Трёхчастотный встраиваемый модуль ГНСС

МС149.01

Руководство по эксплуатации

ЮФКВ.469355.006РЭ

Версия 0.1

Ревизия от 16.08.2018

Содержание

[1 Условные обозначения и терминология……………………….…….………5](#_Toc522276837)

[2 Назначение……………………………………………………………….........7](#_Toc522276838)

[2.1 Ключевые особенности………………………………………………7](#_Toc522276839)

[2.2 Структурная схема……………………………………………….......7](#_Toc522276840)

[2.3 Разъёмы и сигналы…………………………………………………...8](#_Toc522276841)

[2.3.1 СВЧ-вход антенны………………………………………………9](#_Toc522276842)

[2.3.2 Интерфейсы UART……………………………………………...9](#_Toc522276843)

[2.3.3 Интерфейс программирования JTAG………………………...10](#_Toc522276844)

[2.3.4 Разъём питания…………………………………………………10](#_Toc522276845)

[2.3.5 Сигналы статуса и управления………………………………..10](#_Toc522276846)

[2.3.6 LED-индикация………………………………………………...11](#_Toc522276847)

[3 Функциональные возможности………………………………………...13](#_Toc522276848)

[3.1 Режимы работы……………………………………………………..13](#_Toc522276849)

[3.2 Используемые сигналы навигационные системы………………..13](#_Toc522276850)

[3.3 Секундная метка времени………………………………………….14](#_Toc522276851)

[3.4 Темп навигационного решения……………………………………14](#_Toc522276852)

[4 Работа с пакетом прикладных программ RTKLib…………………….15](#_Toc522276853)

[4.1 Пакет прикладных программ RTKLib…………………………….15](#_Toc522276854)

[4.2 Состав Пакета………………….……………………………………15](#_Toc522276855)

[4.3 Получение утилит…………………………………………………..16](#_Toc522276856)

[5 Тактико-технические характеристики…………………………............17](#_Toc522276857)

[5.1 Основные технические характеристики…………………………..17](#_Toc522276858)

[6 Габаритный чертеж………….………………………………………….18](#_Toc522276859)

[6.1 Конструкция…………………………………………………….......18](#_Toc522276860)

[7 Рекомендации по использованию в аппаратуре потребителей………19](#_Toc522276861)

[7.1 Подключение модуля……………………………………………….19](#_Toc522276862)

Список иллюстраций

[Рисунок 1 — Структурная схема Модуля 8](#_Toc522277107)

[Рисунок 2 — Габаритный чертёж Модуля 18](#_Toc522277108)

История изменений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Версия | Изменение | Примечание |
| 0.1 | Первая версия |  |

1. Условные обозначения и терминология

1PPS: One Pulse Per Second (секундная метка времени)

C/A: Coarse Acquisition (грубый захват)

DGND: Digital Ground (цифровая земля)

EGNOS: European Geostationary Navigation Overlay Service (европейский геостационарный сервис дополнений)

GPIO: General-Purpose Input/Output (Интерфейс ввода/вывода общего назначения)

GPS: Global Positioning System

JTAG: Joint Test Action Group (Рабочая группа по стандартизации)

LED: Light Emitting Diode (Светодиод)

QZSS: Quasi-Zenith Satellite System (квази-зенитная спутниковая система)

RTCM: Radio Technical Commission for Maritime Services (Радиотехническая комиссия морских сервисов)

RTK: Real Time Kinematic (кинематика реального времени)

SBAS: Satellite Based Augmentation System (дополнения глобальных навигационных спутниковых систем)

UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (Универсальный асинхронный приёмопередатчик)

WAAS: Wide Area Augmentation System (широкозонная система дополнений)

ГЛОНАСС: Глобальная Навигационная Спутниковая Система

ГНСС: Глобальные навигационные Спутниковые Системы

НКА: Навигационный Космический Аппарат

ПАВ: Поверхностные Акустические Волны

ПЗУ: Постоянное Запоминающее Устройство

СВЧ: Сверхвысокие Частоты

1. Назначение

Трёхчастотный встраиваемый модуль ГНСС МС149.01 (далее — Модуль) представляет собой специализированный модуль геодезического навигационного приёмника, предназначенный для решения задач высокоточного позиционирования и временной синхронизации. Модуль выполнен на базе отечественного навигационного процессора К1888ВС018 производства ЗАО НТЦ «Модуль». Модуль осуществляет приём и обработку сигналов системы GPS в диапазонах L1, L2, L5 и ГЛОНАСС в диапазонах L1, L2, L3. Модуль выполнен в виде платы, конструктивно совместимой с процессорными платами формата PC/104.

* 1. Ключевые особенности

1. Одновременная обработка всех видимых НКА систем GPS и ГЛОНАСС в трёх частотных диапазонах;
2. Поддержка SBAS (WAAS, EGNOS);
3. Точность местоположения (1σ):
   1. автономный режим: 2м;
   2. SBAS: 0.75м;
   3. RTK: 1 см + 1 ppm (в плане), 1.5 см + 1 ppm (по высоте);
4. Аппаратная поддержка сигналов и систем:
   1. BeiDou B1/B2;
   2. Galileo E1/E5a/E5b;
   3. QZSS L1/L2;
5. Темп навигационного решения: до 20 Гц;
6. Конструктивная совместимость с процессорными модулями PC/104.
   1. Структурная схема

Структурная схема Модуля приведена на рисунке Рисунок 1.



Рисунок 1 — Структурная схема Модуля

В состав Модуля входят:

1. Навигационный процессор К1888ВС018;
2. Два радиоприёмных устройства NT1065;
3. ПЗУ, предназначенное для хранения встроенных программ, настроек и конфигурации модуля;
4. Модуль питания антенны;
5. Опорные генераторы аналоговой (0.2 ppm) и цифровой (20 ppm) частей приёмника;
6. ПАВ-фильтры для диапазонов L1/L2/L3/L5;
7. LED-индикация;
8. Порты ввода-вывода;
9. Схема питания активной антенны;
   1. Разъёмы и сигналы

Для обеспечения взаимодействия с внешними устройствами и приёма навигационных сигналов в Модуле предусмотрены разъёмы, описание которых приведено в таблице Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | | Таблица 1 — Описание и назначение разъёмов Модуля | | |
| Позиционное обозначение | | | | Маркировка | | Разъём | Описание |
| XW1 | | | | RFin | | MMCX-KHD2 | СВЧ-вход антенны |
| X1 | | | | UART1/2 | | BH2-10R | Интерфейсы UART |
| X2 | | | | JTAG\_ARM | | 3220-10-0300-00 | Интерфейс программирования JTAG |
| X3 | | | | DCin | | DS1070-2MRV6A | Разъём питания |
| X4 | | | | CTRL/IO | | DS1014-40 RF1B | Сигналы статуса и управления |

* + 1. СВЧ-вход антенны

Модуль поддерживает работу только с активными антеннами. Активная антенна должна обеспечивать усиление не менее 20 дБ с учётом потерь в кабеле. Модуль содержит встроенную схему инжектора питания, обеспечивающую питание антенны с током до 200 мА.

* + 1. Интерфейсы UART

Модуль содержит два интерфейса UART, предназначенных для обмена информацией по бинарному протоколу, описание которого приведено в документе «Описание бинарного протокола приёмника ГНСС МС149.01», а также по протоколу RTCM для реализации дифференциального режима. Сообщения, передаваемая по каждому из интерфейсов UART приведены в таблице Таблица 2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Таблица 2 — Сообщения, передаваемые по интерфейсам UART | | |
| Интерфейс | | | Направление | Сообщения |
| UART 1 | | | Вход | RTCM |
| UART 2 | | | Вход/выход | Сообщения бинарного протокола |

* + 1. Интерфейс программирования JTAG

Интерфейс JTAG предназначен для загрузки и отладки ПО приёмника и предназначен только для использования разработчиками Модуля.

* + 1. Разъём питания

Модуль поддерживает широкий диапазон входных напряжений от 3.7 до 8.4 В. Средняя потребляемая мощность Модуля без питания антенны составляет 1.6 — 1.8 Вт.

* + 1. Сигналы статуса и управления

Разъём X4 предназначен для ввода и вывода различных управляющих сигналов, перечисление которых приведено в таблице Таблица 3.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Таблица 3 — Описание управляющих сигналов разъёма X4 | | | |
| Номер | | | | Наименование сигнала | Направление | Пояснение |
| 1 | | | | DGND | — | Земля |
| 2 | | | | DGND | — | Земля |
| 3 | | | | GPIO\_10 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 4 | | | | GPIO\_7 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 5 | | | | GPIO\_4 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 6 | | | | GPIO\_3 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 7 | | | | GPIO\_1 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 8 | | | | DGND | — | Земля |
| 9 | | | | GPIO\_9 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 10 | | | | GPIO\_0 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 11 | | | | GPIO\_6 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 12 | | | | GPIO\_2 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 13 | | | | GPIO\_5 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 14 | | | | DGND | — | Земля |
| 15 | | | | GPIO\_13 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 16 | | | | GPIO\_8 | Вход/выход | Зарезервировано |
|  |  |  | Продолжение таблицы Таблица 3 | | | |
| 17 | | | | GPIO\_11 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 18 | | | | GPIO\_12 | Вход/выход | Зарезервировано |
| 19 | | | | EXT\_RESET | Вход | Внешний сброс Модуля |
| 20 | | | | DGND | — | Земля |
| 21 | | | | INT | Вход | Вход внешних прерываний |
| 22 | | | | DGND | — | Земля |
| 23 | | | | Reserved | — | Зарезервировано |
| 24 | | | | Reserved | — | Зарезервировано |
| 25 | | | | IT\_1SO | Выход | Сигнал 1PPS |
| 26 | | | | TSTD4 | Выход | Зарезервировано |
| 27 | | | | TSTD3 | Выход | Зарезервировано |
| 28 | | | | DGND | — | Земля |
| 29 | | | | TSTD7 | Выход | Зарезервировано |
| 30 | | | | Reserved | — | Зарезервировано |
| 31 | | | | TSTD6 | Выход | Зарезервировано |
| 32 | | | | TSTD5 | Выход | Зарезервировано |
| 33 | | | | TSTD2 | Выход | Зарезервировано |
| 34 | | | | DGND | — | Земля |
| 35 | | | | TSTD0 | Выход | Зарезервировано |
| 36 | | | | TSTD1 | Выход | Зарезервировано |
| 37 | | | | Reserved | — | Зарезервировано |
| 38 | | | | Reserved | — | Зарезервировано |
| 39 | | | | DGND | — | Земля |
| 40 | | | | DGND | — | Земля |

* + 1. LED-индикация

Для удобства работы пользователя была предусмотрена индикация на светодиодах HL1-HL6. Описание сигналов индикации приведено в таблице Таблица 4.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Таблица 4 — Описание сигналов индикации | | |
| Позиционное обозначение | | | Маркировка | Описание |
| HL1 | | | ANT\_PWR | Сигнал исправности цепей питания антенны |
| HL2 | | | TSTD\_0 | Зарезервировано |
| HL3 | | | PG | Сигнал исправности цепей питания Модуля |
| HL4 | | | TSTD\_4 | Зарезервировано |
| HL5 | | | GPIO\_0 | Зарезервировано |
| HL6 | | | 1PPS | Сигнал секундной метки времени, синхронизированной со шкалой времени UTC |

1. Функциональные возможности
   1. Режимы работы

Модуль обеспечивает работу в следующих режимах:

1. Автономный;
2. Дифференциальный

В автономном режиме Модуль производит позиционирование без внешней корректирующей информации и обеспечивает стандартную точность.

При передаче команды Бинарного Протокола и наличии RTCM-поправок, поступающих по порту UART1, приёмник переключается в дифференциальный режим.

Модуль обеспечивает передачу высококачественных «сырых» данных по Бинарному Протоколу, что позволяет использовать его для осуществления позиционирования в дифференциально-фазовом режиме (RTK). Для работы в режиме RTK требуется внешняя плата процессора приложений, которая будет обеспечивать следующие действия:

1. Приём «сырых» данных от Модуля по интерфейсу UART2;
2. Приём поправок от базовой станции;
3. Решение навигационной задачи в дифференциально-фазовом режиме средствами набора прикладных программ RTKLib.,
   1. Используемые сигналы навигационные системы

Модуль обеспечивает одновременный приём и обработку следующих сигналов:

1. GPS:
   1. L1 C/A;
   2. L2CM;
   3. L5;
2. ГЛОНАСС:
   1. L1OF;
   2. L2OF;
   3. L3OC;
3. SBAS:
   1. WAAS L1;
   2. EGNOS L1.

Решение навигационной задачи в автономном режиме в Модуле осуществляется по сигналам GPS+ГЛОНАСС в диапазоне L1. Более тонкая настройка может быть реализована Пользователем при использовании набора прикладных программ RTKLib.

* 1. Секундная метка времени

В результате решения навигационной задачи Модуль формирует секундную метку времени на выводе 1PPS, привязанную к шкале времени UTC. Метка представляет собой импульс, идущий с интервалом 1 секунда с точностью 50 нс.

* 1. Темп навигационного решения

По умолчанию приёмник осуществляет решение навигационной задачи и выдачу «сырых» данных с темпом 1 Гц. При помощи команды Mode control Бинарного Протокола темп может быть установлен равным 1, 2, 5, 10 или 20 Гц.

1. Работа с пакетом прикладных программ RTKLib
   1. Пакет прикладных программ RTKLib

Для удобства работы с оборудованием сторонних производителей была проделана работа по интеграции Бинарного Протокола Модуля в пакет прикладных программ RTKLib (далее Пакет). RTKLib представляет собой пакет программ для стандартного и прецизионного позиционирования с использованием ГНСС как в реальном масштабе времени, так и в режиме пост-обработки.

* 1. Состав Пакета

Пакет содержит как утилиты с консольным, так и с графическим интерфейсом. Список предоставляемых программ приведён в таблице Таблица 5.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Таблица 5 — Состав Пакета | | |
| Назначение | | | Название утилиты с графическим интерфейсом | Название утилиты с консольным интерфейсом |
| Центр запуска утилит | | | rtklaunch.exe | — |
| Обработка в реальном времени | | | rtknavi.exe  rtknavi\_mkl.exe  rtknavi\_win64.exe | rtkrcv.exe |
| Сервер коммуникаций | | | strsvr.exe | str2str (только Linux) |
| Пост-обработка | | | rtkpost.exe  rtkpost\_mkl.exe  rtkpost\_win64.exe | rnx2rtkp.exe  rnx2rtkp\_win64.exe |
| RINEX-конвертер | | | rtkconv.exe | convbin.exe |
| KML-конвертер | | | — | pos2kml.exe |
| Визуализация данных | | | rtkplot.exe | — |
| Получение данных | | | rtkget.exe | — |
| NTRIP-браузер | | | srctblbrows.exe | — |

* 1. Получение утилит

Пакет распространяется по open-source лицензии BSD из двух пунктов. Модифицированная версия исходных кодов Пакета расположена по адресу <https://github.com/RC-MODULE/RTKLIB>, статически собранные утилиты можно скачать из раздела Releases репозитория.

1. Тактико-технические характеристики
   1. Основные технические характеристики

Описанный продукт представляет собой 80-канальный многосистемный (GPS и ГЛОНАСС) встраиваемый модуль приёмника ГНСС. Приведённые характеристики соответствуют следующим условиям: «открытое небо», в поле зрения приёмника наблюдается не менее 5 спутников по каждому из созвездий (GPS и ГЛОНАСС). Основные технические характеристики приведены в таблице Таблица 6.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Таблица 6 — Основные технические характеристики | |
| Параметр | | Значение |
| Общее количество каналов слежения | | 80 |
| Обрабатываемые сигналы GPS | | L1 C/A, L2CM, L5 |
| Обрабатываемые сигналы ГЛОНАСС | | L1OF, L2OF, L3OC |
| Погрешность определения координат, автономный режим, м, не более | | В плане: 2 |
| По высоте: 3 |
| Погрешность определения координат, дифференциально-фазовый режим, мм, не более | | В плане: 10 + 10-6⋅D |
| По высоте: 15 + 10-6⋅D |
| Погрешность секундной метки времени (1PPS), нс, не более | | 50 |
| Среднее время до первых координат, с | | Холодный старт: 36 |
| Горячий старт: 5 |
| Повторный захват: 1.8 |
| Темп обновления данных местоположения, Гц | | 1, 2, 5, 10, 20 |
| Интерфейсы | | 2хUART |
| Напряжение питания постоянного тока, В | | 3.7 … 8.4 |
| Габаритные размеры (длина х ширина х высота), мм, не более | | 96.1х90.4х12.7 (без стоек) |
| Масса, г, не более | | 74 (без стоек) |
| Диапазон рабочих температур, °С | | -40 … +70 |

1. Габаритный чертеж
   1. Конструкция

Модуль выполнен в виде одноплатной конструкции. Габаритные размеры печатной платы Модуля совместимы со стандартом PC/104. Габаритный чертёж Модуля приведён на рисунке Рисунок 2

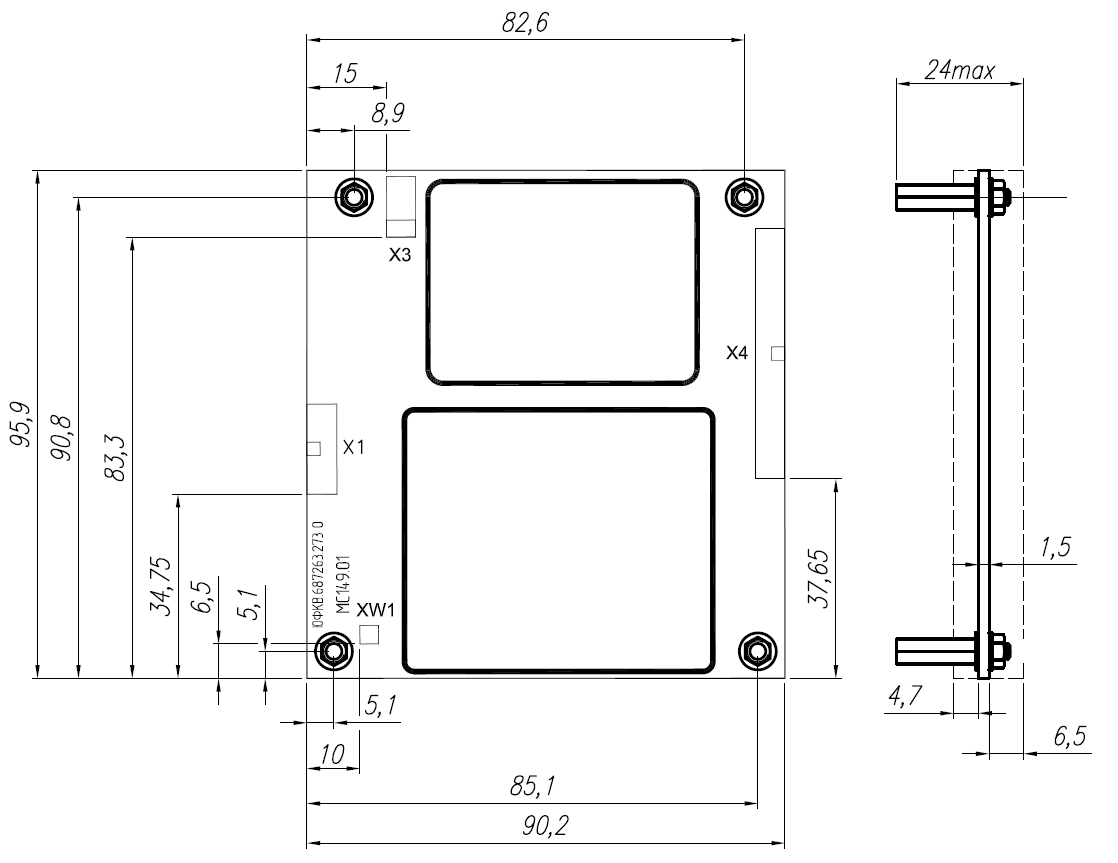


Рисунок 2 — Габаритный чертёж Модуля

1. Рекомендации по использованию в аппаратуре потребителей
   1. Подключение модуля

Для работы модуля требуется подключение активной ГНСС-антенны к разъёму XW1, а также источника питания к разъёму X3. После запуска и старта программы информация передаётся по порту UART2 по Бинарному Протоколу. Параметры основного порта RS-232 приведены в таблице Таблица 7.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Таблица 7 — Параметры основного порта | |
| Параметр | | Значение |
| Скорость, бод | | 230400 |
| Контроль чётности | | Отсутствует |
| Количество бит данных | | 8 |
| Длительность стоп-бита | | 2 |
| Управление потоком | | Отсутствует |