GeoS-5 RTK®

ГНСС модуль высокой точности

Техническое описание

Редакция 1.1

ООО ДЦ «ГЕОСТАР НАВИГАЦИЯ»
Москва, 2018

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 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 данными ... 9
2.11 Сигнал STATUS ... 10
2.12 Сигнал NRESET ... 10
2.13 Сигнал ON_OFF ... 11
2.14 Конфигурация и настройки встроенного ПО ... 11
2.15 Требования к антенне ... 12

3 Функциональные возможности ... 13

3.1 Режимы работы ... 13
3.1.1 Типы решений. Сглаживание переходов между различными типами решений ... 13
3.2 Используемые ГНСС ... 14
3.3 Секундная метка времени ... 14
3.4 Темп выдачи выходных данных ... 14
3.5 RTCM сообщения ... 14
3.5.1 Базовая станция ... 14
3.5.2 Ровер ... 15
3.6 Бинарные сообщения ... 15
3.7 NMEA сообщения ... 18

4 Тактико-технические характеристики ... 19

4.1 Электрические параметры ... 20

5 Габаритный чертеж, расположение выводов, маркировка ... 22

5.1 Конструкция ... 22
5.2 Посадочное место на ПП пользователя ... 22
5.3 Маркировка ... 23

6 Рекомендации по хранению и монтажу ... 24

6.1 Упаковка ... 24
6.2 Меры защиты от статического электричества ... 25
6.3 Соответствие международным экологическим стандартам ... 25

7 Рекомендации по использованию в аппаратуре пользователей ... 26

7.1 Типовая схема включения 26
7.2 Рекомендации по формированию напряжения VDD 26

Список иллюстраций

Рис. 1. Структурная схема 7
Рис. 2. Временные диаграммы на выводе STATUS 10
Рис. 3. Мгновенный переход между различными типами решений 14
Рис. 4. Сглаженный переход между различными типами решений 14
Рис. 5. Габаритный чертеж 22
Рис. 6. Чертеж контактных площадок 22
Рис. 7. Рекомендуемое посадочное место 23
Рис. 8. Пример маркировки 23
Рис. 9. Упаковка: в катушке – 1000 модулей 24
Рис. 10. Типовая схема включения модуля 26

История изменений

#	Изменение	Примечания
Редакция 1.0 от 30/01/2018		
1	Предварительный релиз	
Редакция 1.1 от 15/06/2018		
1	Изменен п. 2.5: напряжение питания VDD исправлено на 3,3В	
2	Изменен п. 2.8: скорректированы поддерживаемые скорости последовательных портов	
3	Добавлен раздел с описанием сигнала NRESET (раздел 2.12)	
4	Скорректированы пп. 3.1, 3.2, 3.4	
5	Добавлены разделы с описанием поддерживаемых бинарных (п. 3.5.2) и NMEA (п. 3.5.3) сообщений	
6	Редакторские правки по тексту всего документа	

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: малошумящий 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)
C/A: Coarse Acquisition (грубое обнаружение)
CEP: Circular Error Probable (вероятная круговая ошибка)
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)
LVCMOS: Low Voltage CMOS (низковольтный КМОП)
MSM: Multiple Signal Messages
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)
UART: Universal Asynchronous Receiver Transmitter (универсальный асинхронный приемо-передатчик)
UHF: Ultra High Frequency (УКВ – ультра короткие волны)
UTC: Universal Time Coordinated (всемирное координированное время)

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.

В конфигурации базовой станции модуль формирует 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;
- Базовая станция: формирование дифференциальных поправок в формате RTCM v3.2;
- Ровер: 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, ДемоКит GeoS-5 RTK UHF EVK.

2.3 Структурная схема

Состав (Рис. 1):

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

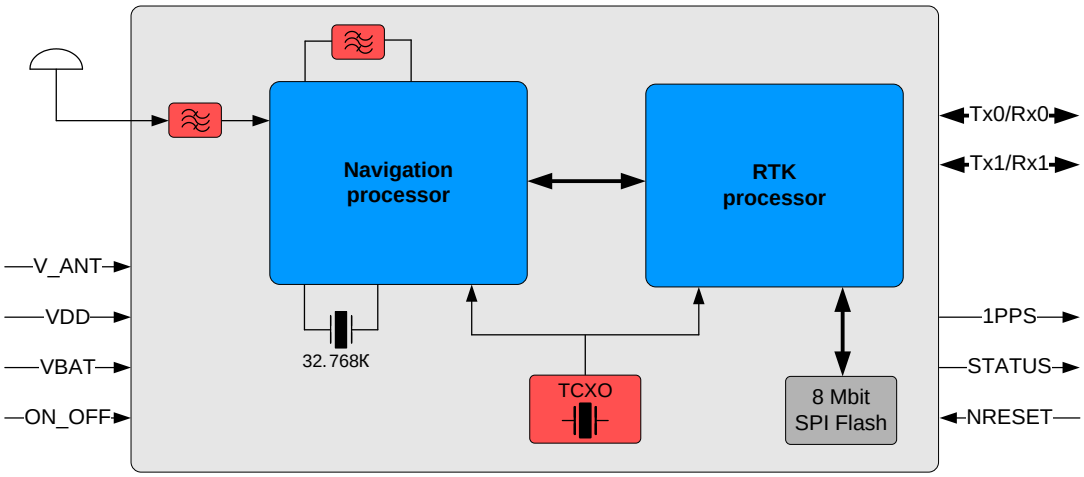


Рис. 1. Структурная схема

2.3.1 RTC, резервное ОЗУ

Часы реального времени (RTC) тактируются частотой 32,768КГц и осуществляют отсчет времени. В резервном ОЗУ хранятся эфемериды спутников, текущие время и координаты, а также ряд других данных. Оба блока расположены в зоне батарейного питания цифровой части и продолжают функционировать при отсутствии основного питания, что обеспечивает дальнейший теплый/горячий старт приемника при его восстановлении.

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)
16	Вход	MISO	SPI: входные данные (для будущего использования)

Номер	Тип	Имя	Описание
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 – 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 тока формируется следующая телеметрия антенны:

- «Измерения не производятся»: в случае, если напряжение питания антенны выключено;
- «Перегружена»: ток антенны больше 32мА;
- «Не подключена»: ток антенны меньше 3мА;
- «Норма»: ток антенны 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 при внешнем питании 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 (но не превышает 50мА), и обеспечены условия для нормального приема сигналов, то модуль продолжит 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.

2.7 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 9 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 9 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 (Порт #0, Порт #1) для организации обмена с внешними устройствами.

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

- Скорость приема/передачи.
  Диапазон возможных настроек (бит/с): Порт #0 – 115200, 230400, 460800; Порт #1 – 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800;
- 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 портов:

- Порт #0: скорость 115200, 1 стоповый, бит четности не формируется;
- Порт #1: скорость 9600, 1 стоповый, бит четности не формируется.

2.9 Конфигурация модуля

Приемник может работать в двух конфигурациях – Базовая станция и Ровер.

В конфигурации Базовая станция модуль формирует дифференциальные поправки в формате RTCM v3.2.

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

2.10 Протоколы обмена данными

Обмен с приемником производится по трем информационным протоколам: бинарному, NMEA и RTCM. 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 Сигнал 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, есть решение НЗ, тип решения – RTK fixed (только для ровера);
4. FAILURE: ошибка хотя бы одного из параметров аппаратной телеметрии, решения НЗ нет.

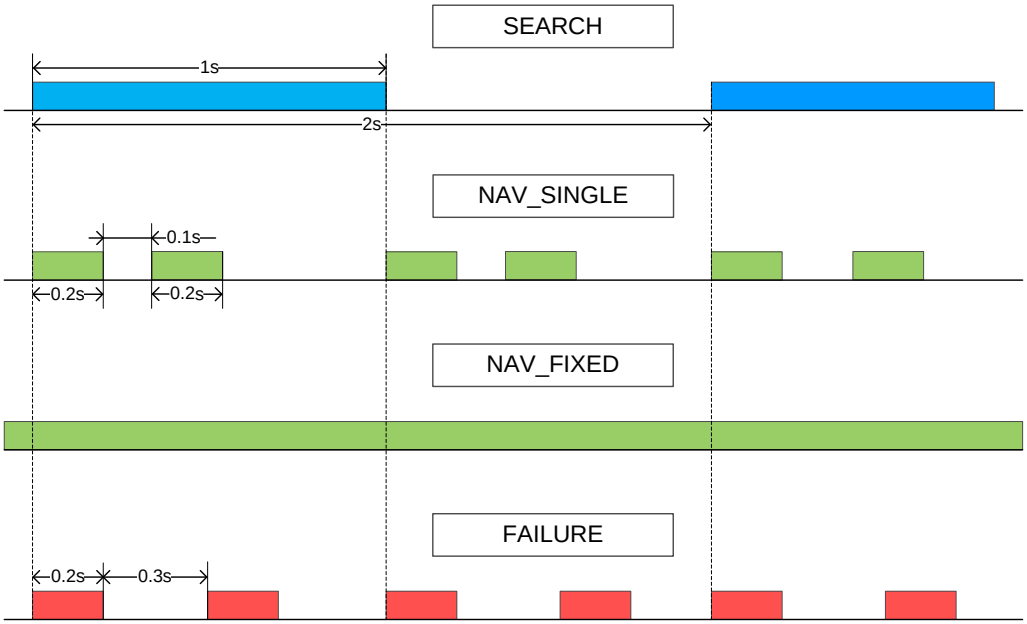


Рис. 2. Временные диаграммы на выводе STATUS

2.12 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».

2.13 Сигнал ON_OFF

Для управления включением модуля используется сигнал ON_OFF: лог. «1» включает модуль, 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.

2.14 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	ГЛОНАСС+GPS
2	Режим работы (конфигурация)	автономный или дифференциальный (ровер)
3	Дифференциальный режим	RTK extrapolated
4	RTK таймаут	10 с
5	Временной интервал перехода от менее точного решения (автономного) к более точному решению (RTK)	30 с
6	Временной интервал перехода от более точного решения (RTK) к менее точному решению (автономному)	30 с
7	Маска угла места	15°
8	Маска уровня сигнала	35 дБГц
9	Темп выдачи выходных данных	1 Гц
10	Набор выдаваемых базой RTCM v3.2 сообщений	MSM7
11	Темп выдачи базой измерительных MSM сообщений (107x/108x)	1 с
12	Темп выдачи базой сообщения 1006	10 с
13	Темп выдачи базой сообщения 1033	10 с
14	Темп выдачи базой сообщения 1230	10 с
15	Параметры Порта #0	115200, 1 стоповый, без четности
16	Параметры Порта #1	9600, 1 стоповый, без четности
17	Информационные протоколы	• Порт #0: бинарный • Порт #1: RTCM вход + NMEA выход
18	Сглаживание псевдодальности фазой несущей	выключено
19	Спутники	все разрешены
20	Дескриптор антенны	UNKNOWN
21	Высота антенны, м	0
22	Идентификатор установки антенны	255

#	Параметр	Значение по умолчанию
23	Серийный номер антенны	SEN00000000
24	Номер базовой станции	0
25	Опорные ECEF координаты, м	X=0.0, Y=0.0, Z=0.0
26	Сдвиг локального времени относительно UTC	0
27	Параметры 1PPS	• разрешен • полярность: положительная • привязка: к шкале времени GPS • длительность: 1 мс • сдвиг: 0 нс
28	Напряжение питания антенны	Включено
29	NMEA сообщения	• версия NMEA v2.x • сообщения GGA, GSA, GSV, RMC

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

2.15 Требования к антенне

Для обеспечения хорошего качества принимаемых сигналов рекомендуется использовать активную антенну. 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, если в настройках он не запрещен.

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.

Режимы фиксированных координат и усреднения координат используются для конфигурирования модуля в качестве Базовой станции. Если координаты установки антенны известны с требуемой точностью (не более 20 м), то используется режим фиксированных координат. В этом режиме для корректной работы Базовой станции в модуль должны быть введены следующие данные:

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

Если разница между опорными и рассчитываемыми координатами превышает 20 м, то модуль не сможет перейти в режим фиксированных координат, и, следовательно, не сможет работать как Базовая станция.

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, переходит в режим фиксированных координат и начинает формировать дифференциальные поправки.

3.1.1 Типы решений. Сглаживание переходов между различными типами решений

Различные типы решений (RTK, автономное) характеризуются различной погрешностью определения координат. При наличии дифференциальных поправок по фазе несущей модуль формирует фиксированное RTK решение (fixed RTK) с погрешность в несколько сантиметров.

При пропадании поправок включается механизм экстраполяции, который позволяет продолжить получение фиксированного RTK решения. Во время экстраполяции ошибка решения плавно увеличивается, что, по достижении порогового значения, сопровождается выдачей признака float RTK. Экстраполяция длится в течение заданного интервала времени (RTK таймаут), после чего, если прием поправок не возобновился, происходит переход в автономный режим. Поскольку погрешность автономного решения составляет единицы метров, при переходе между различными типами решениями происходит скачок координат (Рис. 3).

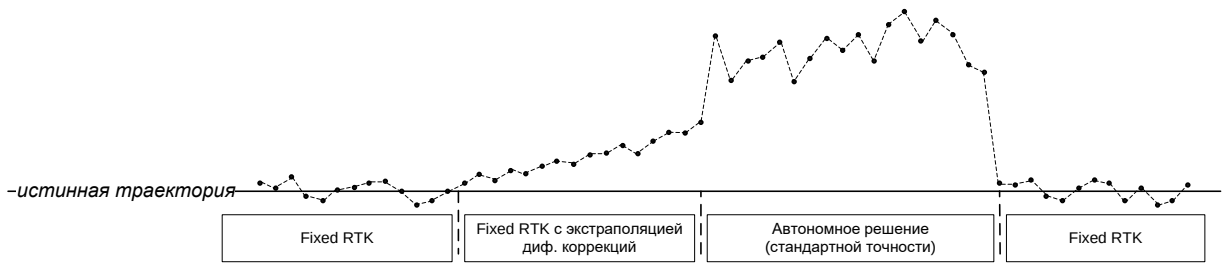


Рис. 3. Мгновенный переход между различными типами решений

Для предотвращения скачков в решении используется механизм сглаживания (Рис. 4). Времена сглаживания перехода от менее точного решения (автономного) к более точному (RTK) и наоборот задаются отдельно.

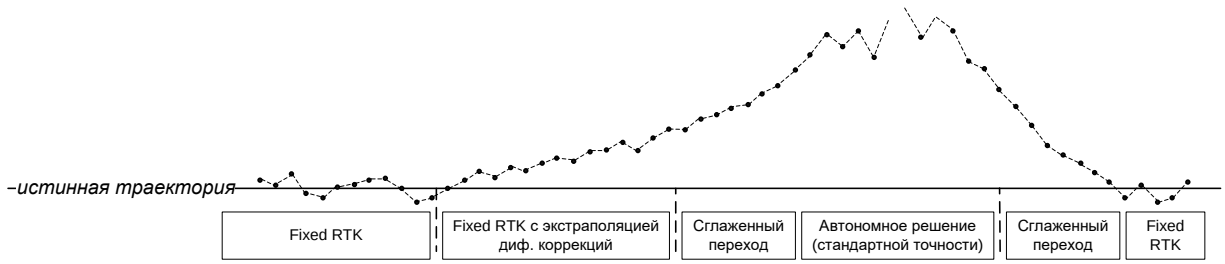


Рис. 4. Сглаженный переход между различными типами решений

3.2 Используемые ГНСС

Модуль работает по совмещенному созвездию спутников ГЛОНАСС и GPS.

3.3 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 ±0,5с.

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

3.4 Темп выдачи выходных данных

Темп выдачи выходных данных может быть установлен равным 1, 2 или5 Гц. В конфигурации Базовая станция темп выдачи ограничен значением 1 Гц.

3.5 RTCM сообщения

3.5.1 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 (107x/108x) составляет 1 с. Период выдачи сообщений 1006, 1033, 1230 задается отдельно; значение по умолчанию – 10 с.

3.5.2 Ровер

Приемник принимает и автоматически использует те типы сообщений, которые 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.

Таблица 4. Список RTCM сообщений

Тип сообщения	Описание
1004	GPS RTK Observable Messages
1005/1006	Stationary Antenna Reference Point Messages
1008	Antenna Description Messages
1012	GLONASS RTK Observable Messages
1033	Receiver and Antenna Descriptors Message
1071	MSM1 for GPS
1072	MSM2 for GPS
1073	MSM3 for GPS
1074	MSM4 for GPS
1075	MSM5 for GPS
1076	MSM6 for GPS
1077	MSM7 for GPS
1081 – 1087	MSM1-MSM7 for GLONASS
1230	GLONASS Bias Information Messages

3.6 Бинарные сообщения

Список поддерживаемых бинарных сообщений приведен в Таблицах 5 и 6.

Таблица 5. Список выходных сообщений

Номер	Сообщение
Беззапросные сообщения	
0x10	Измерительная информация каналов
0x14	Временные параметры
0x18	Альманах GPS/QZSS
0x19	Альманах ГЛОНАСС
0x1C	Параметры ионосферы GPS
0x1D	Параметры временной привязки GPS
0x1E	Параметры временной привязки ГЛОНАСС

Номер	Сообщение
0x21	Текущая телеметрия приемника
0x22	Видимые/Активные КА
0x23	Выходные данные RTK: геоцентрические координаты
0x24	Выходные данные RTK: географические координаты
0x25	Выходные данные RTK: геоцентрические координаты базовой линии
0x26	Статистика приема дифференциальных поправок
0x3E	Сообщение по включению приемника
Ответы на установки	
0x3F	Подтверждение/Ошибка при приеме данных
Ответы на запросы	
0x80	Опорные ECEF координаты
0x81	Параметры последовательных портов
0x82	Режим работы приемника
0x84	Темп выдачи выходных данных
0x88	Альманах GPS/QZSS(1)
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
0x93	Смещение локального времени, Leap Second
0x9C	Параметры ионосферы GPS
0x9D	Параметры временной привязки GPS
0x9E	Параметры временной привязки ГЛОНАСС
0xAF	Принятые параметры базовой станции
0xB0	Параметры антенны RTK приемника
0xB1	Параметры RTK приемника
0xB2	Конфигурация дифференциальных поправок базовой станции
0xB3	Параметры RTK ядра
0xB4	Расширенные параметры RTK ядра
Ответы на команды	
0xC1	Тип приемника и версия ПО
0xC3	Статус сохранения альманахов и конфигурации во Flash
0xC7	Ответ на команду Включение/Выключение питания антенны

Таблица 6. Список входных сообщений

Номер	Сообщение
	Установки
0x40	Установка опорных ECEF координат
0x41	Установка параметров последовательных портов
0x42	Установка режима работы приемника
0x44	Установка темпа выдачи выходных данных
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
0x70	Установка параметров антенны RTK приемника
0x71	Установка параметров RTK приемника
0x72	Установка конфигурации дифференциальных поправок базовой станции
0x73	Установка параметров RTK ядра
0x74	Установка расширенных параметров RTK ядра
	Запросы
0x80	Запрос опорных ECEF координат
0x81	Запрос параметров последовательных портов
0x82	Запрос режима работы приемника
0x84	Запрос темпа выдачи выходных данных
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
0x9C	Запрос параметров ионосферы GPS
0x9D	Запрос параметров временной привязки GPS
0x9E	Запрос параметров временной привязки ГЛОНАСС
0xAF	Запрос принятых параметров базовой станции
0xB0	Запрос параметров антенны RTK приемника
0xB1	Запрос параметров RTK приемника

Номер	Сообщение
0xB2	Запрос конфигурации дифференциальных поправок базовой станции
0xB3	Запрос параметров RTK ядра
0xB4	Запрос расширенных параметров RTK ядра
	Команды
0xC1	Запрос типа приемника и версии ПО
0xC2	Перестарт приемника
0xC3	Сохранение альманахов во Flash
0xC7	Включение/Выключение питания антенны

3.7 NMEA сообщения

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

Отличия в форматах сообщений:

- v2.x:
  - Набор сообщений: GGA, GSA, GSV, RMC;
  - GGA: преамбула – только GP;
  - GSA: преамбула – GP для GPS, GL для GLONASS;
  - GSV: преамбула – только GP;
  - RMC: преамбула – только GP.
- v4.10:
  - Набор сообщений: GNS, GSA, GSV, RMC;
  - Выдаются три GNS предложения с преамбулами GN, GP и GL;
  - GSA: преамбула – только GN;
  - GSV: преамбула – GP для GPS, GL для GLONASS;
  - RMC: преамбула – только GN.

В зависимости от темпа выдачи выходных данных рекомендуются следующие скорости обмена:

- 1 Гц: не менее 9600 бит/с;
- 2 Гц: не менее 19200 бит/с;
- 5 Гц: не менее 38400 бит/с.

4 Тактико-технические характеристики

Таблица 7. Основные технические характеристики

#	Параметр	Значение	Примечания
1	Количество каналов	44	
2	Сигналы	L1 GPS C/A, ГЛОНАСС CT	
3	Погрешность определения плановых координат, автономный режим, м, не более(1)	2,5	CEP 50% HDOP<2, VDOP<3
3	Погрешность определения плановых координат, дифференциальный режим, м, не более • 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 • 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 • Обнаружение, холодный старт • Слежение и навигация	-145 -163	С внешним МШУ
11	Динамика, не более • 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, °C	-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 8. Предельно-допустимые электрические параметры

Параметр	Значение		Ед. изм.	Примечания
	Мин	Макс		
Диапазон напряжения V_{DD}	-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	°C	

Примечания:

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

Таблица 9. Рабочие электрические параметры

Параметр	Обозначение	Значение			Ед. изм.	Примечания
		Мин	Ном	Макс		
Основное напряжение питания	V_{DD}	3,0	3,3	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}	-	65	-	мА	ГЛОНАСС+GPS
Ток потребления по цепи VDD, RTK решение	I_{DD_FIX}	-	48	-	мА	ГЛОНАСС+GPS
Ток потребления по цепи VDD, ON_OFF=0	I_{DD_OFF}	-	500	-	мкА	
Ток потребления по цепи VDD, NRESET=0	I_{DD_RESET}	-	35	-	мА	
Ток потребления от резервной батареи	I_{BAT}	-	15	-	мкА	V_{DD} отключено, +25°C
		-	40	-		V_{DD} отключено, +85°C
Падение напряжения в цепи питания антенны (между контактами V_ANT и ANT)	V_{ANT_DROP}	-	100	150	мВ	I_{ANT}=10мА
			200	240		I_{ANT}=20мА
			300	340		I_{ANT}=30мА
Рабочий диапазон токов антенны	I_{ANT}	3	-	32	мА	
Выходное напряжение низкого уровня (1)	V_{OL}	-	-	0,4	В	I_{OL}=8мА

Параметр	Обозначение	Значение			Ед. изм.	Примечания
		Мин	Ном	Макс		
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(2)	R_{PU}	-	75	-	КОм	
ВЧ параметры						
Эквивалентный коэффициент шума	NF	-	5	-	дБ	

Примечания:

1. *1PPS, STATUS, TX0, TX1;*
2. *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. 5, 6 (не в масштабе). Размеры: миллиметры.

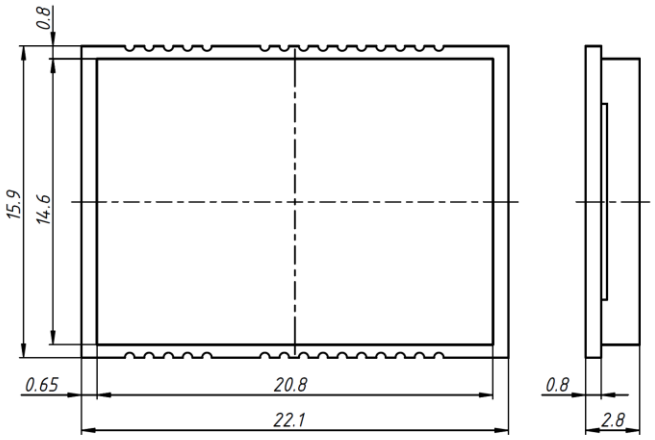


Рис. 5. Габаритный чертеж

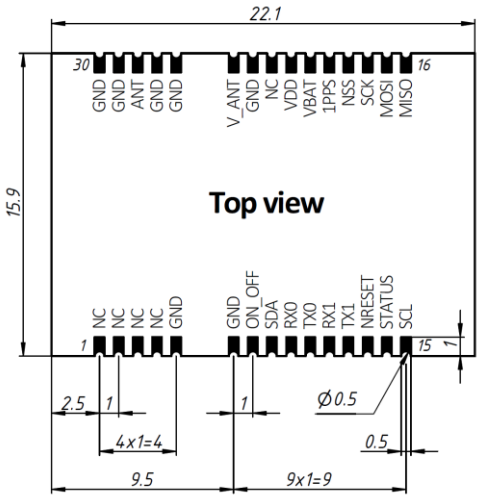


Рис. 6. Чертеж контактных площадок

5.2 Посадочное место на ПП пользователя

Для установки модулей на печатную плату пользователя рекомендуется следующее посадочное место (Рис. 7). Размеры: миллиметры. Габариты модуля показаны синим цветом.

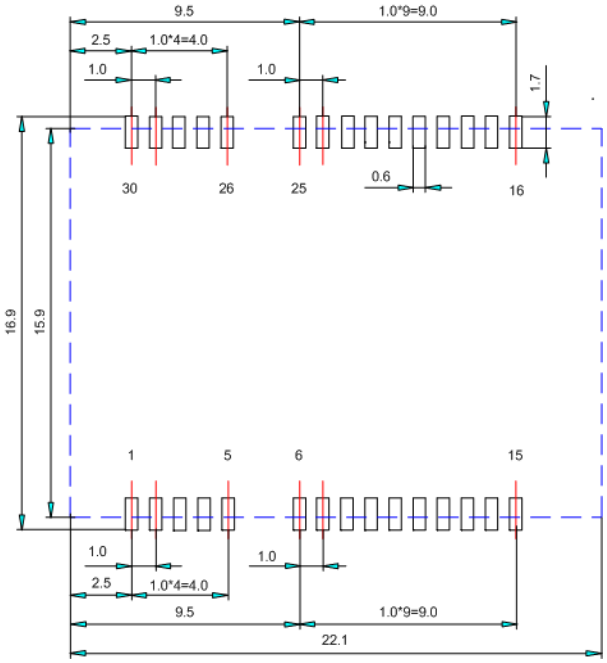


Рис. 7. Рекомендуемое посадочное место

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. 8):

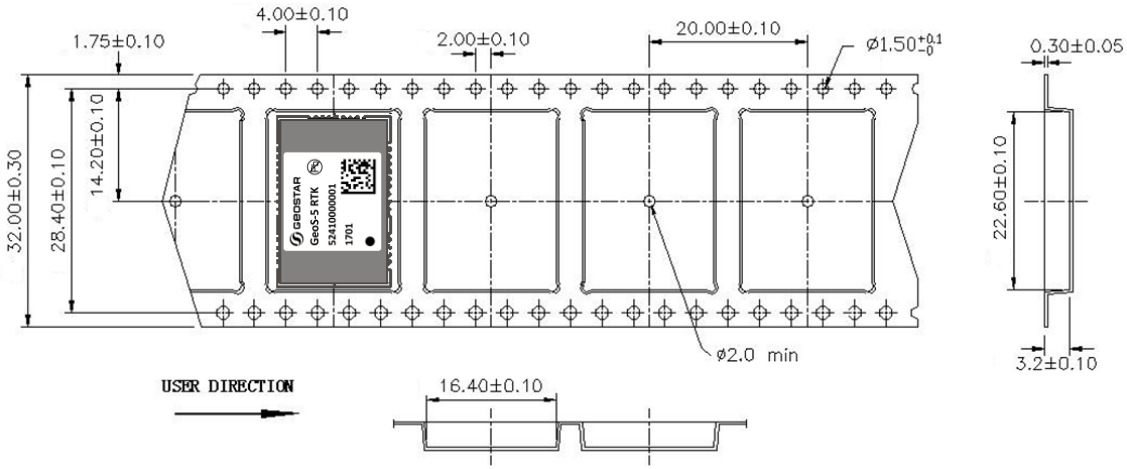
- GeoS-5 RTK: название изделия;
- 52410000001: серийный номер;
- ггнн: год и номер недели производства;
- Точка-идентификатор вывода #1;
- QR код, содержащий серийный номер изделия.

Рис. 8. Пример маркировки

6 Рекомендации по хранению и монтажу

6.1 Упаковка

Размеры: миллиметры.



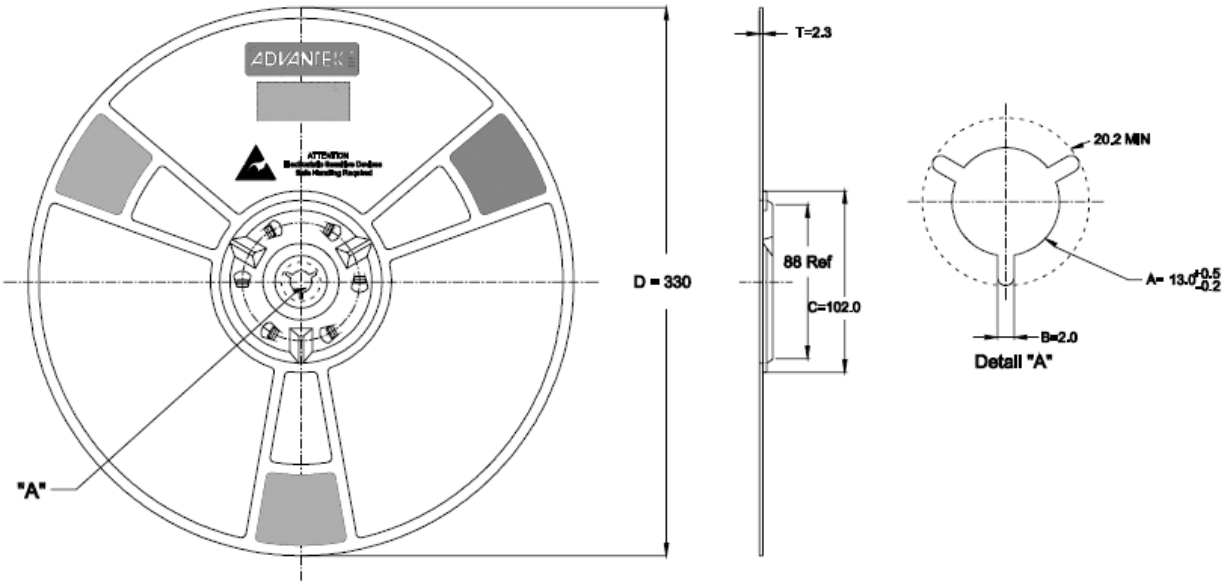


Рис. 9. Упаковка: в катушке – 1000 модулей

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. 10.

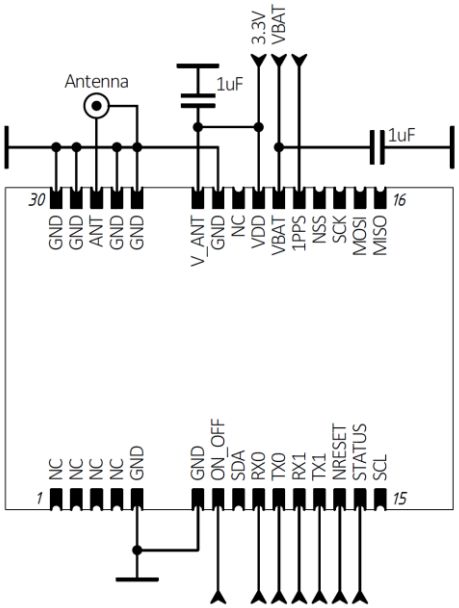


Рис. 10. Типовая схема включения модуля

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 9). Для формирования напряжения VDD рекомендуется использование вторичного преобразователя (линейный стабилизатор или ШИМ регулятор) с максимальным током нагрузки не менее 150мА.