

# GeoS-5M<sup>®</sup>

**ГНСС модуль стандартной точности**

Техническое описание

Редакция 1.1



## Оглавление

<b>1</b>	<b>Перечень принятых сокращений.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Техническое описание.....</b>	<b>6</b>
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	Протоколы обмена данными .....	10
2.12	Сигнал STATUS.....	10
2.13	Сигналы WAKE, ACT_SLP.....	11
2.14	Сигнал NRESET .....	11
2.15	Сигнал ON_OFF .....	11
2.16	Состояния модуля .....	12
2.17	Конфигурация и настройки встроенного ПО.....	12
2.18	Требования к антенне.....	14
<b>3</b>	<b>Функциональные возможности.....</b>	<b>15</b>
3.1	Режимы работы.....	15
3.2	Системы координат.....	15
3.3	Используемые ГНСС.....	15
3.4	Дифференциальный режим .....	16
3.4.1	RTCM.....	16
3.4.2	SBAS .....	16
3.5	RAIM .....	17
3.6	Секундная метка времени .....	17
3.7	SAR GALILEO .....	17
3.8	Темп выдачи выходных данных .....	17
3.9	Профили динамики потребителя.....	18
3.10	Продленные эфемериды .....	18
3.11	Режимы энергосбережения .....	18
3.12	Бинарные сообщения .....	18
3.13	NMEA сообщения .....	22
<b>4</b>	<b>Тактико-технические характеристики.....</b>	<b>24</b>

4.1	Электрические параметры .....	25
<b>5</b>	<b>Габаритный чертеж, расположение выводов, маркировка .....</b>	<b>27</b>
5.1	Конструкция.....	27
5.2	Посадочное место на ПП пользователя .....	27
5.3	Маркировка .....	28
<b>6</b>	<b>Рекомендации по хранению и монтажу .....</b>	<b>29</b>
6.1	Упаковка.....	29
6.2	Меры защиты от статического электричества .....	29
6.3	Соответствие международным экологическим стандартам .....	30
<b>7</b>	<b>Рекомендации по использованию в аппаратуре пользователей.....</b>	<b>31</b>
7.1	Типовая схема включения .....	31
7.2	Последовательность подачи напряжений питания VDD и VDD_IO .....	31
7.3	Рекомендации по формированию напряжения VDD .....	32

## Список иллюстраций

Рис. 1.	Структурная схема .....	7
Рис. 2.	Временные диаграммы на выводе STATUS.....	11
Рис. 3.	Габаритный чертеж .....	27
Рис. 4.	Чертеж контактных площадок .....	27
Рис. 5.	Рекомендуемое посадочное место.....	28
Рис. 6.	Пример маркировки.....	28
Рис. 7.	Упаковка: в катушке – 1000 модулей .....	29
Рис. 8.	Типовая схема включения модуля .....	31
Рис. 9.	Упрощенная схема включения модуля .....	31

## История изменений

#	Изменение	Примечания
Редакция 1.0 от 20/04/2017		
1	Предварительный релиз	
Редакция 1.1 от 15/06/2018		
1	Добавлен раздел с описанием сигнала NRESET (раздел 2.14)	
2	Дополнена Таблица 6	
3	Изменены разделы 3.1, 3.4	
4	Добавлены разделы 3.7, 3.12, 3.13	
5	Редакторские правки по тексту всего документа	

## 1 Перечень принятых сокращений

Ниже приведен перечень принятых сокращений:

<b>ВЧ:</b>	высокочастотный
<b>КА:</b>	космический аппарат
<b>КНС:</b>	космическая навигационная система
<b>Лог. «0»:</b>	логический «0» (низкий логический уровень)
<b>Лог. «1»:</b>	логическая «1» (высокий логический уровень)
<b>МШУ:</b>	малозумящий усилитель
<b>НЗ:</b>	навигационная задача
<b>ОЗУ:</b>	оперативное запоминающее устройство
<b>ПАВ:</b>	поверхностные акустические волны
<b>ПО:</b>	программное обеспечение
<b>ПП:</b>	печатная плата
<b>СТ:</b>	стандартной точности
<b>ШВ:</b>	шкала времени
<b>ESD:</b>	Electro Static Discharge (разряд статического электричества)
<b>HBM:</b>	Human Body Model (модель электростатического заряда человеческого тела)
<b>RAIM:</b>	Receiver Autonomous Integrity Monitoring (автономный контроль целостности)
<b>RLM:</b>	Return Link Message (сообщение обратного канала)
<b>RLS:</b>	Return Link Service (сервис обратной связи)
<b>RTC:</b>	Real Time Clock (часы реального времени)
<b>SAR:</b>	Search and Rescue (система поиска и спасения)
<b>TCXO:</b>	Thermo Compensated Crystal Oscillator (термокомпенсированный кварцевый генератор)
<b>UART:</b>	Universal Asynchronous Receiver Transmitter (универсальный асинхронный приемо-передатчик)

## 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<sup>®</sup> и FIX-BY-REQUEST<sup>®</sup>;
- 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).

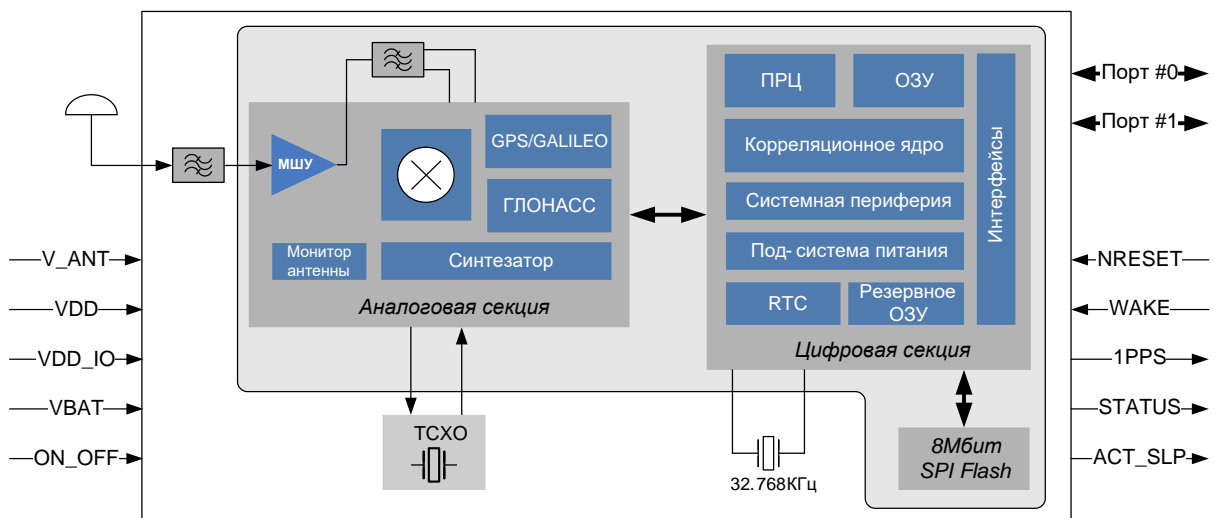


Рис. 1. Структурная схема

### 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 31. 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

Для нормальной работы модуль требует два 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 – программно-управляемое, то есть может быть выключено или включено внешней командой. 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 программно выключить 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.

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 12 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 12 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, который приводит к обнулению RTC.

## 2.10 Последовательные порты

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

Оба порта – 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 Протоколы обмена данными

Обмен с приемником производится по трем информационным протоколам: бинарному, NMEA и RTCM. RTCM данные представляют собой дифференциальные поправки в формате RTCM SC104 v2.3, которые приемник использует для получения дифференциально-кодированного решения.

Возможны 5 комбинаций распределения информационных протоколов по Порт #0 и #1 (Таблица 2).

Таблица 2. Распределение протоколов по портам

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

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

Детальное описание бинарных сообщений приведено в документе [«Модули GeoС®. Бинарный протокол обмена. Версия 4.0»](#), NMEA сообщений – в документе [«Модули GeoС®. NMEA протокол обмена. Версия 4.0»](#).

## 2.12 Сигнал STATUS

Выходной сигнал STATUS представляет собой индикатор статуса модуля (SEARCH, NAVIGATION, FAILURE). Сигнал представляет собой чередование уровней лог. «0» и лог. «1» с разными периодом и длительностью (Рис. 2):

1. **SEARCH**: идет поиск спутников, аппаратная телеметрия в норме, решения НЗ нет;
2. **NAVIGATION**: спутники в слежении, есть решение НЗ;
3. **FAILURE**: ошибка хотя бы одного из параметров аппаратной телеметрии, решения НЗ нет.

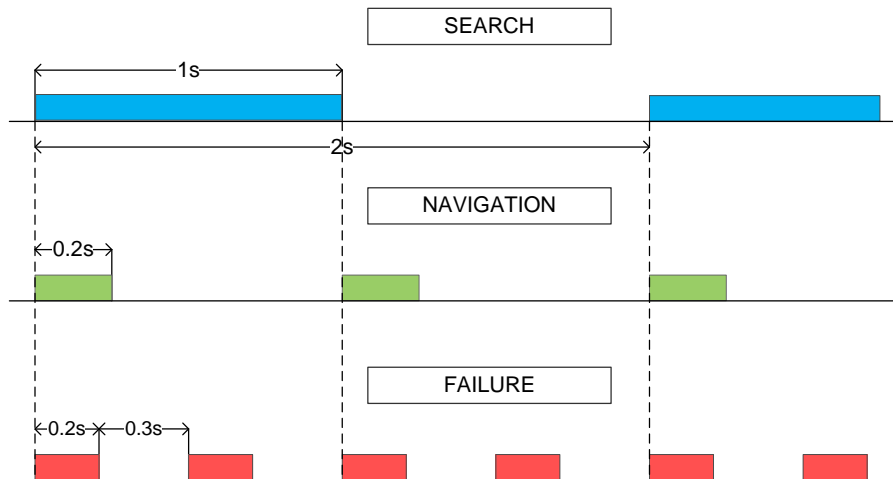


Рис. 2. Временные диаграммы на выводе STATUS

В режимах энергосбережения поведение сигнала STATUS следующее: в состоянии СОН (ACT\_SLP=0) – лог. «0»; в состоянии АКТИВЕН (ACT\_SLP=1) управляется, как описано выше.

### 2.13 Сигналы WAKE, ACT\_SLP

Входной сигнал WAKE используется для пробуждения модуля в режиме энергосбережения FIX-BY-REQUEST<sup>®</sup>. Активным является положительный фронт сигнала (переход из лог. «0» в лог. «1»). Длительность лог. «1» должна быть не менее 100мкс.

Выходной сигнал 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 Сигнал NRESET

Для управления обнулением модуля используется сигнал NRESET: лог. «1» не имеет действия, лог. «0» – переводит модуль в состояние ОБНУЛЕН. Если не используется, вывод NRESET может быть оставлен неподключенным или подключен к VDD\_IO.

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

- TX0, TX1: лог. «1»;
- 1PPS: лог. «0»;
- ACT\_SLP, STATUS: лог. «1».

### 2.15 Сигнал 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.

## 2.16 Состояния модуля

Модуль может находиться в одном из следующих пяти состояний – **ВЫКЛЮЧЕН**, **РЕЗЕРВ**, **ОБНУЛЕН**, **АКТИВЕН**, **СОН** (Таблица 3).

Таблица 5. Состояния модуля

Состояние	Описание	Условия	Ток потребления (тип.)
<b>ВЫКЛЮЧЕН</b>	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)
<b>РЕЗЕРВ</b>	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)
<b>ОБНУЛЕН</b>	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)
<b>АКТИВЕН</b>	Питание на приемник подано. Приемник выполняет целевую функцию получения и выдачи навигационных определений.	VDD – вкл, VBAT – безразл, NRESET=1 ON_OFF=1	См. Таблицу 14
<b>СОН</b>	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	См. Таблицу 14

## 2.17 Конфигурация и настройки встроенного ПО

Перечень настроек встроенного ПО и параметров конфигурации, включая заводские (по умолчанию) значения, приведен в Таблице 4.

Таблица 4. Список настроек и параметров конфигурации

#	Параметр	Значение по умолчанию
1	ГНСС созвездие	ГЛОНАСС+GPS+GALILEO
2	2D	запрещен
3	Режим работы	автономный или дифференциальный
4	Продолжительность экстраполяции	5 с

#	Параметр	Значение по умолчанию
5	Фильтр Калмана	включен
6	Дифференциальный режим	запрещен
7	Источник дифференциальных поправок	выбирается автоматически
8	PRN SBAS	выбирается автоматически
9	Темп выдачи выходных данных	1 Гц
10	Параметры Портов #0 и #1	115200, 1 стоповый, без четности
11	Информационные протоколы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Порт #0: бинарный</li> <li>Порт #1: NMEA</li> </ul>
12	Маска GDOP	50
13	Маска угла места	5°
14	Маска уровня сигнала	10 дБГц
15	Порог статической навигации	0,3 м/с
16	Профиль динамики пользователя	пешеходно-автомобильный
17	Длительность усреднения координат	60 мин
18	Измерения псевдодалности, выдаваемые в сообщении 0x10	несглаженные
19	Система координат	WGS-84
20	Интервал сглаживания псевдодалности фазой несущей	100 с
21	RAIM (T-RAIM)	выключен
22	DGNSS таймаут	90 с
23	SBAS таймаут	120 с
24	Смещение локального времени относительно UTC	0
25	Режимы энергосбережения	выключены
26	Установленный режим энергосбережения	RELAXED FIX®
27	Минимальная продолжительность состояния АКТИВЕН	2 с
28	Максимальная продолжительность состояния АКТИВЕН	5 с
29	Временной интервал между переходами в состояние АКТИВЕН для режима RELAXED FIX®	60 с
30	Продолжительность состояния АКТИВЕН после получения первого решения	3 с
31	Опорные ECEF координаты, м	X=0.0, Y=0.0, Z=0.0
32	Параметры 1PPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>разрешен</li> <li>полярность: положительная</li> <li>привязка: к шкале времени GPS</li> <li>длительность: 1 мс</li> <li>сдвиг: 0 нс</li> </ul>
33	Напряжение питания антенны	включено
34	Спутники	все разрешены
35	Стандартные NMEA сообщения	<ul style="list-style-type: none"> <li>версия NMEA v2.x</li> <li>выдаются сообщения GGA, GSA, GSV, RMC</li> </ul>
36	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.

## 2.18 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 в следующих режимах:

- Автономный;
- Дифференциальный;
- Фиксированных координат;
- Усреднения координат.

В дифференциальном режиме модуль может использовать следующие типы корректирующей информации:

- RTCM сообщения, формируемые и транслируемые внешней контрольно-корректирующей станцией;
- Коррекции, передаваемые КА SBAS.

Режимы фиксированных координат и усреднения координат используются для временных приложений. Эти режимы предполагают, что приемник неподвижен.

Если координаты установки антенны известны с требуемой точностью (не более 70 м), то используется режим фиксированных координат. Опорные ECEF координаты антенны для этого режима задаются пользователем. Если разница между опорными и рассчитываемыми координатами превышает 70 м, то модуль не сможет перейти в режим фиксированных координат.

Если координаты установки антенны не известны, то используется режим усреднения координат, который позволяет получить опорные координаты путем усреднения вычисляемых модулем координат на заданном временном интервале. По окончании интервала усреднения модуль автоматически записывает полученные координаты во Flash память и переходит в режим фиксированных координат.

### 3.2 Системы координат

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

- WGS-84 (по умолчанию);
- ПЗ-90.11;
- Пользовательская (параметры пользовательской системы задаются).

### 3.3 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 с использованием только спутников QZSS не предусмотрена. QZSS может быть использована только в комбинации с основными КНС.

## 3.4 Дифференциальный режим

### 3.4.1 RTCM

Поддерживаемые типы сообщений (формат RTCM SC104 v2.3): 1, 3 и 31. Дифференциальные поправки принимаются по Порту #1. При использовании поправок приемник формирует дифференциально-кодированное решение.

При пропадании поправок приемник использует последние принятые коррекции в течение заданного времени (DGNSS таймаут), после чего, если прием поправок не возобновился, переходит в автономный режим.

### 3.4.2 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 измерения от спутников при решении НЗ.

Различаются следующие региональные подсистемы SBAS:

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

Каждому спутнику SBAS присвоен свой номер PRN. Распределение PRN между подсистемами приведено в Таблице 5 (информация актуальна на май 2018).

Таблица 5. Номера PRN SBAS

Подсистема	Спутник	PRN
WAAS	AMR	133
	Galaxy 15	135
	Anik F1R	138
EGNOS	Inmarsat 3F2	120
	Artemis	124
	Inmarsat 3F5	126
СДКМ	Луч-5Б	125
	Луч-5В	140
	Луч-5А	141
MSAS	MTSAT-1R	129
	MTSAT-2	137
GAGAN	Inmarsat 4F1	127
	GSAT-10	128

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.

Дополнительные настройки работы по SBAS позволяют:

- Использовать принятые коррекции, даже если спутник передает признак тестового режима;



- Использовать в решении НЗ только те КА, для которых приняты коррекции, или все КА, независимо от наличия коррекций.

При пропадании корректирующей информации приемник использует последние принятые коррекции в течение заданного времени (SBAS таймаут), после чего, если прием поправок не возобновился, переходит в автономный режим.

При наличии в составе передаваемых сообщений данных об эфемеридах спутников модуль использует измерения от этих спутников в решении НЗ.

Дифференциальные RTCM поправки имеют приоритет относительно поправок, принятых от спутников SBAS.

### 3.5 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.

### 3.6 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 лог. «1» в лог. «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 TCXO 16,369МГц).

### 3.7 Поддержка сервиса GALILEO SAR

КНС GALILEO совместно с системой спасения КОСПАС-САРСАТ обеспечивает владельцам аварийных радиомаяков сервис обратной связи (RLS), который заключается в передаче в составе цифровой навигационной информации спутников GALILEO сообщений RLM, подтверждающих прием сигналов бедствия системой КОСПАС-САРСАТ.

При работе по сигналам GALILEO приемник выделяет сообщение RLM с уникальным номером радиомаяка (15HEX ID) и выдает принятую информацию в составе бинарных и NMEA сообщений. Максимальное количество сообщений с различными 15HEX ID в 1 секунду: 10.

### 3.8 Темп выдачи выходных данных

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

### 3.9 Профили динамики потребителя

Таблица 6. 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 <sup>(1)</sup>	Максимальная скорость :1500м/с Максимальная высота: 18000м Ускорение: до 25g, 2D режим запрещен

Примечания:

1. Только для варианта исполнения GeoS-5MH.

### 3.10 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.

### 3.11 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 1 Гц.

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

### 3.12 Бинарные сообщения

Таблица 7. Список выходных сообщений

Номер	Сообщение
<b>Беззапросные сообщения</b>	
0x00	Сообщение GALILEO SAR RLM
0x08	Альманах GALILEO
0x0A	Эфемериды GALILEO
0x0E	Эфемериды SBAS
0x10	Измерительная информация каналов
0x11	Строка навигационного кадра GPS

Номер	Сообщение
0x12	Строка навигационного кадра ГЛОНАСС
0x13	Вектор состояния НЗ
0x14	Временные параметры
0x15	Географические координаты: расширенный набор данных
0x16	Сообщение SBAS
0x17	Строка навигационного кадра GALILEO
0x18	Альманах GPS/QZSS
0x19	Альманах ГЛОНАСС
0x1A	Эфемериды GPS/QZSS
0x1B	Эфемериды ГЛОНАСС
0x1C	Параметры ионосферы GPS
0x1D	Параметры временной привязки GPS
0x1E	Параметры временной привязки ГЛОНАСС
0x1F	Параметры временной привязки GALILEO
0x20	Географические координаты: базовый набор данных
0x21	Текущая телеметрия приемника
0x22	Видимые/Активные КА
0x3E	Сообщение по включению приемника
<b>Ответы на установки</b>	
0x3F	Подтверждение/Ошибка при приеме данных
<b>Ответы на запросы</b>	
0x80	Опорные ECEF координаты
0x81	Параметры последовательных портов
0x82	Режим работы приемника
0x83	Параметры для решения НЗ
0x84	Темп выдачи выходных данных
0x85	Параметры DGNSS
0x86	Параметры SBAS
0x87	Параметры режимов энергосбережения
0x88	Альманах GPS/QZSS
0x89	Альманах ГЛОНАСС
0x8A	Эфемериды GPS/QZSS
0x8B	Эфемериды ГЛОНАСС
0x8C	Параметры 1PPS
0x8D	Статус КА при решении НЗ
0x8E	Конфигурация NMEA протокола
0x8F	Маска выходных бинарных сообщений
0x90	Тип информационного протокола

Номер	Сообщение
0x93	Смещение локального времени, Leap Second
0x94	Система координат
0x95	Конфигурация приемника
0x98	Альманах GALILEO
0x9A	Эфемериды GALILEO
0x9C	Параметры ионосферы GPS
0x9D	Параметры временной привязки GPS
0x9E	Параметры временной привязки ГЛОНАСС
0x9F	Параметры временной привязки GALILEO
0xAE	Эфемериды SBAS
<b>Ответы на команды</b>	
0xC1	Тип приемника и версия ПО
0xC3	Статус сохранения альманахов и конфигурации во Flash
0xC4	Ответ на команду Включение/Выключение режимов энергосбережения/Пробуждение приемника
0xC6	Номер текущего порта
0xC7	Ответ на команду Включение/Выключение питания антенны

Таблица 8. Список входных сообщений

Номер	Сообщение
<b>Установки</b>	
0x40	Установка опорных ECEF координат
0x41	Установка параметров последовательных портов
0x42	Установка режима работы приемника
0x43	Установка параметров для решения НЗ
0x44	Установка темпа выдачи выходных данных
0x45	Установка параметров DGNSS
0x46	Установка параметров SBAS
0x47	Установка параметров режимов энергосбережения
0x48	Загрузка альманаха GPS/QZSS
0x49	Загрузка альманаха ГЛОНАСС
0x4A	Загрузка эфемерид GPS/QZSS
0x4B	Загрузка эфемерид ГЛОНАСС
0x4C	Установка параметров 1PPS
0x4D	Включить/Исключить КА из решения
0x4E	Установка конфигурации NMEA протокола
0x4F	Установка маски бинарных сообщений
0x50	Установка типа информационного протокола
0x53	Установка смещения локального времени, Leap Second
0x54	Установка системы координат

Номер	Сообщение
0x55	Загрузка конфигурации приемника
0x58	Загрузка альманаха GALILEO
0x5A	Загрузка эфемерид GALILEO
<b>Запросы</b>	
0x80	Запрос опорных ECEF координат
0x81	Запрос параметров последовательных портов
0x82	Запрос режима работы приемника
0x83	Запрос параметров для решения НЗ
0x84	Запрос темпа выдачи выходных данных
0x85	Запрос параметров DGNSS
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 1PPS
0x8D	Запрос статуса КА при решении НЗ
0x8E	Запрос конфигурации NMEA протокола
0x8F	Запрос маски бинарных сообщений
0x90	Запрос типа информационного протокола
0x93	Запрос смещения локального времени, Leap Second
0x94	Запрос системы координат
0x95	Запрос конфигурации приемника
0x98	Запрос альманаха GALILEO
0x9A	Запрос эфемерид GALILEO
0x9C	Запрос параметров ионосферы GPS
0x9D	Запрос параметров временной привязки GPS
0x9E	Запрос параметров временной привязки ГЛОНАСС
0x9F	Запрос параметров временной привязки GALILEO
0xAE	Запрос эфемерид SBAS
<b>Команды</b>	
0xC1	Запрос типа приемника и версии ПО
0xC2	Перестарт приемника
0xC3	Сохранение альманахов во Flash
0xC4	Включение/Выключение режимов энергосбережения/Пробуждение приемника
0xC5	Переключение в NMEA протокол
0xC6	Запрос номера текущего порта
0xC7	Включение/Выключение питания антенны

### 3.13 NMEA сообщения

Таблица 9. Список NMEA сообщений

Мнемоника	Сообщение
<b>Стандартные выходные</b>	
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
DTM	Система координат
RLM	Сообщение RLM GALILEO
<b>Нестандартные выходные</b>	
RQUERY	Версия ПО, телеметрия и конфигурация приемника
NQUERY	Состав и темп выдачи NMEA сообщений
<b>Нестандартные входные</b>	
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 последовательного порта
STOP--	Установка количества стоповых бит последовательного порта
GGA ON, GGAOFF	Включение/выключение сообщения GGA/GNS
GLL ON, GLLOFF	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

Мнемоника	Сообщение
DTM ON, DTMOFF	Включение/выключение сообщения DTM
RLM ON, RLMOFF	Включение/выключение сообщения RLM
NMEA V2, NMEA V4	Выбор версии стандарта NMEA
RATE--	Установка темпа выдачи выходных данных
PSM ON, PSMOFF	Включение/Выключение режимов энергосбережения/Пробуждение приемника
ELEV--	Установка маски угла места
DATP90, DATW84	Установка системы координат ПЗ-90.11 Установка системы координат WGS-84
NVSGPS, NVSGLN, NVSMIX	Установка режима работы только по GPS Установка режима работы только по ГЛОНАСС Установка совмещенного режима работы ГЛОНАСС+GPS+GALILEO

Модуль поддерживает формирование стандартных выходных сообщений в соответствии в двумя версиями стандарта NMEA 0183 – v2.x (с некоторыми исключениями) и v4.10.

Отличия в форматах сообщений:

- v2.x:
  - Формируется GGA;
  - GGA, GLL, GSV, RMC, VTG, ZDA, DTM, RLM, все нестандартные сообщения: преамбула – только GP;
  - GSA: преамбула – GP для GPS, GL для GLONASS, GA для GALILEO, GQ для QZSS.
- v4.10:
  - Формируется GNS;
  - Выдаются до пяти GNS предложений с преамбулами GN, GP, GL, GA, GQ;
  - Выдаются до четырех GSA предложений с преамбулами GN, GP, GL, GA;
  - GSV: преамбула – GP для GPS, GL для GLONASS, GA для GALILEO, GQ для QZSS;
  - GLL, RMC, VTG, ZDA: преамбула – GN для любого совмещенного режима, GP для GPS, GL для GLONASS, GA для GALILEO;
  - DTM, RLM, все нестандартные сообщения: преамбула – только GP.

## 4 Тактико-технические характеристики

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

Таблица 10. 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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Автономный режим<sup>(1, 2)</sup></li> <li>• SBAS<sup>(1, 2)</sup></li> <li>• Дифференциальный режим<sup>(2)</sup></li> </ul>	2,5 2,0 1,5	СЕР 50% HDOP<2, VDOP<3
4	Погрешность определения высоты, автономный режим, м, не более <sup>(1, 2)</sup>	4,0	СКО HDOP<2, VDOP<3
5	Погрешность определения плановой скорости, м/с, не более <sup>(2)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Автономный режим</li> <li>• Автономный режим<sup>(5)</sup></li> </ul>	0,02 <b>0,08</b>	СКО HDOP<2, VDOP<3
6	Погрешность секундной метки времени, нс, не более	30 <sup>(2)</sup>	СКО HDOP<2, VDOP<3
7	Время до первого местоопределения, с <ul style="list-style-type: none"> <li>• Холодный старт<sup>(2)</sup></li> <li>• Холодный старт<sup>(3)</sup></li> <li>• Холодный старт, высокая динамика<sup>(2)</sup></li> <li>• Теплый старт<sup>(2)</sup></li> <li>• Горячий старт<sup>(2)</sup></li> <li>• Повторный захват<sup>(2, 4)</sup></li> <li>• Старт с использованием продленных эфемерид<sup>(2)</sup></li> </ul>	27 33 30 25 2 1 10	Среднее значение
8	Чувствительность, дБмВт, не хуже <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обнаружение, холодный старт</li> <li>• Обнаружение, горячий старт</li> <li>• Слежение и навигация</li> </ul>	-147 -155 -163	С внешним МШУ
9	Динамика, не более <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ускорение, g</li> <li>• Ускорение, g<sup>(5)</sup></li> <li>• Максимальная скорость, м/с</li> <li>• Максимальная скорость, м/с<sup>(5)</sup></li> <li>• Максимальная высота, м</li> </ul>	4 25 515 1500 18000	
10	Темп выдачи выходных данных, Гц	1/2/5/10	
11	Интерфейсы	2xUART, LVCMOS	
12	Размеры (длина x ширина x высота), мм	14,3x13,7x2,6	
13	Масса, г, не более	1,5	
14	Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85	

Примечания:

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



## 4.1 Электрические параметры



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

Таблица 11. 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 ( $V_i$ ) <sup>(1)</sup>	-0,5	2,5	В	$V_{DD\_IO}=1,8В$
	-0,5	4,6		$V_{DD\_IO}=3,3В$
Ток короткого замыкания выходных выводов ( $I_o$ ) <sup>(2)</sup>	-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 12. 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+SBAS
		-	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+SBAS
		-	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
Ток потребления по цепи VDD, состояние СОН	$I_{DD\_TRQ}$	-	5,5	-	мА	
Ток потребления по цепи VDD,	$I_{DD\_SLEEP}$	-	10,5	-	мА	Скважность

Параметр	Обозначение	Значение			Ед. изм.	Примечания
		Мин	Ном	Макс		
режим энергосбережения						АКТИВЕН:COH=1:10
Ток потребления по цепи VDD_IO	I <sub>DD_IO</sub>	-	-	5	мкА	Без нагрузки на выходных выводах
Ток потребления от резервной батареи	I <sub>BAT</sub>	-	8	-	мкА	V <sub>DD</sub> отключено При +25°C
		-	28	-		V <sub>DD</sub> отключено При +85°C
Падение напряжения в цепи питания антенны (между контактами V_ANT и ANT)	V <sub>ANT_DROP</sub>	-	100	150	мВ	I <sub>ANT</sub> =10мА
			200	240		I <sub>ANT</sub> =20мА
			300	340		I <sub>ANT</sub> =30мА
Рабочий диапазон токов антенны	I <sub>ANT</sub>	3	-	32	мА	
Выходное напряжение низкого уровня <sup>(1)</sup>	V <sub>OL</sub>	-	-	0,4	В	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В, I <sub>OL</sub> =3,6мА
				0,4		V <sub>DD_IO</sub> =3,3В, I <sub>OL</sub> =8мА
Выходное напряжение высокого уровня <sup>(1)</sup>	V <sub>OH</sub>	0,75*V <sub>DD_IO</sub>	-	-	В	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В, I <sub>OH</sub> =-3,6мА
						2,4
Выходное напряжение низкого уровня <sup>(1)</sup>	V <sub>OL</sub>	-	-	0,1	В	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В, I <sub>OL</sub> =0,1мА
				0,1		V <sub>DD_IO</sub> =3,3В, I <sub>OL</sub> =0,1мА
Выходное напряжение высокого уровня <sup>(1)</sup>	V <sub>OH</sub>	V <sub>DD_IO</sub> -0,1	-	-	В	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В, I <sub>OH</sub> =-0,1мА
						V <sub>DD_IO</sub> -0,1
Выходной ток низкого уровня <sup>(1)</sup>	I <sub>OL</sub>	-	-	3,6	мА	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В
				8		V <sub>DD_IO</sub> =3,3В
Выходной ток высокого уровня <sup>(1)</sup>	I <sub>OH</sub>	-	-	-3,6	мА	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В
				-8		V <sub>DD_IO</sub> =3,3В
Входное напряжение низкого уровня <sup>(2)</sup>	V <sub>IL</sub>	-	-	0,3*V <sub>DD_IO</sub>	В	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В
				0,8		V <sub>DD_IO</sub> =3,3В
Входное напряжение высокого уровня <sup>(2)</sup>	V <sub>IH</sub>	0,7*V <sub>DD_IO</sub>	-	-	В	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В
						2,0
Сопrotивление pull-down <sup>(3)</sup>	R <sub>PD</sub>	-	210	-	КОм	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В
			75			V <sub>DD_IO</sub> =3,3В
Сопrotивление pull-up <sup>(4)</sup>	R <sub>PU</sub>	-	200	-	КОм	V <sub>DD_IO</sub> =1,8В
			75			V <sub>DD_IO</sub> =3,3В

**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.

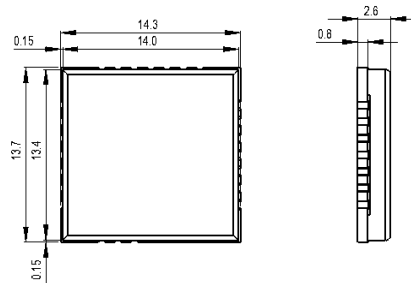


Рис. 3. Габаритный чертеж

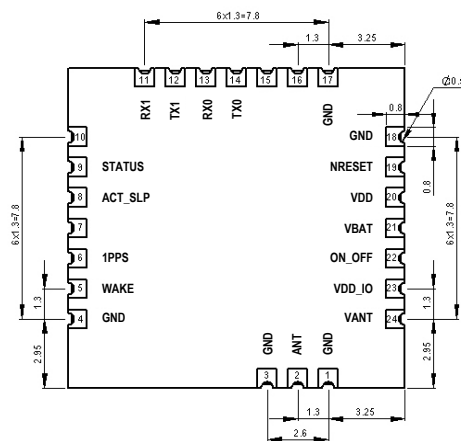


Рис. 4. Чертеж контактных площадок

### 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.

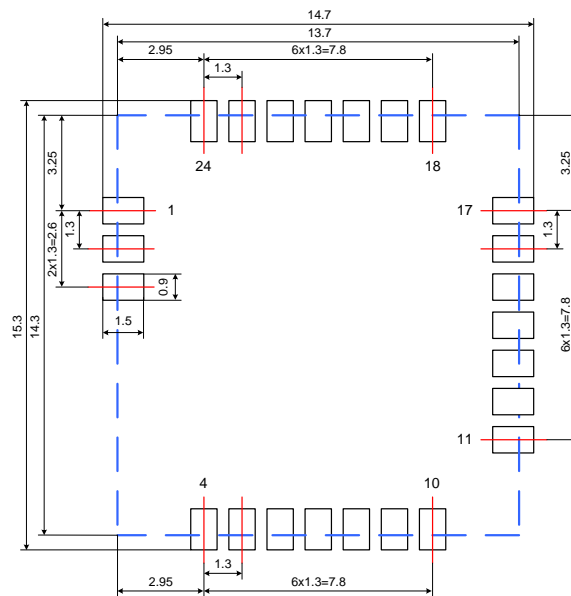


Рис. 5. Рекомендуемое посадочное место

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.

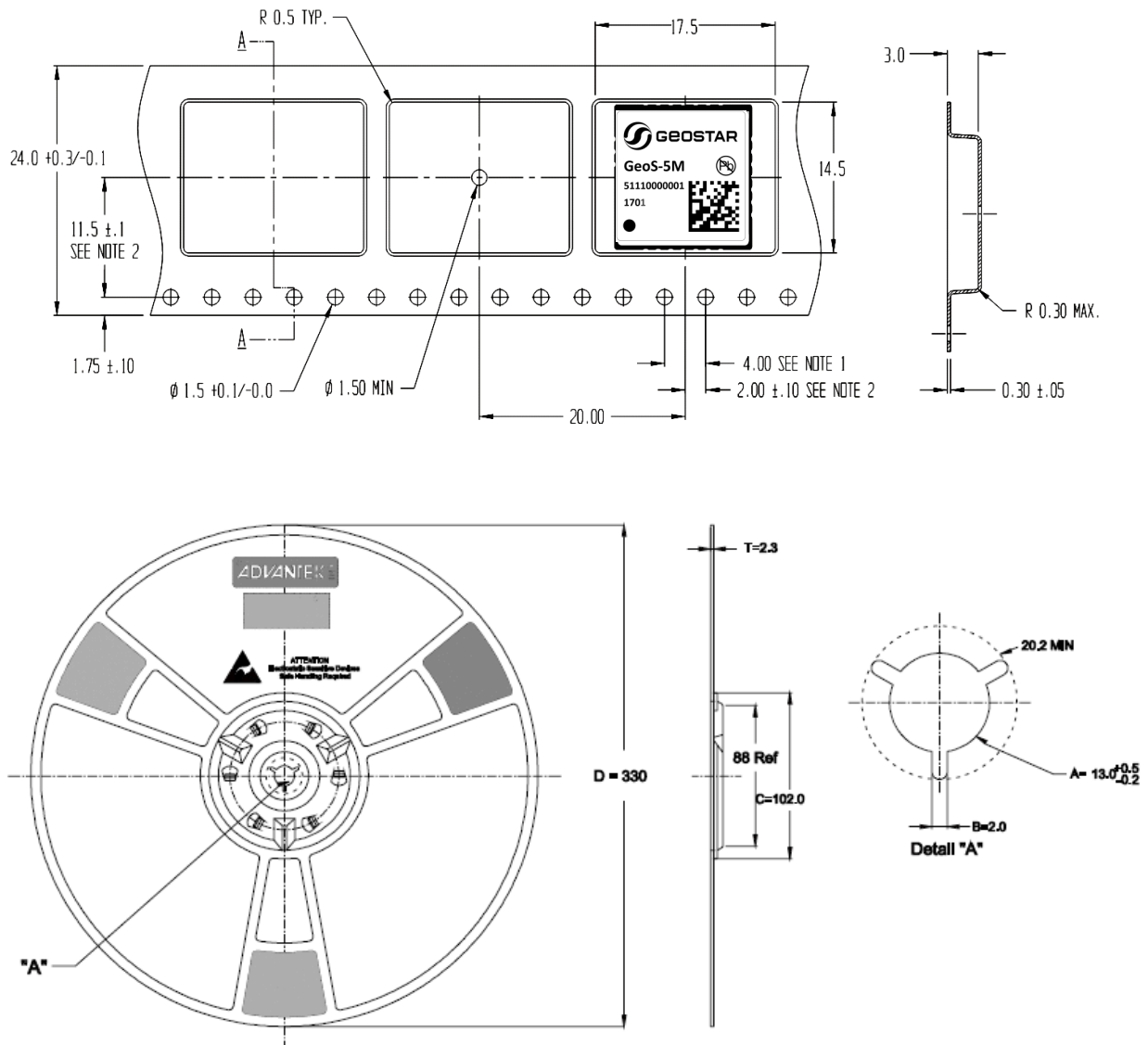


Рис. 7. Упаковка: в катушке – 1000 модулей

### 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.

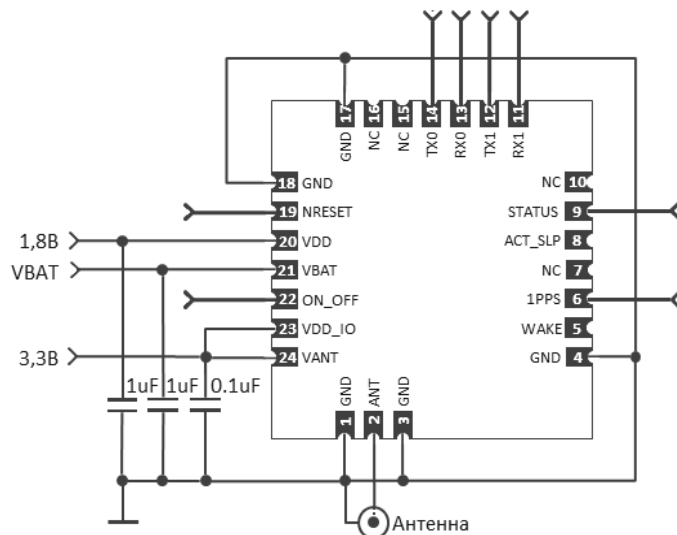


Рис. 8. Типовая схема включения модуля

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.

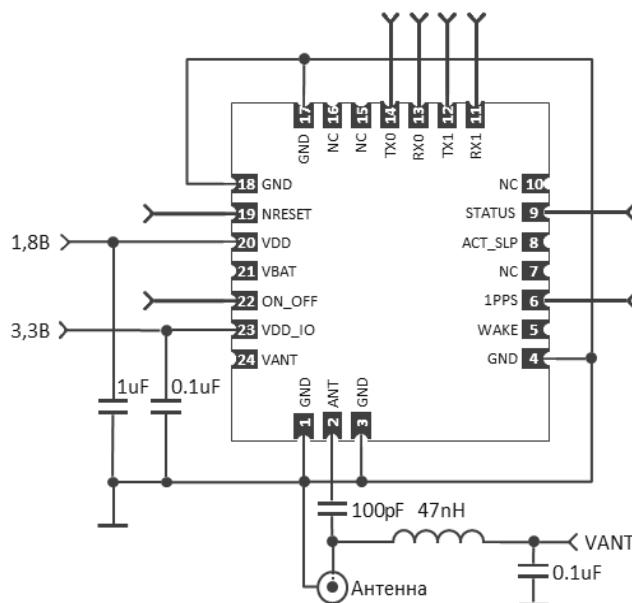


Рис. 9. Упрощенная схема включения модуля

### 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 12). Рекомендуется использование вторичного преобразователя (линейный стабилизатор или ШИМ регулятор) с максимальным током нагрузки не менее 200мА.