

GeoS-5 RTK[®]

ГНСС модуль высокой 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 | RTС, резервное ОЗУ..... | 7 |
| 2.3.2 | Flash память | 7 |
| 2.4 | Входные/выходные сигналы | 7 |
| 2.5 | Напряжения питания | 8 |
| 2.6 | Питание активной антенны | 8 |
| 2.7 | Потребляемая мощность..... | 9 |
| 2.8 | Последовательные порты..... | 9 |
| 2.9 | Конфигурация модуля..... | 9 |
| 2.10 | Протоколы обмена..... | 9 |
| 2.11 | Вывод STATUS..... | 10 |
| 2.12 | Вывод ON_OFF..... | 10 |
| 2.13 | Конфигурация и настройки встроенного ПО | 11 |
| 2.14 | Требования к антенне..... | 11 |
| 3 | Функциональные возможности..... | 12 |
| 3.1 | Режимы работы..... | 12 |
| 3.2 | Используемые ГНСС..... | 12 |
| 3.3 | Поддерживаемые RTCM сообщения | 12 |
| 3.3.1 | Базовая станция | 12 |
| 3.3.2 | Ровер | 12 |
| 3.4 | Секундная метка времени..... | 13 |
| 3.5 | Темп выдачи выходных данных | 13 |
| 4 | Тактико-технические характеристики | 14 |
| 4.1 | Электрические параметры | 15 |
| 5 | Габаритный чертеж, расположение выводов, маркировка | 17 |
| 5.1 | Конструкция..... | 17 |
| 5.2 | Посадочное место на ПП пользователя | 17 |
| 5.3 | Маркировка | 18 |
| 6 | Рекомендации по хранению и монтажу | 19 |
| 6.1 | Упаковка..... | 19 |
| 6.2 | Меры защиты от статического электричества | 20 |
| 6.3 | Соответствие международным экологическим стандартам | 20 |
| 7 | Рекомендации по использованию в аппаратуре пользователей..... | 21 |
| 7.1 | Типовая схема включения | 21 |
| 7.2 | Рекомендации по формированию напряжения VDD | 21 |

Список иллюстраций

| | |
|--|---------------------------------|
| Рис. 1. Структурная схема | Ошибка! Закладка не определена. |
| Рис. 2. Временные диаграммы на выводе STATUS..... | 10 |
| Рис. 3. Габаритный чертеж | 17 |
| Рис. 4. Чертеж контактных площадок | 17 |
| Рис. 5. Рекомендуемое посадочное место (торцевые площадки нужно убрать)..... | 18 |
| Рис. 6. Пример маркировки..... | 18 |
| Рис. 7. Упаковка: в катушке – 1000 модулей | 19 |
| Рис. 8. Типовая схема включения модуля | 21 |

История изменений

| # | Изменение | Примечания |
|----------------------------|-----------------------|------------|
| Редакция 1.0 от 30/01/2018 | | |
| 1 | Предварительный релиз | |
| | | |

1 Перечень принятых сокращений

Ниже приведен перечень принятых сокращений:

| | |
|------------------|---|
| ВЧ: | высокочастотный |
| ГНСС: | глобальная навигационная спутниковая система |
| КА: | космический аппарат |
| КНС: | космическая навигационная система |
| Лог. «0»: | логический «0» (низкий логический уровень) |
| Лог. «1»: | логическая «1» (высокий логический уровень) |
| МШУ: | малозумящий усилитель |
| НЗ: | навигационная задача |
| ОЗУ: | оперативное запоминающее устройство |
| ПАВ: | поверхностные акустические волны |
| ПО: | программное обеспечение |
| ПП: | печатная плата |
| СКО: | среднеквадратическое отклонение |
| СТ: | стандартной точности |
| 1PPS: | One Pulse Per Second (секундная метка времени) |
| С/А: | Coarse Acquisition (грубое обнаружение) |
| DGNSS: | Differential GNSS (дифференциальный ГНСС) |
| DOP: | Dilution Of Precision (геометрический фактор ухудшения точности) |
| ECEF: | Earth Centered Earth Fixed (геоцентрические координаты) |
| ESD: | Electro Static Discharge (разряд статического электричества) |
| EVK: | Evaluation Kit (отладочный набор) |
| HBM: | Human Body Model (модель электростатического заряда человеческого тела) |
| RTC: | Real Time Clock (часы реального времени) |
| RTCM: | Radio Technical Commission for Maritime Services |
| RTK: | Real Time Kinematic (кинематический режим реального времени) |
| TCXO: | Thermo Compensated Crystal Oscillator (термокомпенсированный кварцевый генератор) |
| UTC: | Universal Time Coordinated (пользовательская точность дальности) |

2 Техническое описание

2.1 Назначение

Приемное устройство КНС ГЛОНАСС/GPS GeoS-5 RTK (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 двум асинхронным последовательным портам.

Модуль может работать как ровер или как базовая станция, формирующая кодовые и фазовые дифференциальные коррекции.

В конфигурации ровера при работе в дифференциальном режиме модуль осуществляет прием и обработку дифференциально-фазовых поправок в реальном времени, что обеспечивает получение координат с сантиметровой точностью (режим RTK).

2.2 Ключевые особенности

- Одновременная обработка всех видимых КА ГЛОНАСС и GPS;
- Автономный и дифференциальный режимы;
- Работа в дифференциально-кодовом (DGNSS) и дифференциально-фазовом (RTK) режимах;
- Программно-задаваемая конфигурация: ровер или базовая станция;
- Формирование дифференциальных поправок в формате RTCM v3.2;
- Прием и обработка дифференциальных поправок в форматах RTCM v3.x;
- Точность определения координат в режиме RTK: 1-2 см;
- Потребляемая мощность: <210мВт (обнаружение), <160мВт (RTK решение);
- Встроенная схема питания активной антенны с монитором состояния антенны и защитой от короткого замыкания;
- Совместимость по форм-фактору и большинству сигналов с модулем GeoS-3;
- Демонстрационные средства: ДемоКит GeoS-5 RTK EVK.

2.3 Структурная схема

Состав (Рис. 1):

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

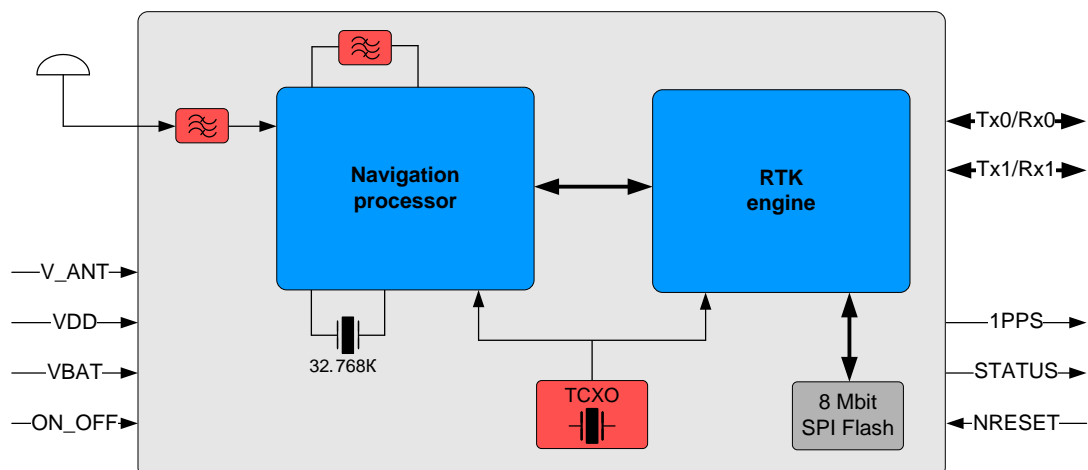


Рис. 1. Структурная схема

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 теплого/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.

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

2.4 Входные/выходные сигналы

Таблица 1. Входные/выходные сигналы

| Номер | Тип | Имя | Описание |
|------------|------------|--------|---|
| 1, 2, 3, 4 | | NC | Не подключен |
| 5, 6 | | GND | Общий (корпус) |
| 7 | Вход | ON_OFF | Включение/выключение модуля |
| 8 | Вход/выход | SDA | I2C: данные (для будущего использования) |
| 9 | Вход | RX0 | Принимаемые данные, Порт #0 |
| 10 | Выход | TX0 | Передаваемые данные, Порт #0 |
| 11 | Вход | RX1 | Принимаемые данные, Порт #1 |
| 12 | Выход | TX1 | Передаваемые данные, Порт #1 |
| 13 | Вход | NRESET | Внешнее обнуление |
| 14 | Выход | STATUS | Состояние модуля |
| 15 | Выход | SCL | I2C: сигнал тактовой частоты (для будущего использования) |

| Номер | Тип | Имя | Описание |
|----------------|-------|-------|---|
| 16 | Вход | MISO | SPI: входные данные (для будущего использования) |
| 17 | Выход | MOSI | SPI: выходные данные (для будущего использования) |
| 18 | Выход | SCK | SPI: сигнал тактовой частоты (для будущего использования) |
| 19 | Выход | NSS | SPI: выбор ведомого (для будущего использования) |
| 20 | Выход | 1PPS | Выходная секундная метка времени |
| 21 | Вход | VBAT | Резервное напряжение питания |
| 22 | Вход | VDD | Основное напряжение питания |
| 23 | | NC | Не подключен |
| 24 | | GND | Общий (корпус) |
| 25 | Вход | V_ANT | Напряжение питания антенны |
| 26, 27, 29, 30 | | GND | Общий (корпус) |
| 28 | Вход | ANT | Антенный вход |

2.5 Напряжения питания

Модуль имеет основное напряжение питания 3,3В (вывод VDD). Допустимый уровень пульсаций – 50мВ пик-пик.

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.

2.6 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 не превышает 50мА), 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.

2.7 Потребляемая мощность

Для обнаружения сигналов со спутников модуль использует подсистему быстрого поиска. После включения питания модуль активизирует подсистему, в результате чего ток потребления возрастает. В Таблице 6 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 6 значение тока потребления для таких условий указано в строке «Ток потребления по цепи VDD, RTK решение».

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

- Тип старта (холодный, теплый, горячий);
- Уровни принимаемых сигналов (более 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.

2.8 Последовательные порты

Приемник имеет два последовательных порта типа 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.

2.9 Конфигурация модуля

Приемник может работать в двух конфигурациях – базовой станции и ровера.

В конфигурации базовой станции модуль формирует дифференциальные поправки в формате RTCM v3.2.

В конфигурации ровера модуль поддерживает прием и обработку дифференциальных поправок в форматах стандарта RTCM версий v3.0, v3.1, v3.2.

2.10 Протоколы обмена

Обмен с приемником производится по двум информационным протоколам: бинарному и NMEA. Распределение информационных протоколов по Портам #0 и #1 зависит от конфигурации модуля и описано в Таблице 2. Дифференциальные поправки всегда выдаются или принимаются по Порту #1.

Таблица 2. Распределение протоколов по портам приемника

| Порт #0 | Порт #1 |
|------------------------|------------------------|
| Базовая станция | |
| Бинарный | RTCM выход |
| Ровер | |
| Бинарный | RTCM вход + NMEA выход |

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

2.11 Вывод STATUS

Выходной вывод STATUS индицирует состояние модуля: **SEARCH**, **NAV_SINGLE**, **NAV_FIXED**, **FAILURE**. Сигнал на выводе STATUS представляет собой чередование уровней лог. «0» и лог. «1» с разными периодом и длительностью:

1. **SEARCH**: идет поиск спутников, аппаратная телеметрия в норме, решения НЗ нет;
2. **NAV_SINGLE**: спутники в слежении, решается НЗ, тип решения – автономное или RTK float (для ровера);
3. **NAV_FIXED**: спутники в слежении, решается НЗ, тип решения – RTK fixed (только для ровера);
4. **FAILURE**: ошибка хотя бы одного из параметров аппаратной телеметрии, решения НЗ нет.

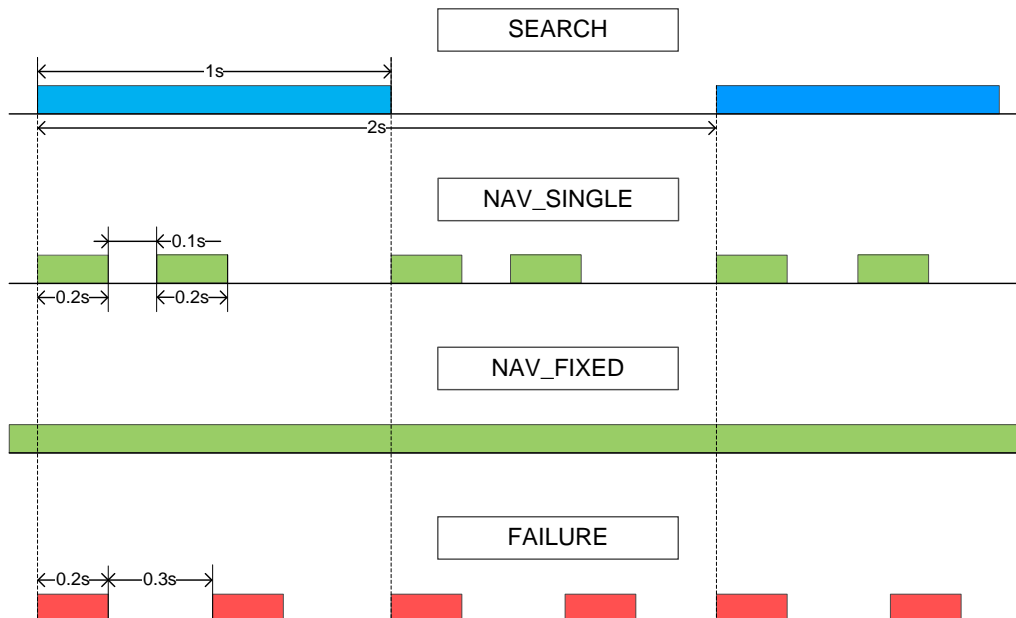


Рис. 2. Временные диаграммы на выводе STATUS

2.12 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.

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

- TX0, TX1: лог. «1»;

- 1PPS: лог. «0»;
- STATUS: лог. «1».

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

2.13 Конфигурация и настройки встроенного ПО

Перечень настроек и параметров конфигурации, включая заводские (по умолчанию) значения, приведен в Таблице 3.

Таблица 3. Список настроек и параметров конфигурации

| # | Параметр | Значение по умолчанию |
|----|---|---|
| 1 | ГНСС созвездие (GPS, ГЛОНАСС, ГЛОНАСС+GPS) | ГЛОНАСС+GPS |
| 2 | Режим работы | автономный или дифференциальный |
| 3 | Дифференциальный режим | RTK extrapolated |
| 4 | Время дифференциального таймаута | 3с |
| 5 | Маска угла места | 15° |
| 6 | Маска уровня сигнала | 35 дБГц |
| 7 | Темп выдачи выходных данных | 1Гц |
| 8 | Набор выдаваемых базой RTCM v3.3 сообщений | MSM7 |
| 9 | Темп выдачи базой измерительных MSM сообщений (107х/108х) | 1с |
| 10 | Темп выдачи базой сообщения 1006 | 10с |
| 11 | Темп выдачи базой сообщения 1033 | 10с |
| 12 | Темп выдачи базой сообщения 1230 | 10с |
| 13 | Параметры Порта #0 | 115200, 1 стоповый, без четности |
| 14 | Параметры Порта #1 | 38400, 1 стоповый, без четности |
| 15 | Информационные протоколы | Порт #0 – бинарный, Порт #1 – RTCM вход + NMEA выход |
| 16 | Сглаживание псевдодальности фазой несущей | выключено |
| 17 | Спутники | все разрешены |
| 18 | Дескриптор антенны | UNKNOWN |
| 19 | Высота антенны, м | 0 |
| 20 | Идентификатор установки антенны | 255 |
| 21 | Серийный номер антенны | SEN00000000 |
| 22 | Номер базовой станции | 0 |
| 23 | Опорные ECEF координаты, м | X=0.0, Y=0.0, Z=0.0 |
| 24 | Сдвиг местного времени относительно UTC | 0 |
| 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; версия NMEA – v2.x |

После получения новых данных настройки или конфигурации приемник сохраняет их во Flash памяти. Сохранение данных во Flash занимает время не более 1с.

2.14 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 автономном режиме модуль рассчитывает навигационные определения со стандартной точностью. При получении дифференциальных поправок приемник автоматически переходит в дифференциальный режим.

В дифференциально-кодовом (DGNSS) режиме приемник использует дифференциальные поправки по дальномерному коду. В дифференциально-фазовом (RTK) режиме приемник использует дифференциальные поправки по фазе несущей, что позволяет получать данные местоположения с сантиметровой точностью. Приемник обеспечивает работу в двух RTK режимах: RTK extrapolated и RTK delayed.

Модуль может быть сконфигурирован как базовая станция или ровер. Для конфигурирования в базовую станцию предусмотрен режим фиксированных координат. Для корректной работы базовой станции приемнику необходима следующая информация:

- Опорные XYZ координаты;
- Номер базовой станции;
- Параметры антенны: дескриптор, идентификатор установки, серийный номер и высота.

В случае, если опорные координаты неизвестны, предусмотрен режим усреднения координат на заданном временном интервале.

3.2 Используемые ГНСС

Возможны следующие конфигурации основных спутниковых систем:

- Только GPS;
- Только ГЛОНАСС;
- Совмещенное использование ГЛОНАСС и GPS.

3.3 Поддерживаемые RTCM сообщения

3.3.1 Базовая станция

Приемник формирует один из трех наборов дифференциальных поправок в формате RTCM v3.2:

- MSM1: 1071/1081/1006/1033;
- MSM5: 1075/1085/1006/1033/1230;
- MSM7: 1077/1087/1006/1033/1230.

Период выдачи измерительной части сообщений (107х/108х) составляет 1 с. Период выдачи сообщений 1006, 1033, 1230 задается отдельно; значение по умолчанию – 10 с.

3.3.2 Ровер

Приемник принимает и автоматически использует те типы сообщений, что соответствуют установленному дифференциальному режиму работы. Модуль поддерживает следующие типы сообщений стандарта RTCM v3.x:

- v3.0: 1004/1005/1006/1008/1012;

- v3.1: 1004/1005/1006/1008/1012/1033;
- v3.2: 1004/1005/1006/1008/1012/1033/1071-1077/1081-1087/1230.

3.4 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).

3.5 Темп выдачи выходных данных

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

4 Тактико-технические характеристики

Если не оговорено иное, технические характеристики приведены для режима работы по совмещенному созвездию ГЛОНАСС+GPS.

Таблица 4. Основные технические характеристики

| # | Параметр | Значение | Примечания |
|----|---|------------------------|---------------------------|
| 1 | Количество каналов | 44 | |
| 2 | Сигналы | L1 GPS C/A, ГЛОНАСС СТ | |
| 3 | Погрешность определения плановых координат, автономный режим, м, не более ⁽¹⁾ | 2,5 | СЕР 50% HDOP<2, VDOP<3 |
| 3 | Погрешность определения плановых координат, дифференциальный режим, м, не более <ul style="list-style-type: none"> • Дифференциально-кодовый⁽¹⁾ • RTK⁽²⁾ | 1,5 0,015 | СКО HDOP<2, VDOP<3 |
| 4 | Погрешность определения высоты, автономный режим, м, не более ⁽¹⁾ | 4,0 | СКО HDOP<2, VDOP<3 |
| 5 | Погрешность определения высоты, RTK, м, не более ⁽²⁾ | 0,02 | СКО HDOP<2, VDOP<3 |
| 6 | Погрешность определения плановой скорости, автономный режим, м/с, не более ⁽¹⁾ | 0,02 | СКО HDOP<2, VDOP<3 |
| 7 | Погрешность секундной метки времени, нс, не более ⁽¹⁾ | 30 ⁽²⁾ | СКО HDOP<2, VDOP<3 |
| 8 | Время до первого местоопределения, автономный режим, с <ul style="list-style-type: none"> • Холодный старт⁽¹⁾ • Горячий старт⁽¹⁾ • Повторный захват^(1, 3) | 27 2 1 | Среднее значение |
| 9 | Время инициализации RTK, с ^(2, 4) | 30 | Среднее значение |
| 10 | Чувствительность, автономный режим, дБмВт, не хуже <ul style="list-style-type: none"> • Обнаружение, холодный старт • Слежение и навигация | -145 -163 | С внешним МШУ |
| 11 | Динамика, не более <ul style="list-style-type: none"> • Ускорение, g • Максимальная скорость, м/с • Максимальная высота, м | 4 515 18000 | |
| 12 | Темп выдачи выходных данных, Гц | 1/2/5 | |
| 13 | Интерфейсы | 2xUART, LVCMOS | |
| 14 | Размеры (длина x ширина x высота), мм | 22,1x15,9x2,8 | |
| 15 | Масса, г, не более | 1,5 | |
| 16 | Диапазон рабочих температур, °С | -40...+85 | |

Примечания:

1. Уровни сигналов -130дБмВт
2. Зависит от условий приема, количества спутников, длины базовой линии
3. Время отсутствия сигналов 10с
4. Время инициализации RTK – временной интервал от момента получения автономного решения до фиксированного RTK решения.

4.1 Электрические параметры



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

Таблица 5. 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 | 4,6 | В | |
| Ток короткого замыкания выходных выводов (I_o) ⁽²⁾ | -24 | 24 | мА | |
| 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. $NRESET, RX0, RX1, ON_OFF$
2. $1PPS, STATUS, TX0, TX1$

Таблица 6. Рабочие электрические параметры

| Параметр | Обозначение | Значение | | | Ед. изм. | Примечания |
|--|-----------------|----------|-----|------|----------|---------------------------|
| | | Мин | Ном | Макс | | |
| Основное напряжение питания | V_{DD} | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 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 V_{DD} , обнаружение | I_{DD_ACQ} | - | 65 | - | мА | ГЛОНАСС+GPS |
| Ток потребления по цепи V_{DD} , RTK решение | I_{DD_FIX} | - | 48 | - | мА | ГЛОНАСС+GPS |
| Ток потребления по цепи V_{DD} , $ON_OFF=0$ | I_{DD_OFF} | - | 500 | - | мкА | |
| Ток потребления по цепи V_{DD} , $NRESET=0$ | I_{DD_RESET} | - | 35 | - | мА | |
| Ток потребления от резервной батареи | I_{BAT} | - | 15 | - | мкА | V_{DD} отключено, +25°С |
| | | - | 40 | - | | V_{DD} отключено, +85°С |
| Падение напряжения в цепи питания антенны (между контактами V_ANT и ANT) | V_{ANT_DROP} | - | 100 | 150 | мВ | $I_{ANT}=10\text{мА}$ |
| | | - | 200 | 240 | | $I_{ANT}=20\text{мА}$ |
| | | - | 300 | 340 | | $I_{ANT}=30\text{мА}$ |
| Рабочий диапазон токов антенны | I_{ANT} | 3 | - | 32 | мА | |

| Параметр | Обозначение | Значение | | | Ед. изм. | Примечания |
|--|-----------------|----------|-----|------|----------|-----------------------|
| | | Мин | Ном | Макс | | |
| Выходное напряжение низкого уровня ⁽¹⁾ | V _{OL} | - | - | 0,4 | В | I _{OL} =8мА |
| Выходное напряжение высокого уровня ⁽¹⁾ | V _{OH} | 2,4 | - | - | В | I _{OH} =-8мА |
| Выходной ток низкого уровня ⁽¹⁾ | I _{OL} | - | - | 8 | мА | |
| Выходной ток высокого уровня ⁽¹⁾ | I _{OH} | - | - | -8 | мА | |
| Входное напряжение низкого уровня ⁽²⁾ | V _{IL} | - | - | 0,8 | В | |
| Входное напряжение высокого уровня ⁽²⁾ | V _{IH} | 2,0 | - | - | В | |
| Сопротивление pull-up ⁽³⁾ | R _{PU} | - | 75 | - | КОм | |

ВЧ параметры

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

Примечания:

1. 1PPS, STATUS, TX0, TX1
2. NRESET, RX0, RX1, ON_OFF
3. 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.

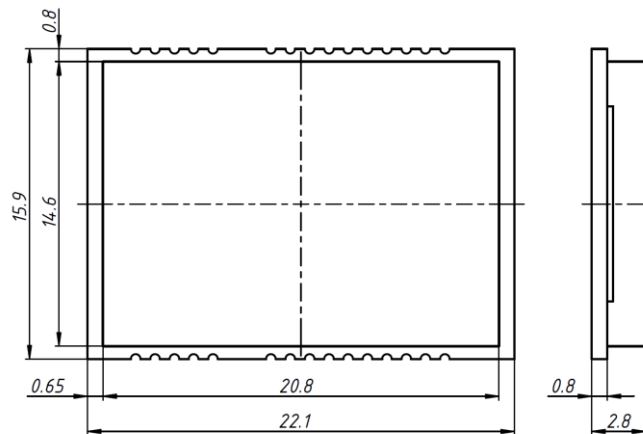


Рис. 3. Габаритный чертеж

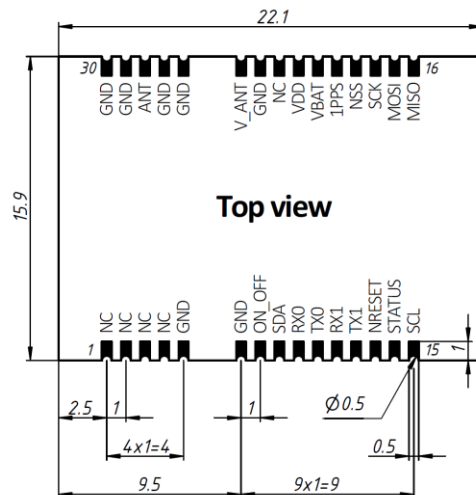


Рис. 4. Чертеж контактных площадок

5.2 Посадочное место на ПП пользователя

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

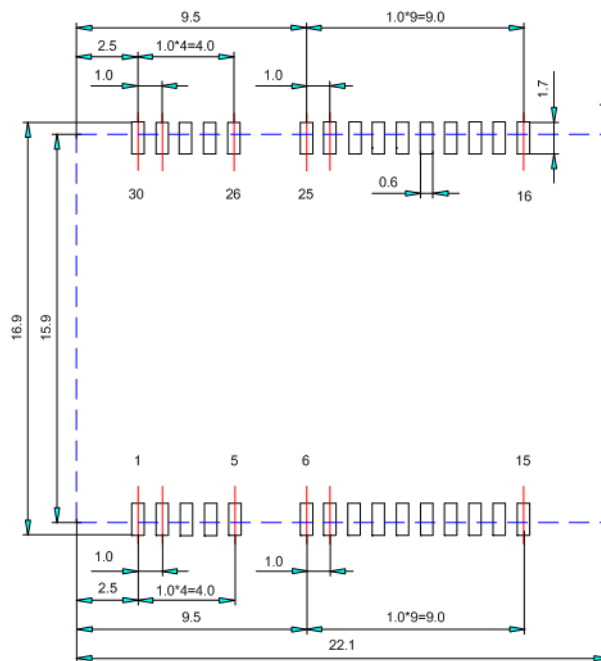


Рис. 5. Рекомендуемое посадочное место

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-5 RTK**: название изделия;
- **52410000001**: серийный номер;
- **ггнн**: год и номер недели производства;
- 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.

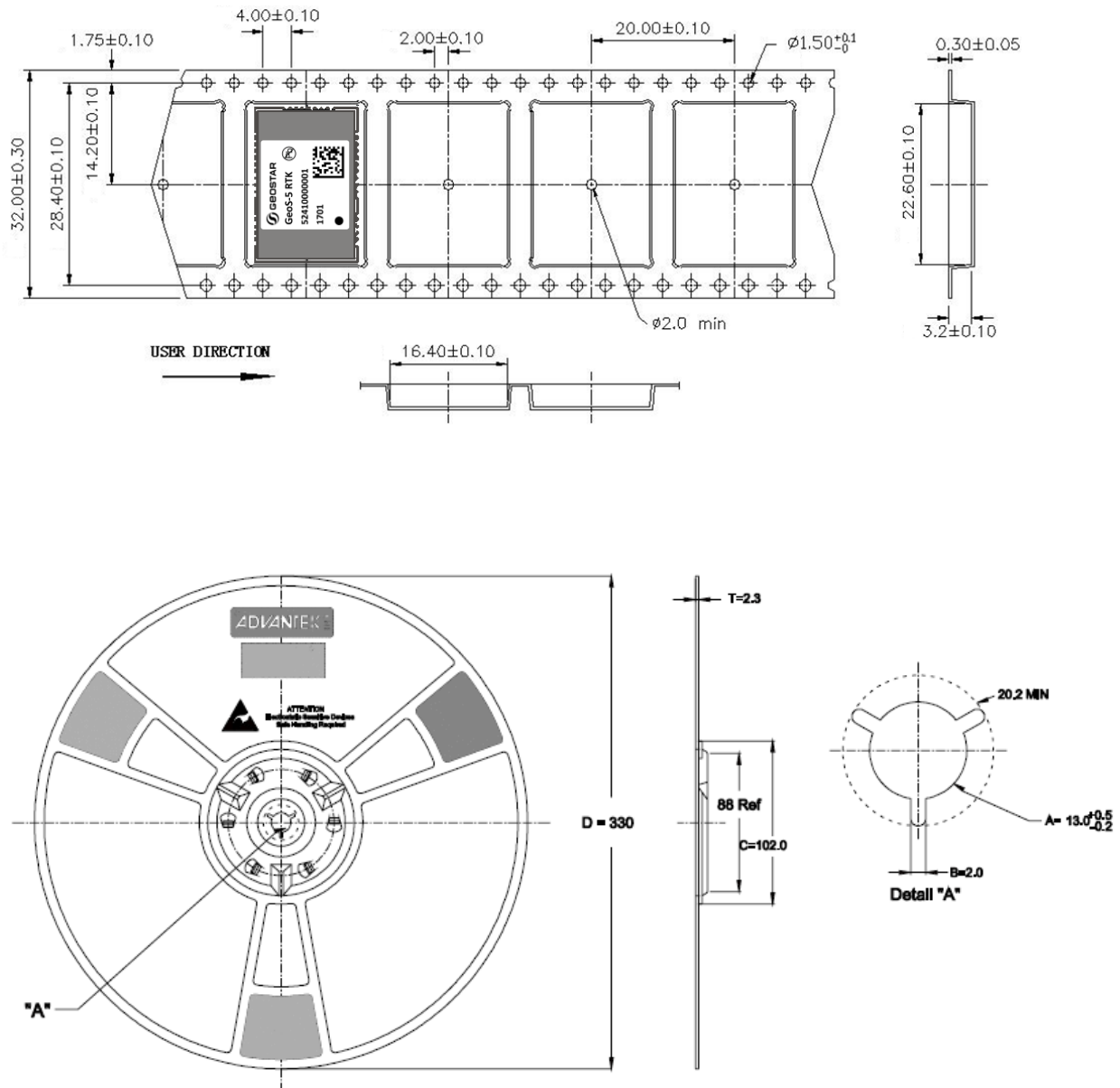


Рис. 7. Упаковка: в катушке – 1000 модулей

6.2 Меры защиты от статического электричества



Модули GeoS-5 RTK 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.

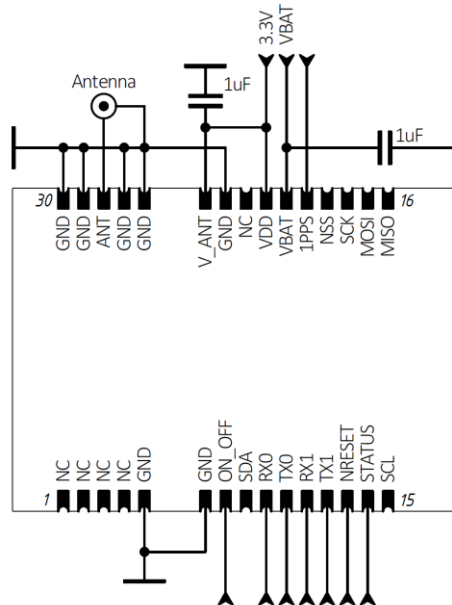


Рис. 8. Типовая схема включения модуля

7.2 Рекомендации по формированию напряжения VDD

Ток потребления по цепи питания VDD варьируется в процессе работы приемника, достигая максимальных значений при поиске сигналов (Таблица 6). Для формирования напряжения VDD рекомендуется использование вторичного преобразователя (линейный стабилизатор или ШИМ регулятор) с максимальным током нагрузки не менее 150мА.