NRESET, RX0, RX1, ON_OFF
2. 1PPS, ACT_SLP, STATUS, TX0, TX1

Таблица 10. 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	-	3,7	В	
Напряжение питания антенны	V_{ANT}	1,8	-	3,6	В	
Ток потребления по цепи VDD, обнаружение	I_{DD_ACQ}	-	75	-	мА	$V_{DD}=1,8В$ ГЛОНАСС+GPS+QZSS+SBA S
		-	110	-		$V_{DD}=1,8В$ ГЛОНАСС+GPS+QZSS+GALILEO+SBAS
Ток потребления по цепи VDD, слежение	I_{DD_TRQ}	-	42	-	мА	$V_{DD}=1,8В$ ГЛОНАСС+GPS+QZSS+SBA S
		-	48	-		$V_{DD}=1,8В$ ГЛОНАСС+GPS+QZSS+GALILEO+SBAS
Ток потребления по цепи VDD, состояние «ВЫКЛЮЧЕН»	I_{DD_OFF}	-	150	250	мкА	ON_OFF=0
Ток потребления по цепи VDD, состояние «ОБНУЛЕН»	I_{DD_RESET}	-	20	22	мА	NRESET=0

Параметр	Обозначение	Значение			Ед. изм.	Примечания
		Мин	Ном	Макс		
Ток потребления по цепи VDD, состояние «СОН»	I_{DD_TRQ}	-	5,5	-	мА	
Ток потребления по цепи VDD, режим энергосбережения	I_{DD_SLEEP}	-	10,5	-	мА	Скважность «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 При +25°C
		-	28	-		V_{DD} отключено При +85°C
Падение напряжения в цепи питания антенны (между контактами V_ANT и ANT)	V_{ANT_DROP}	-	100	150	мВ	$I_{ANT}=10mA$
			200	240		$I_{ANT}=20mA$
			300	340		$I_{ANT}=30mA$
Рабочий диапазон токов антенны	I_{ANT}	3	-	32	мА	
Выходное напряжение низкого уровня ⁽¹⁾	V_{OL}	-	-	0,4	В	$V_{DD_IO}=1,8B, I_{OL}=3,6mA$
				0,4		$V_{DD_IO}=3,3B, I_{OL}=8mA$
Выходное напряжение высокого уровня ⁽¹⁾	V_{OH}	$0,75 \cdot V_{DD_IO}$	-	-	В	$V_{DD_IO}=1,8B, I_{OH}=-3,6mA$
						$V_{DD_IO}=3,3B, I_{OH}=-8mA$
Выходное напряжение низкого уровня ⁽¹⁾	V_{OL}	-	-	0,1	В	$V_{DD_IO}=1,8B, I_{OL}=0,1mA$
				0,1		$V_{DD_IO}=3,3B, I_{OL}=0,1mA$
Выходное напряжение высокого уровня ⁽¹⁾	V_{OH}	$V_{DD_IO}-0,1$	-		В	$V_{DD_IO}=1,8B, I_{OH}=-0,1mA$
		$V_{DDIO}-0,1$				$V_{DD_IO}=3,3B, I_{OH}=-0,1mA$
Выходной ток низкого уровня ⁽¹⁾	I_{OL}	-	-	3,6	мА	$V_{DD_IO}=1,8B$
				8		$V_{DD_IO}=3,3B$
Выходной ток высокого уровня ⁽¹⁾	I_{OH}	-	-	-3,6	мА	$V_{DD_IO}=1,8B$
				-8		$V_{DD_IO}=3,3B$
Входное напряжение низкого уровня ⁽²⁾	V_{IL}	-	-	$0,3 \cdot V_{DD_IO}$	В	$V_{DD_IO}=1,8B$
				0,8		$V_{DD_IO}=3,3B$
Входное напряжение высокого уровня ⁽²⁾	V_{IH}	$0,7 \cdot V_{DD_IO}$	-	-	В	$V_{DD_IO}=1,8B$
		2,0				$V_{DD_IO}=3,3B$
Сопротивление pull-down ⁽³⁾	R_{PD}	-	210	-	КОм	$V_{DD_IO}=1,8B$
			75			$V_{DD_IO}=3,3B$
Сопротивление pull-up ⁽⁴⁾	R_{PU}	-	200	-	КОм	$V_{DD_IO}=1,8B$
			75			$V_{DD_IO}=3,3B$

ВЧ параметры

Эквивалентный коэффициент шума	NF	-	5	-	дБ	
--------------------------------	----	---	---	---	----	--

Примечания:

- 1PPS, ACT_SLP, STATUS, TX0, TX1
- WAKE, NRESET, RX0, RX1, ON_OFF
- WAKE
- NRESET, RX0, RX1, ON_OFF

5 Габаритный чертеж, расположение выводов, маркировка

5.1 Конструкция

Конструктивно приемник выполнен в виде платы с односторонним монтажом элементов, закрытой экраном. Габаритный чертеж и чертеж контактных площадок модуля приведены на Рис. 3, 4 (не в масштабе). Размеры: миллиметры.

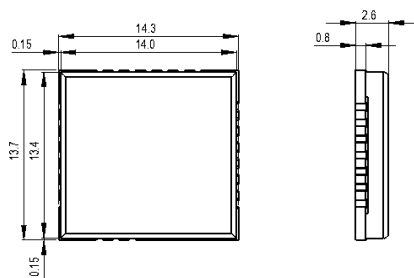


Рис. 3. Габаритный чертеж

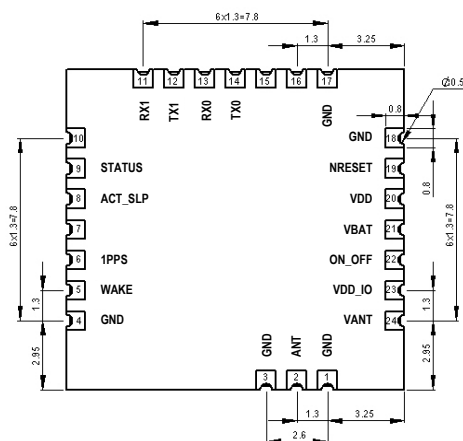


Рис. 4. Чертеж контактных площадок

5.2 Посадочное место на ПП пользователя

Для установки модулей на печатную плату пользователя рекомендуется следующее посадочное место (Рис. 5). Размеры: миллиметры. Габариты модуля выделены голубым цветом.

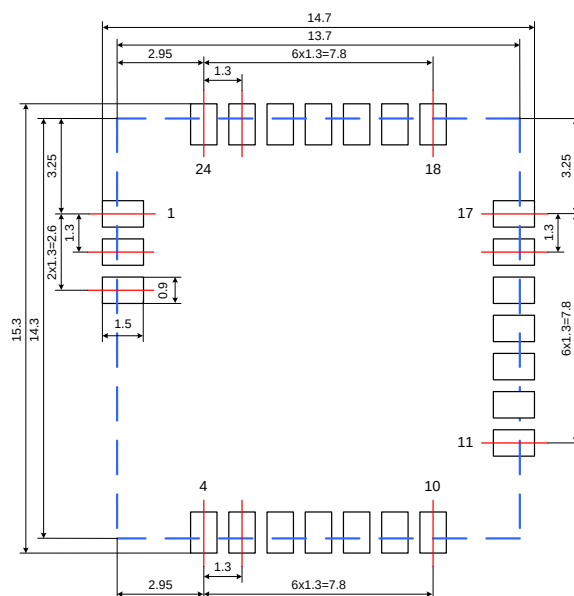


Рис. 5. Рекомендуемое посадочное место

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

1. 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;
2. Контактные площадки GND должны быть соединены с корпусом ПП (цепь «земля» или «общий провод») линиями минимальной длины;
3. Сигнальные проводники на ПП должны быть отодвинуты от антенного входа ANT как можно дальше;
4. Исключить трассировку сигналов, особенно высокочастотных и тактовых, под платой модуля.

5.3 Маркировка

Маркировка включает (Рис. 6):

- **GeoS-5M**: название изделия;
- **51110000001**: серийный номер;
- **нн.гг**: номер недели и год выпуска;
- Точка-идентификатор вывода #1;
- QR код, содержащий серийный номер изделия.



Рис. 6. Пример маркировки

6 Рекомендации по хранению и монтажу

6.1 Упаковка

Размеры: миллиметры.

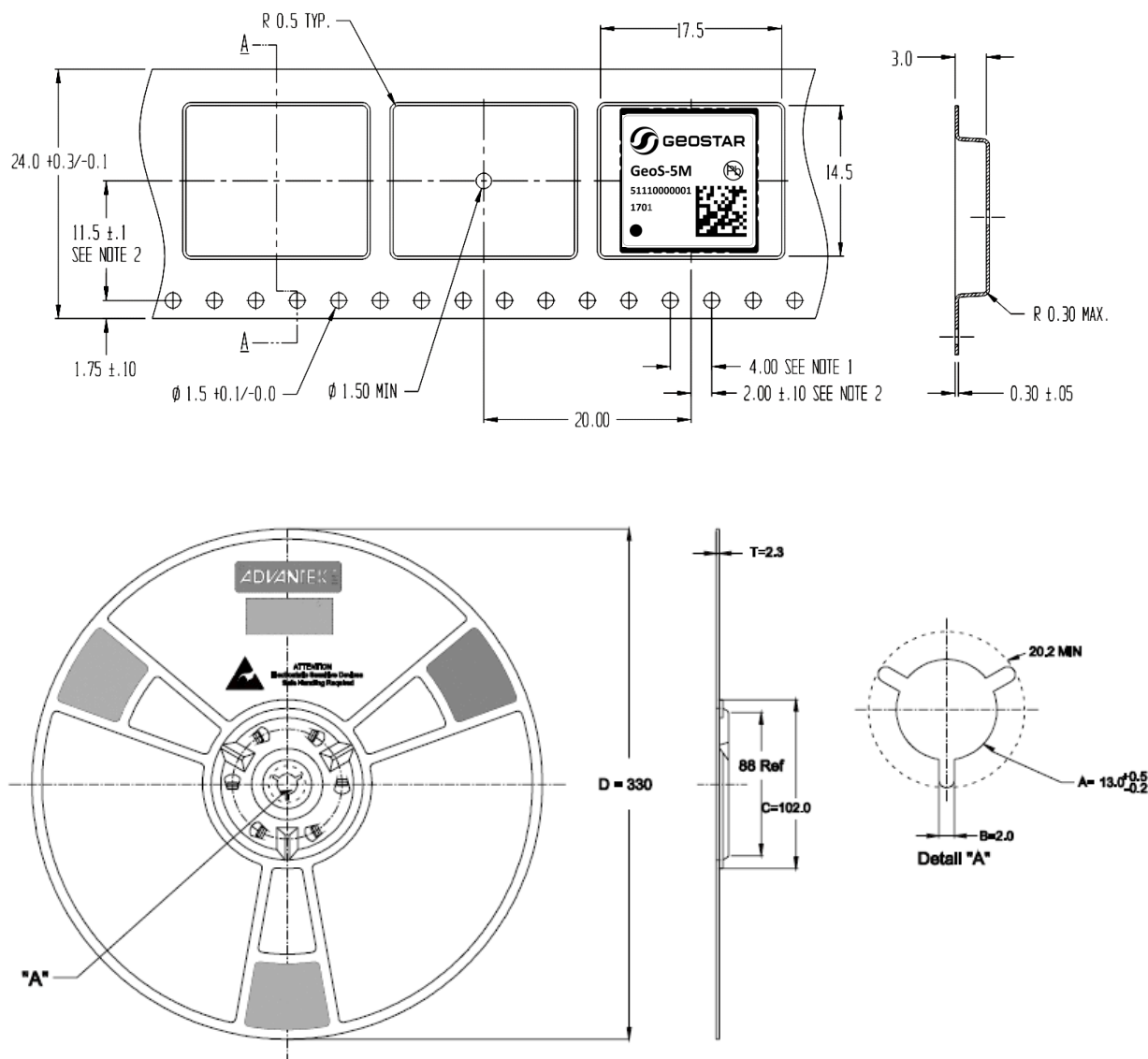


Рис. 7. Упаковка: в катушке – 1000 модулей

6.2 Меры защиты от статического электричества



Модули GeoS-5M 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.

6.3 Соответствие международным экологическим стандартам



Модули GeoS-5M выпускаются с соблюдением норм директивы RoHS по ограничению использования вредных веществ в электронном оборудовании.

7 Рекомендации по использованию в аппаратуре пользователей

7.1 Типовая схема включения

Типовая схема включения приведена на Рис. 8.

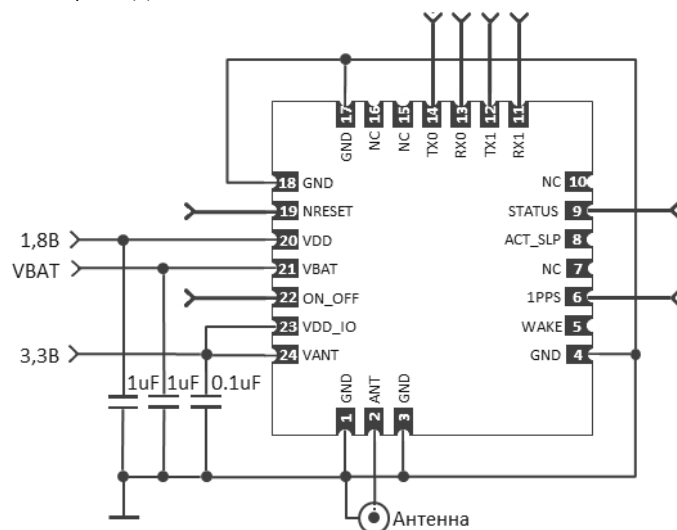


Рис. 8. Типовая схема включения модуля

На Рис. 9 приведена упрощенная схема включения, в которой резервное батарейное напряжение и напряжение питания антенны не подключены. Питание антенны производится отдельным напряжением через внешние цепи.

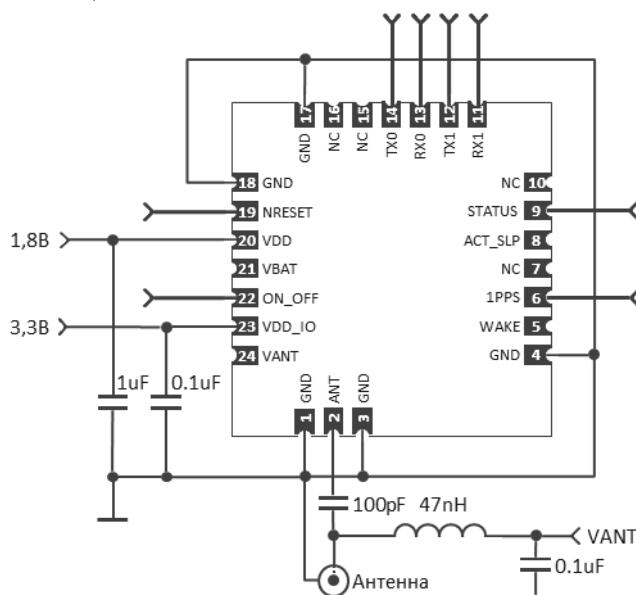


Рис. 9. Упрощенная схема включения модуля

7.2 Последовательность подачи напряжений питания VDD и VDD_IO

Напряжения питания VDD и VDD_IO могут подаваться в любой последовательности при соблюдении следующего условия:

- 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.

7.3 Рекомендации по формированию напряжения VDD

Ток потребления по цепи питания VDD варьируется в процессе работы приемника, достигая максимальных значений при поиске сигналов (Таблица 10). Рекомендуется использование вторичного преобразователя (линейный стабилизатор или ШИМ регулятор) с максимальным током нагрузки не менее 200мА.