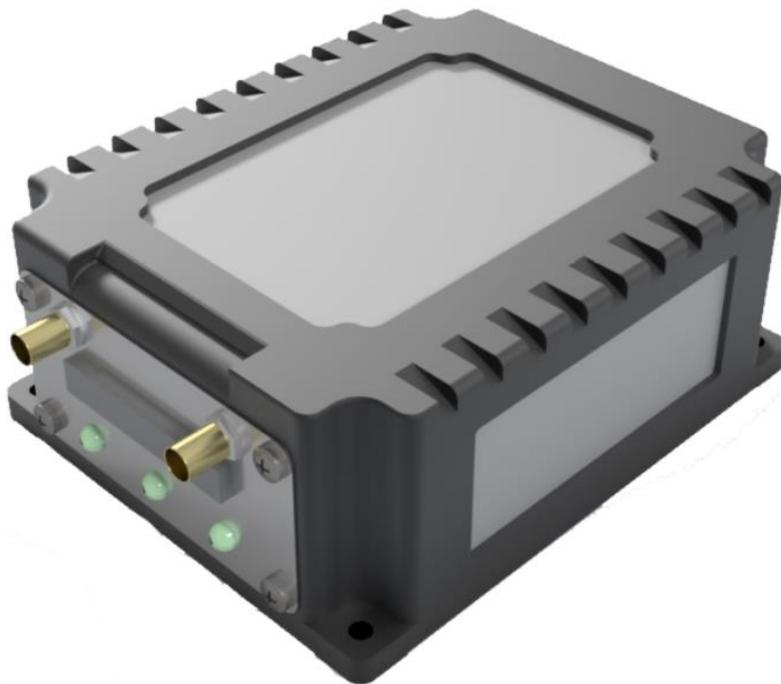
A decorative graphic on a red background consisting of two thick white arcs and a series of white circles of varying sizes arranged in a curved path.

SSI-NS3000

Инерциальная навигационная система



1. Описание

Инерциальная навигационная система SSI-NS3000 состоит из MEMS-сенсоров и высококлассной платы приемника GNSS (NovAtel-718D), которая реализована с помощью мульти-сенсорного объединения и навигационного алгоритма. Продукт обладает высокой надежностью и приспособляемостью к различным условиям окружающей среды. Путем сочетания различного программного обеспечения, продукт может быть широко использован в областях БПЛА (Беспилотные летательные аппараты), геодезия и картография, морской компас, стабильная платформа, подводный аппарат и других областях.

2. Функционал и характеристики

2.1 Основной функционал

Инерциальная навигационная система может использовать информацию о спутниковой навигации, полученную приемником GNSS, для осуществления интегрированной навигации и выдачи информации о носителе, такой как крен, курс, позиция, скорость, время и т.д. После потери сигнала она выдает информацию о позиции, скорости и ориентации инерциального решения с определенной функцией поддержания точности навигации в течение короткого времени. При использовании вместе с навигацией она может выдавать необработанную информацию, которая может быть использована для последующей обработки с помощью программного обеспечения IE для последующей обработки NovAtel.

2.2 Основные технические параметры

Таблица 1. Основные технические параметры

| Параметр | | Значение |
|--|---|---|
| Точность определения курса | Двойная система спутниковой навигации (базовая линия 2 метра) | 0.1° (СКВ) |
| | Одиночная система ГНСС | 0.2° (СКВ) |
| | Пост-обработка | 0.03° (СКВ) |
| | Удержание курса (ГНСС отключен) | 1° /мин (СКВ) |
| Точность ориентации | ГНСС работает (Одна точка L1/L2) | 0.1° (СКВ) |
| | Инерциальн./ в комплекте с одомером | 0.1° (СКВ) |
| | Пост-обработка | 0.02° (СКВ) |
| | Удержание (ГНСС отключен) | 1° /мин (СКВ) |
| Точность горизонтального позиционирования | ГНСС работает, одна точка L1/L2 | 1.2 м (СКВ) |
| | Инерциальн./ в комплекте с одомером | 2‰D (D – пройденное расстояние СЕР) |
| | RTK | 2 см + 1 ppm (СКВ) |
| | Пост-обработка | 1 см + 1 ppm (СКВ) |
| | ГНСС отключен | 1м / 10 с, 10м/ 30 с, 20м / 60 с, 100м/300с (СКВ) |
| Точность определения горизонтальной скорости | ГНСС включен (одна точка L1/L2) | 0.1 м/с (СКВ) |
| | Инерциальн./ в комплекте с одомером | 0.1 м/с (СКВ) |
| | Инерциальн./ в комплекте с DVL | 0.2 м/с (СКВ) |
| Гироскоп | Диапазон измерения | ± 450 ° /с |
| | Стабильность смещения нуля | 3° /ч |
| Акселерометр | Диапазон измерения | ± 16 g |
| | Стабильность смещения нуля | 30 мкг |
| Вибрации | | 5-2000 Гц, 2g |
| Удар | | 30 g, 11 мс |
| Габариты | | 117мм*96мм*47.8мм |
| Вес | | <0.7 кг |

Таблица 2. Основные параметры интерфейса

| Параметр | Условия |
|---|--|
| RS422/RS232 | Маршрут 7 |
| CAN (опционально) | Маршрут 1 Скорость передачи данных 1 Мбит/с Частота передачи данных 200 Гц |
| Ethernet | 10 М |
| Вход для данных одометра (дифференциальный) | Маршрут 2 |
| PPS | Маршрут 1 |
| EVENT | Маршрут 1 |

Таблица 3. Остальные параметры модуля

| Параметр | Условия |
|---------------------------------|---------------|
| Напряжение питания | 9-36 В |
| Потребляемая мощность | <10 Вт |
| Встроенная память (опционально) | 16 ГБ |
| Диапазон рабочих температур | -40°C ~ +60°C |
| Допустимая температура хранения | -45°C ~ +65°C |
| MTBF | 30 000 ч |

3. Описание работы модуля

3.1 Состав модуля

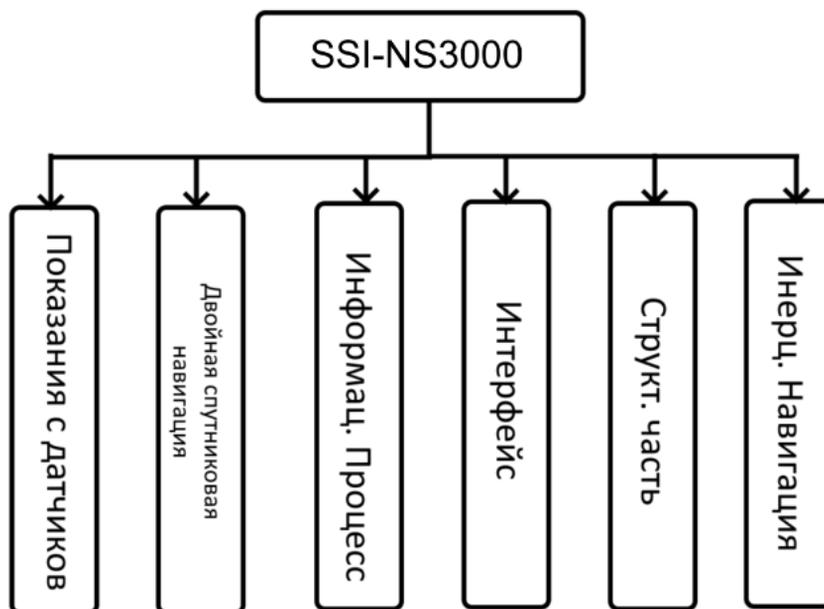


Рисунок 1. Состав модуля

3.2 Принцип работы

Блок инерциальных измерений состоит из трех акселерометров и трех гироскопов и используется для измерения ускорения и угловой скорости носителя, после чего отправляет информацию на схему обработки информации. Схема обработки информации выполняет навигационные расчеты, используя ускорение и угловую скорость, измеренные блоком инерциальных измерений, и одновременно получает информацию о спутниковой навигации от приемника GNSS в качестве эталона для выполнения комбинированной навигации. Ошибки навигации инерциальной навигации корректируются, и информация о навигации выводится через схему интерфейса информации.

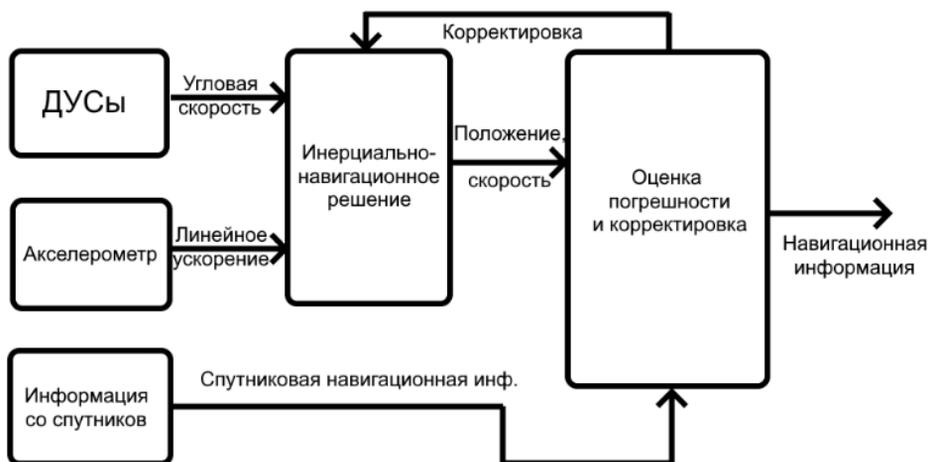


Рисунок 2. Схема работы модуля

4. Инструкция по использованию

4.1 Подключение

Система имеет 3 внешних разъема:

а) Интерфейс связи

б) Два RF-интерфейса (винтовая наружная часть SMA, где левый разъем подключен к основной антенне, а правый разъем подключен к резервной антенне; ориентация левой и правой сторон определяется при взгляде на интерфейс)

Один конец коммуникационного кабеля имеет разъем J30J, который подключается к системе, а другой конец разделяется на линию электропитания и коммуникацию (за исключением сетевого кабеля длиной 0.5 м, другие кабели интерфейса имеют длину 1.5 м):

а) Кабель питания: подключается к 9-36 В постоянного тока, рабочий ток не более 0.4 А при питании 24 В, внешняя проволока выбрасывается, и красные и черные клипсы подключаются.

б) Коммуникационный кабель: имеет 7 последовательных портов, 1 интерфейс Ethernet, 1 CAN-интерфейс, PPS-интерфейс, EVENT-интерфейс и интерфейс одометра. COM1 используется для отправки инструкций рабочего режима, который является RS232; COM2, COM3 и COM4 - интерфейсы протокола вывода, которые настраиваются на RS232 и RS422; COM5 используется для отладки продукта, он является RS232; GNSS _ COM1 и GNSS _ COM3 напрямую подключены к COM1 и COM3 платы приемника GNSS; Серийные порты выполнены в виде BD 9 female. CAN-интерфейс, PPS-интерфейс, EVENT-интерфейс и интерфейс одометра подключаются в режиме выкидывания линии.

с) Два RF-кабеля: один конец подключается к антенне, а другой конец - к продукту.

Таблица 4. Конфигурация выхода

| J30J номер контакта | Обозначение сигнала | Идентификация | Способ подключения | Примечание |
|---------------------|-------------------------|---------------|--------------------|-----------------------------------|
| 1 | IN1 | IN1+ | Проводное | Одометр 1 |
| 2 | IN1_GND | IN1- | Проводное | |
| 3 | IN2 | IN2+ | Проводное | Одометр 2 |
| 4 | IN2_GND | IN2- | Проводное | |
| 6 | GNSS_EVENT2 | 617_EVENT2 | Проводное | |
| 7 | GNSS_PPS | 617_PPS | Проводное | |
| 8 | GNSS_GND | GND | Проводное | |
| 8 | COM1_RXD | COM1 | 1-DB 9: 3 | RS232 |
| 10 | COM1_TXD | | 1-DB 9: 2 | |
| 11 | COM1_GND | | 1-DB 9: 5 | |
| 14 | COM2_RS422_TXD_P | COM2 | 2-DB 9: 6 | RS422/RS232 RS232 по умолчанию |
| 15 | COM2_RS422_TXD_N/RS232T | | 2-DB 9: 2 | |
| 17 | COM2_RS422_RXD_P/RS232R | | 2-DB 9: 3 | |
| 16 | COM2_RS422_RXD_N | | 2-DB 9: 8 | |
| 18 | COM2_GND | | 2-DB 9: 5 | |
| 35 | COM3_RS422_TXD_P | COM3 | 6-DB 9: 3 | RS422/RS232 RS422 по умолчанию |
| 34 | COM3_RS422_TXD_N/RS232T | | 6-DB 9: 4 | |
| 51 | COM3_RS422_TXD_N/RS232T | | 6-DB 9: 1 | |

Таблица 4. Конфигурация выхода (Продолжение таблицы)

| J30J номер контакта | Обозначение сигнала | Идентификация | Способ подключения | Примечание |
|---------------------|-------------------------|---------------|--------------------|-----------------------------------|
| 50 | COM3_RS422_RXD_N | COM3 | 6-DB 9: 2 | RS422/RS232 RS422 по умолчанию |
| 36 | COM3_GND | | 6-DB 9: 5 | |
| 48 | COM4_RS422_TXD_P | COM4 | 7-DB 9: 3 | RS422/RS232 RS422 по умолчанию |
| 47 | COM4_RS422_TXD_N/RS232T | | 7-DB 9: 4 | |
| 46 | COM4_RS422_TXD_P/RS232R | | 7-DB 9: 1 | |
| 45 | COM4_RS422_RXD_N | | 7-DB 9: 2 | |
| 44 | COM4_GND | | 7-DB 9: 5 | |
| 19 | 24V_GND | 24V_GND | Черный провод | Питание |
| 20 | 24V_GND | | | |
| 21 | 24V | 24V | Красный провод | |
| 22 | 24V | | | |
| 23 | GNSS_COM3_RXD_RS232 | GNSS_COM3 | 3-DB 9: 3 | |
| 24 | GNSS_COM3_TXD_RS232 | | 3-DB 9: 2 | |
| 25 | GNSS_COM3_GND | | 3-DB 9: 5 | |
| 26 | GNSS_COM1_TXD_RS232 | GNSS_COM1 | 4-DB 9: 2 | RS232 |
| 27 | GNSS_COM1_RXD_RS232 | | 4-DB 9: 3 | |
| 28 | GNSS_COM1_GND | | 4-DB 9: 5 | |
| 29 | TEST_COM_RS232_TXD | COM5 | 5-DB 9: 2 | Отладочный порт, RS232 |
| 30 | TEST_COM_RS232_RXD | | 5-DB 9: 3 | |
| 31 | TEST_COM_GND | | 5-DB 9: 5 | |
| 37 | ETHER_RX_N | Ethernet | RJ45-6(NET) | 10 M Ethernet |
| 38 | ETHER_RX_P | | RJ45-3(NET) | |
| 39 | ETHER_TX_N | | RJ45-2(NET) | |
| 40 | ETHER_TX_P | | RJ45-1(NET) | |
| 41 | CAN_GND | CAN | Проводное | CAN |
| 42 | CAN_P | | Проводное | |
| 43 | CAN_N | | Проводное | |
| 49 | GND | | | |

4.2 Описание работы устройства

4.2.1 Описание рабочего процесса

Запуск

Подключите кабель, включите систему, отслеживайте информацию с интерфейса COM1 через инструмент отладки последовательных портов на компьютере для тестирования и отображайте "" на интерфейсе для ввода "NaviMode" в течение 20 секунд! "", вы можете отправить команды рабочего процесса на интерфейс COM1 через инструмент последовательной отладки. "# moddgi" - это рабочая команда для входа в интегрированную навигацию; "# modins" - это рабочая команда для входа в инерциальную навигацию. Если в течение 20 секунд команда не будет отправлена, система автоматически войдет в рабочий процесс интегрированной навигации после 20 секунд. После входа в рабочий процесс интегрированной навигации сначала привязывается информация о спутниках, и если спутник не зафиксирован, находится в ожидании информации о спутнике; Когда информация о спутнике является допустимой, система входит в состояние выравнивания, время выравнивания составляет 10 секунд, во время выравнивания интегрированной навигационной системы требуется находиться в статическом состоянии; После входа в процесс инерциальной навигации сначала привязывается информация о спутниках, и если спутник не зафиксирован, находится в ожидании информации о спутнике; Когда информация о спутнике является допустимой, система входит в состояние грубого выравнивания, время грубого выравнивания составляет 10 секунд, во время грубого выравнивания интегрированной навигационной системы требуется находиться в статическом состоянии; После завершения грубого выравнивания интегрированная навигационная система может двигаться, и система переходит в режим точного выравнивания.

Сброс системы

Во время работы введите команду "# reset", и система выполнит мягкий сброс и отобразит информацию о запуске ещё раз.

Экспорт сохраненных данных

Данный продукт оснащен дополнительной функцией хранения данных (data storage). Если эта функция включена, общий объем памяти составляет 16 ГБ. После завершения системой грубой выравнивания, система автоматически сохраняет информацию для хранения в соответствии с конфигурацией пользователя. Название сохраненной папки с данными имеет вид recordX, где X - номер файла (до 39), и номер увеличивается последовательно. Когда X равно 39, следующая запись автоматически перезаписывает record00 в следующем хранилище, и X продолжает увеличиваться последовательно в следующем хранилище. Если система настроена на хранение данных, она автоматически удалит самую старую папку с данными после каждой операции включения питания. Например, если в настоящее время сгенерирован файл record08, в памяти системы не будет папки record09. Пользователи могут использовать это как основу для поиска последнего файла с данными. Папка recordX содержит различные файлы протоколов, настроенные пользователем. Каждый протокол представлен отдельным файлом, и имя файла является именем протокола. Операция экспорта данных выполняется следующим образом:

- а) Подключите Ethernet-интерфейс к компьютеру для тестирования;
- б) Установите IP-адрес компьютера для тестирования как 192.168.1.22;
- в) Включите систему;
- г) Запустите программное обеспечение SSH (SSH Secure File Transfer Client);
- д) Щелкните "Быстрое подключение".
- е) Нажмите "Подключить" (Connect), и программное обеспечение SSH автоматически откроет диалоговое окно "Введите пароль". Необходимость ввода пароля отсутствует. Щелкните "ОК" (OK), чтобы подключиться к системе.
- ж) Введите /media/mmcblk0p1 в адресной строке справа на изображении выше и нажмите "Enter". Найдите соответствующую папку хранения внизу каталога для скачивания.
- з) По завершении загрузки отключите систему от питания и отключите Ethernet-интерфейс.

4.2.2 Инструкции по настройке системы

Конфигурация и хранения

Интегрированная навигационная система предоставляет 6-канальный последовательный порт и внутреннее хранилище, а функциональное распределение и соответствующая конфигурация каждого последовательного порта и внутреннего хранилища показаны в таблице 3.

Таблица 5. Функционал последовательного интерфейса

| Порт | Входные параметры | Выходные параметры | По умолчанию |
|-----------|---|---|-----------------------------------|
| COM1 | 1. Режим работы инструкции и управление командами управления; 2. Настройка скорости передачи данных (бод), протокола и частоты обновления для COM1 ~ COM4; 3. Настройка типа серийного порта (RS422/RS232) для COM2 ~ COM4. | 1. inspvasa, bdfpd, bdfpdb, gpfpd, INStest(0.2Гц, 1Гц, 5Гц, 10Гц, 100Гц... 200 Гц, и т.д.); 2. rawdata (200 Гц формат 16488) 3. rawimusb, INSpst (200 Гц) 4. bestposa, grpmc, gpgga (1 Гц) 5. Настройки | 115200 бит/с Выход: bdfpd 1 Гц |
| COM2 | - | Такие же как 1-4 в COM1 | 460800 бит/с Выход: INSpst |
| COM3 | - | Такие же как 1-4 в COM1 | 460800 бит/с Выход: rawdata |
| COM4 | - | Такие же как 1-4 в COM1 | 460800 бит/с Выход: - |
| File | - | Такие же как 1-4 в COM1 | Выход: rawdata |
| GNSS_COM1 | Параметр конфигурации ГНСС COM1 | Элемент конфигурации GNSS COM1.NovAtel-718D поддерживает протоколы и настраивает выходные данные на основе этого интерфейса, такие как bestposa, grpmc и так далее | 9600 бит/с Выход: - |
| GNSS_COM3 | Параметр конфигурации ГНСС COM3 | Элемент конфигурации GNSS COM1.NovAtel-718D поддерживает протоколы и настраивает выходные данные на основе этого интерфейса, такие как bestposa, grpmc и так далее | 115200 бит/с Выход: - |

После включения системы и отображения информации о начальной подсказке на порту COM1, вы можете вводить команды, такие как конфигурация скорости передачи данных, протокола и частоты обновления для последовательных портов COM1 ~ COM4. Если каждая команда успешно выполняется, она вернет "cmd OK", в противном случае будет отображено сообщение "cmd error". После ввода завершите ввод команды "saveconfig", чтобы сохранить текущую конфигурацию. Текущая конфигурация будет автоматически загружена после следующей перезагрузки. Если команда не введена, конфигурация последовательного порта будет восстановлена до последней сохраненной конфигурации после следующей перезагрузки.

Запрос конфигурации

Наберите команду "log loglist" или "log rxstatus" через порт COM1, чтобы получить список всех конфигураций COM1-COM4, включая следующие данные:

- a) Номер серийного порта, скорость передачи данных, протокол и частота обновления серийного порта;
- b) Состояние открытия функционального модуля: включено для коррекции скорости с нулевой скоростью и плавной обработки, отключено при закрытии;
- c) Начальное привязочное значение долготы и широты;
- d) Начальные значения угла между направлением двойной антенны и направлением интегрированной навигационной системы;
- e) Начальное значение мачты антенны;
- f) Номер системы и дата изготовления;
- g) Номер версии программного обеспечения: включая номер версии предварительной обработки и номер версии навигационного программного обеспечения;
- h) Режим работы: включая интегрированную навигацию (DGI) и чисто инерционную навигацию (INS).

Настройка скорости передачи данных

В этом режиме введите следующую команду для входа в конфигурацию скорости передачи данных последовательного порта:

com comX BAUDRATA

Где X принимает значения от 1 до 4, а BAUDRATA - скорость передачи данных в битах в секунду (bps). Например, чтобы установить скорость передачи данных порта COM1 на 115200 бит/с, введите следующую команду:

com com1 115200.

Протокол связи и настройка частоты обновления

Настройте протоколы вывода COM1 ~ COM4 и внутренний файл хранения через COM1. Команды конфигурации следующие:

log comX/file LOG ontime updateTime

Где comX может быть номером конфигурации от com1 до com4, а file - номером конфигурации интерфейса памяти. Параметр updateTime представляет время обновления и может быть периодом 5 (0.2 Гц), 1 (1 Гц), 0.2 (5 Гц), 0.1 (10 Гц) или 0.01 (100 Гц), который делится на 200 Гц, в секундах. LOG указывает наименование протокола, которое может быть inspvasa, bdfpd, grfpd и т.д. Например, чтобы настроить порт COM2 на вывод данных протокола bdfpd с частотой 10 Гц, введите следующую команду через COM1:

log com2 bdfpd ontime 0.1

Если необходимо одновременно вывести данные протокола inspvasa с частотой 10 Гц через порт COM2, введите следующую команду через COM1:

log com2 inspvasa ontime 0.1

В качестве другого примера, чтобы сохранить данные протокола inspvasa с частотой 1 Гц во внутреннем хранилище, введите следующую команду через COM1:

log file inspvasa ontime 1

Если вы хотите отключить протокол, используйте следующую команду конфигурации:

log comX/file LOG off

Настройте протоколы rawdata портов COM1 ~ COM4 и внутренний файл хранения через COM1. Команды конфигурации следующие:

log comX/file rawdata onchanged

Если вы хотите отключить протокол rawdata последовательного порта, используйте следующую команду конфигурации:

log comX/file rawdata off

Если вы хотите закрыть все протоколы последовательного порта, используйте следующую команду конфигурации:

unlogall comX/file

Следует отметить, что увеличение частоты обновления или вывод нескольких протоколов одновременно увеличит объем данных, передаваемых через последовательный порт. Перед использованием необходимо настроить соответствующую скорость передачи данных, иначе может произойти потеря данных. В общем случае, чем больше объем данных, тем выше требуется скорость передачи данных.

Формат протокола связи

Таблица 6. Описание формата протокола связи

| Последовательный номер | Имя данных протокола | Тип данных | Интерфейс |
|------------------------|----------------------|------------|-----------------|
| 1 | gpfpd | ASCIIs | COM1-COM4, file |
| 2 | bdfpd | ASCII | |
| 3 | bdfpdb | Бинарн | |
| 4 | rawimusb | Бинарн | |
| 5 | inspvasa | ASCII | |
| 6 | INStest | Бинарн | |
| 7 | bestposa | ASCII | |
| 8 | gprmc | ASCII | |
| 9 | gpgga | ASCII | |
| 10 | INSpost | Бинарн | |
| 11 | rawdata | Бинарн | |

Протокол ASCII соответствует требованиям формата протокола NMEA и состоит из следующих полей: идентификатора сообщения, нескольких полей данных, тега ChecksumEnd (с символами возврата каретки <CR> и перевода строки <LF>), разделенных запятыми. Возьмем протокол bdfpd в качестве примера, формат выглядит следующим образом:

\$BDFPD,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,<10>,<11>,<12>,<13>,<14>,<15>*xx<CR><LF>

Протокол rawdata включает в себя протоколы rawimusb, rangecmpb, bestvelb, bestposb, headingb и psrdopb. Содержание протоколов rangecmpb, bestvelb, bestposb, headingb и psrdopb отображается в описании протокола NovAtel. Протоколы gprmc и gpgga соответствуют формату данных протокола NMEA 0183, а протокол bestposa соответствует формату данных протокола NovAtel. Оба протокола предназначены для передачи данных спутниковой платы и здесь не будут рассматриваться. Форматы протоколов gpfpd, bdfpd, inspvasa, bdfpdb, rawimusb и INStest показаны в следующей таблице.

Таблица 7. Формат *grfpd*

| Последовательный номер | Название | Описание | Тип Данных | Ед.изм |
|------------------------|---|---|------------|--------|
| 1 | \$GPFPD | Заголовок пакета | - | - |
| 2 | GPSWeek | Дата | INT | - |
| 3 | GPS кадры в секунду | Цикл GPS в секунду | FLOAT | с |
| 4 | Угол Рыскания | 0-360, по часовой стрелке | FLOAT | град |
| 5 | Угол Крена | -90~+90 | FLOAT | град |
| 6 | Угол Тангажа | -180~+180 | FLOAT | град |
| 7 | Широта | -90~+90 | FLOAT | град |
| 8 | Долгота | -180~+180 | FLOAT | град |
| 9 | Высота | | FLOAT | м |
| 10 | Восточная составляющая вектора скорости | | FLOAT | м/с |
| 11 | Северная составляющая вектора скорости | | FLOAT | м/с |
| 12 | Скорость | | FLOAT | м/с |
| 13 | Длина базовой линии | Расстояние между центрами двух спутниковых антенн | FLOAT | м |
| 14 | NSV1 | Число спутников для первой антенны | INT | A |
| 15 | NSV2 | Число спутников для второй антенны | INT | A |
| 16 | Статус спутника | Статус спутника 0: недоступен Статус спутника 1: доступен к работе | INT | - |
| 17 | Код проверки | Проверочный код (значение после исключения или число между \$и*) | HEX | - |
| 18 | <CR><LF> | Конец пакета | - | - |

Таблица 8. Формат *bdfpd*

| Последовательный номер | Название | Описание | Тип Данных | Ед.изм |
|------------------------|---|--|------------|--------|
| 1 | \$BDFPD | Заголовок пакета | - | - |
| 2 | GPSWeek | Дата | INT | - |
| 3 | GPS кадры в секунду | Цикл GPS в секунду | FLOAT | с |
| 4 | Угол Рыскания | 0-360, по часовой стрелке | FLOAT | град |
| 5 | Угол Крена | -90~+90 | FLOAT | град |
| 6 | Угол Тангажа | -180~+180 | FLOAT | град |
| 7 | Широта | -90~+90 | FLOAT | град |
| 8 | Долгота | -180~+180 | FLOAT | град |
| 9 | Высота | | FLOAT | м |
| 10 | Восточная составляющая вектора скорости | | FLOAT | м/с |
| 11 | Северная составляющая вектора скорости | | FLOAT | м/с |
| 12 | Скорость | | FLOAT | м/с |
| 13 | NSV1 | Число спутников для первой антенны | INT | A |
| 14 | NSV2 | Число спутников для второй антенны | INT | A |
| 15 | Тип позиционирования | Тип позиционирования в bestpos см Таблица 12 | INT | - |
| 16 | Тип направления | Тип позиционирования в heading, см Таблица 12 | INT | - |
| 17 | Код проверки | Проверочный код (значение после исключения или число между \$и*) | HEX | - |
| 17 | <CR><LF> | Конец пакета | - | - |

Таблица 9. Формат *inspvasa*

| Последовательный номер | Название | Описание | Тип Данных | Ед.изм |
|------------------------|---|--|------------|--------|
| 1 | %INSPVASA | Заголовок пакета | - | - |
| 2 | GPSWeek | Дата | INT | - |
| 3 | GPS кадры в секунду | Цикл GPS в секунду | FLOAT | с |
| 4 | GPSWeek | Дата | INT | - |
| 5 | GPS кадры в секунду | Цикл GPS в секунду | FLOAT | с |
| 6 | Широта | -90~+90 | FLOAT | град |
| 7 | Долгота | -180~+180 | FLOAT | град |
| 8 | Высота | | FLOAT | м |
| 9 | Восточная составляющая вектора скорости | | FLOAT | м/с |
| 10 | Северная составляющая вектора скорости | | FLOAT | м/с |
| 11 | Скорость | | FLOAT | м/с |
| 12 | Угол Рыскания | 0-360, по часовой стрелке | FLOAT | град |
| 13 | Угол Крена | -90~+90 | FLOAT | град |
| 14 | Угол Тангажа | -180~+180 | FLOAT | град |
| 15 | Статус INS | см Таблица 11 | | |
| 16 | Код проверки | Проверочный код (значение после исключения или число между \$и*) | HEX | - |
| 17 | <CR><LF> | Конец пакета | - | - |

Таблица 10. Описание формата bdfpdb

| Последовательный номер | Номер байта | Описание | Значение | Тип данных | Примечание |
|------------------------|-------------|---------------------------------|--|----------------|------------|
| 1 | 1 | Заголовок кадра | 0xAA | - | Заголовок |
| | 2 | | 0x44 | - | |
| | 3 | | 0x10 | - | |
| 2 | 4 | Длина слова | 0x3C | - | |
| 3 | 5-8 | Дата | | UNSIGNED INT | - |
| 4 | 9-12 | GPS циклы в секунду | | FLOAT | - |
| 5 | 13-16 | Угол рыскания | 0-360 по часовой стрелке | FLOAT | - |
| 6 | 17-20 | Угол тангажа | -90° +90° | FLOAT | - |
| 7 | 21-24 | Угол крена | -180° +180° | FLOAT | - |
| 8 | 25-32 | Широта | -90° +90° | DOUBLE | - |
| 9 | 33-40 | Долгота | -180° +180° | DOUBLE | - |
| 10 | 41-44 | Высота | | FLOAT | - |
| 11 | 45-48 | Восточная составляющая скорости | | FLOAT | - |
| 12 | 49-52 | Северная составляющая скорости | | FLOAT | - |
| 13 | 53-56 | Скорость | | FLOAT | - |
| 14 | 57-58 | NSV1 | Число спутников для первой антенны | Unsigned short | - |
| 15 | 59-60 | NSV2 | Число спутников для второй антенны | Unsigned short | - |
| 16 | 61-62 | Тип позиционирования | См таблица 12 | Unsigned short | - |
| 17 | 63-64 | Тип направления | См таблица 12 | Unsigned short | - |
| 18 | 65-68 | Контрольная сумма | 5-64 байт 4-байта проверка накопленной суммы | - | - |

Таблица 11. Описание формата raw imusb

| Последовательный номер | Номер байта | Описание | Значение | Тип данных | Примечание |
|------------------------|-------------|---------------------------------|--|----------------|------------|
| 1 | 1 | Заголовок кадра | 0xAA | - | Заголовок |
| | 2 | | 0x44 | - | |
| | 3 | | 0x10 | - | |
| 2 | 4 | Длина слова | 0x3C | - | |
| 3 | 5-8 | Дата | | UNSIGNED INT | - |
| 4 | 9-12 | GPS циклы в секунду | | FLOAT | - |
| 5 | 13-16 | Угол рыскания | 0-360 по часовой стрелке | FLOAT | - |
| 6 | 17-20 | Угол тангажа | -90° +90° | FLOAT | - |
| 7 | 21-24 | Угол крена | -180° +180° | FLOAT | - |
| 8 | 25-32 | Широта | -90° +90° | DOUBLE | - |
| 9 | 33-40 | Долгота | -180° +180° | DOUBLE | - |
| 10 | 41-44 | Высота | | FLOAT | - |
| 11 | 45-48 | Восточная составляющая скорости | | FLOAT | - |
| 12 | 49-52 | Северная составляющая скорости | | FLOAT | - |
| 13 | 53-56 | Скорость | | FLOAT | - |
| 14 | 57-58 | NSV1 | Число спутников для первой антенны | Unsigned short | - |
| 15 | 59-60 | NSV2 | Число спутников для второй антенны | Unsigned short | - |
| 16 | 61-62 | Тип позиционирования | См таблица 12 | Unsigned short | - |
| 17 | 63-64 | Тип направления | См таблица 12 | Unsigned short | - |
| 18 | 65-68 | Контрольная сумма | 5-64 байт 4-байта проверка накопленной суммы | - | - |

Таблица 12. Описание формата raw imusb

| Последовательный номер | Номер байта | Описание | Значение | Тип данных | Примечание |
|------------------------|-------------|---------------------|------------------|----------------|--------------------------|
| 1 | 1 | Заголовок кадра | 0xAA | - | Заголовок |
| | 2 | | 0x44 | - | |
| | 3 | | 0x10 | - | |
| 2 | 4 | Длина слова | 0x28 | - | |
| 3 | 5-6 | ID Слова | 0x145 | - | - |
| 4 | 7-8 | Дата | - | Unsigned short | - |
| 5 | 9-12 | GPS циклы в секунду | мс | Unsigned int | - |
| 6 | 13-16 | Дата | - | Unsigned short | - |
| 7 | 17-24 | GPS циклы в секунду | с | DOUBLE | - |
| 8 | 25-28 | Статус IMU | см Таблица 13 | unsigned int | - |
| 9 | 29-32 | Акселерометр Z | м/с ² | INT | 200*200*2 ⁻³¹ |
| 10 | 33-36 | Акселерометр Y | м/с ² | INT | 200*200*2 ⁻³¹ |
| 11 | 37-40 | Акселерометр X | м/с ² | INT | 200*200*2 ⁻³¹ |
| 12 | 41-44 | Гироскоп Z | °/с | INT | 200*720*2 ⁻³¹ |
| 13 | 45-48 | Гироскоп Y | °/с | INT | 200*720*2 ⁻³¹ |
| 14 | 49-52 | Гироскоп X | °/с | INT | 200*720*2 ⁻³¹ |
| 15 | 53-56 | Контрольная сумма | | Unsigned int | - |

Таблица 13. Описание формата INStest

| Последовательный номер | Номер байта | Описание | Значение | Тип данных | Примечание | |
|------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|--|------------|--|
| 1 | 1 | Заголовок кадра | 0x5a | - | Заголовок | |
| | 2 | | 0x5a | - | | |
| 2 | 3 | Длина слова | 0x3c | unsigned char | - | |
| 3 | 4-7 | GPS циклы в секунду | с | float | - | |
| 4 | 8-9 | Курс | град | unsigned short | 0.01 | |
| 5 | 10-11 | Тангаж | град | short | 0.01 | |
| 6 | 12-13 | Крен | град | short | 0.01 | |
| 7 | 14-15 | Северная составляющая скорости | м/с | short | 0.01 | |
| 8 | 16-17 | Восточная составляющая скорости | м/с | short | 0.01 | |
| 9 | 18-19 | Скорость | мс | short | 0.01 | |
| 10 | 20-23 | Долгота | град | int | 0.0000001 | |
| 11 | 24-27 | Широта | град | int | 0.0000001 | |
| 12 | 28-29 | Высота | м | short | 0.1 | |
| 13 | 30-31 | Серийный номер | - | unsigned short | - | |
| 14 | 32.0 | COM1STATUS | 0: норма 1: ошибка | - | - | |
| 15 | 32.1 | COM2STATUS | | - | - | |
| 16 | 32.2 | COM3STATUS | | - | - | |
| 17 | 32.3 | GNSSCOM1STATUS | | - | - | |
| 18 | 32.4 | COM4STATUS | | - | - | |
| 19 | 32.5 | GNSSCOM3STATUS | | - | - | |
| 20 | 32.6 | Статус CAN | | - | - | |
| 21 | 32.7 | Статус интерфейса одометра | | - | - | |
| 22 | 33.0 | Статус PPS | | - | - | |
| 23 | 33.1 | Статус EVENT | | - | - | |
| 24 | 34 | Статус INS | | 0x00 Ожидание 0x10: выравнивание по курсу 0x20: точное выравнивание 0x30: Навигация | | |
| 25 | 35 | Тип позиционирования ГНСС | | См таблица 12 | | |

Таблица 13. Описание формата INStest (Продолжение таблицы)

| Последовательный номер | Номер байта | Описание | Значение | Тип данных | Примечание |
|------------------------|-------------|---|-----------------------|--------------|------------|
| 26 | 36 | Количество спутников ГНСС | см. таблица 12 | - | - |
| 27 | 37 | Направление по двум антеннам | см. таблица 12 | - | - |
| 28 | 38 | Определение количество спутников от антенны | - | - | - |
| 29 | 39-40 | Гироскоп X | °/с | SHORT | 0.01 |
| 30 | 41-42 | Гироскоп X | °/с | SHORT | 0.01 |
| 31 | 43-44 | Гироскоп X | °/с | SHORT | 0.01 |
| 32 | 45-46 | Акселерометр X | g | SHORT | 0.001 |
| 33 | 47-48 | Акселерометр X | g | SHORT | 0.001 |
| 34 | 49-50 | Акселерометр X | g | SHORT | 0.001 |
| 35 | 51 | Отказ IMU | | - | |
| 36 | 52-59 | Зарезервировано | - | - | - |
| 37 | 60-63 | Счет кадров | 0x0000~0xFFFF | Unsigned int | - |
| 38 | 64 | Контрольная сумма | Сумма с 3 до 63 байта | - | - |

Таблица 14. Описание статуса INStest

| Статус INS | Описание |
|--------------------------|---|
| INS_INACTIVE | Присутствуют журналы ИНС (IMU), но процедура выравнивания не начата; ИНС неактивна. |
| INS_ALIGNING | Режим выравнивания активен |
| INS_SOLUTION_GOOD | Фильтр INS находится в режиме навигации, и INS решение хорошее. |

Таблица 15. Описания способов позиционирования)

| Последовательный номер | Значение | Описание |
|------------------------|-----------------|---|
| 0 | - | Нет решений |
| 1 | FIXEDPOS | Положение зафиксировано командой FIX POSITION. |
| 2 | FIXEDHEIGHT | Положение зафиксировано командой FIX HEIGHT/AUTO. |
| 8 | DOPLER_VELOCITY | Скорость вычисляется с использованием мгновенного доплеровского метода. |
| 16 | SINGLE | Позиция одной точки |
| 17 | PSRDIFF | Дифференциальное решение псевдодальности |
| 18 | WAAS | Решение вычисляется с использованием коррекций от WAAS |
| 19 | PROPAGATED | Используя фильтр Калмана без новых наблюдений, осуществляется перераспределение |
| 20 | OMNISTAR | Позиция, определенная с использованием OmniSTAR VBS. |
| 32 | L1_FLOAT | Разрешение плавающей неоднозначности на L1 |
| 33 | IONOFREE_FLOAT | Разрешение плавающей неоднозначности без ионосферных эффектов. |
| 34 | NARROW_FLOAT | Разрешение плавающей узкополосной неоднозначности. |
| 48 | L1_INT | Разрешение целочисленной неоднозначности на L1. |
| 50 | NARROW_INT | Разрешение целочисленной узкополосной неоднозначности. |
| 64 | OMNISTAR_HP | Позиция, определенная с использованием OmniSTAR HP. |
| 65 | OMNISTAR_XP | Позиция, определенная с использованием OmniSTAR XP или G2. |
| 68 | PPP_CONVERGING | Сходящееся решение PPP (Precise Point Positioning). |
| 69 | PPP | Сходимое решение PPP |
| 70 | OPERATIONAL | Точность решения находится в пределах рабочего ограничения UAL. |
| 71 | WARNING | Точность решения находится за пределами рабочего ограничения UAL, но в пределах предупредительного ограничения. |
| 72 | OUT_OF_BOUNDS | Точность решения находится за пределами рабочих ограничений UAL. |

Таблица 16. Описание статуса IMU

| Номер бита | Описание | Статус |
|------------|-----------------|-------------------------|
| 0 | Гироскоп X | 1: в норме 0: ошибка |
| 1 | Гироскоп Y | |
| 2 | Гироскоп Z | |
| 3 | Зарезервировано | 1: в норме 0: ошибка |
| 4 | Акселерометр X | |
| 5 | Акселерометр Y | |
| 6 | Акселерометр Z | |
| 7-31 | Зарезервировано | - |

Проверка CRC (циклического избыточного кода) 32 бита.

Метод вычисления контрольной суммы CRC (циклического избыточного кода) 32 бита может быть получен с использованием следующей функции на языке программирования С.

```

#define CRC32_POLYNOMIAL 0xEDB88320L
/* -----
Calculate a CRC value to be used by CRC calculation functions.
----- */
unsigned long CRC32Value(int i) {
    int j;
    unsigned long ulCRC;
    ulCRC = i;
    for ( j = 8 ; j > 0; j-- ) {
        if ( ulCRC & 1 )
            ulCRC = ( ulCRC >> 1 ) ^ CRC32_POLYNOMIAL;
        else
            ulCRC >>= 1;
    }
    return ulCRC;
}

/* -----
Calculates the CRC-32 of a block of data all at once
ulCount - Number of bytes in the data block
ucBuffer - Data block
----- */
unsigned long CalculateBlockCRC32( unsigned long ulCount, unsigned char
*ucBuffer ) {
    unsigned long ulTemp1;
    unsigned long ulTemp2;
    unsigned long ulCRC = 0;
    while ( ulCount-- != 0 ) {
        ulTemp1 = ( ulCRC >> 8 ) & 0x00FFFFFFL;
        ulTemp2 = CRC32Value( ((int) ulCRC ^ *ucBuffer++) & 0xFF );
        ulCRC = ulTemp1 ^ ulTemp2;
    }
    return( ulCRC );
}
    
```

Конфигурация начального значения

Конфигурация начальной долготы и широты, инструкция для настройки выглядит следующим образом:

initialpos LONGITUDE LATITUDE

Где LONGITUDE и LATITUDE - это значения долготы и широты в градусах для локальной конфигурации.

Конфигурация функций модуля

Функциональные модули с открытой конфигурацией включают в основном коррекцию нулевой скорости и сглаживание выходной позиции.

Конфигурация "коррекции нулевой скорости"

Функция "коррекции нулевой скорости" в основном означает, что интегрированная навигационная система обнаруживает чувствительную информацию и выполняет соответствующую коррекцию, если система интегрированной навигации оценивается как имеющая нулевую скорость.

В процессе интегрированной навигации этого продукта "коррекция нулевой скорости" включена по умолчанию. Если информация о спутниках длительное время недоступна в состоянии интегрированной навигации, и пользователь хочет получить чистую инерциальную навигационную информацию, рекомендуется отключить режим коррекции нулевой скорости.

Инструкции по настройке коррекции нулевой скорости следующие:

inszupt switch

Значение переключателя может быть "disable" (выключено) или "enable" (включено), где "disable" отключает функцию, а "enable" включает ее.

Конфигурация сглаживания вывода позиции.

Для получения более плавной информации о позиции, программное обеспечение навигации добавляет функцию сглаживания вывода позиции, которая уменьшает шум после сглаживания. (Примечание: "Сглаживание вывода позиции" должно быть отключено в состоянии RTK).

В процессе интегрированной навигации этого продукта, "Сглаживание вывода позиции" отключено по умолчанию. Для удобства выбора пользователем, эта функция может быть настроена. Инструкции по настройке следующие:

possmooth switch

Значение переключателя может быть "disable" (выключено) или "enable" (включено), где "disable" отключает функцию, а "enable" включает ее.

Конфигурация типа несущей волны

В зависимости от установленных в интегрированной навигационной системе различных носителей требуется конфигурация типа несущей волны, и в интегрированной навигационной системе выполняется различная обработка алгоритмов в соответствии с различными типами несущих волн. Инструкции по конфигурации следующие:

carrier vehicle/ship/air

Они соответственно являются автомобильными, судовыми и воздушными. После завершения настройки необходимо ввести команду "saveconfig" для сохранения, а затем выполнить жесткий запуск или ввести команду "# reset". Конфигурация типа несущей волны будет действительной после запуска. Во время использования интегрированной навигационной системы не поддерживается текущая конфигурация и текущее использование, поэтому необходима перезагрузка. После того как тип несущей волны настроен как автомобильный, требуется установить и закрепить интегрированную навигационную систему на автомобиле, а направление головы интегрированной навигационной системы должно совпадать с направлением движения автомобиля с ошибкой не более 10 градусов.

Конфигурация выноса GNSS-мачты

В соответствии с относительным установочным отношением между антенной и интегрированной навигационной системой необходимо настроить вынос мачты антенны. Значение выноса мачты антенны между интегрированной навигационной системой и антенной должно быть точным по миллиметру (мм) при измерении, особенно во время работы в режиме RTK. Любая ошибка измерения выноса мачты напрямую влияет на погрешности позиционирования, выведенные интегрированной навигационной системой.

Во время установки и использования интегрированные навигационные системы должны быть размещены как можно ближе к главной антенне, особенно в горизонтальной плоскости. Команда должна быть выполнена перед или во время проведения выравнивания интегрированной навигационной системы на фиксированной базе и перед выравниванием интегрированной навигационной системы на передвижной базе. После завершения конфигурации она должна быть сохранена с помощью команды "saveconfig". Конфигурации включают конфигурацию основной мачты антенны и конфигурацию вторичной мачты антенны.

Инструкции по конфигурации основной мачты антенны следующие:
`setimutoantoffset armX armY armZ`

Инструкции по конфигурации вторичной мачты антенны следующие:
`setimutoantoffset2 armX armY armZ`

Где armX, armY и armZ - это настраиваемые значения выноса мачты антенны в метрах, представляющие компоненты вектора от интегрированной навигационной системы до фазового центра антенны в системе координат носителя интегрированной навигационной системы, выбранного в качестве право-перед уп (XYZ). Например, в случае, показанном на рисунке 5, armX и armY должны быть отрицательными, а armZ – положительным.

Настройка установочного угла.

Информация об ориентации и углах, выводимая продуктом, представляет собой углы Эйлера системы координат продукта относительно географической системы координат. Угловое установочное соотношение между продуктом и системой координат носителя является установочным углом, и значение конфигурации по умолчанию составляет [0,0,0] (pitch, heading, roll), то есть система координат продукта считается совпадающей с установочной координатной системой носителя. Если при установке продукта на носитель существует установочный угол, и продуктом требуется выводить углы Эйлера системы координат носителя относительно географической системы координат, установочный угол должен быть настроен в соответствии с относительным установочным соотношением между продуктом и носителем.

Инструкции по настройке установочного угла следующие:
`vehiclebodyrotation angleX angleZ angleY`

где angleX, angleZ и angleY - это настраиваемые значения установочного угла в градусах, представляющие углы от системы координат носителя до системы координат интегрированной навигационной системы следующим образом: pitch, heading, roll.

Настройка вывода углов

Информация об ориентации и угле, выводимая продуктом, представляет собой углы Эйлера системы координат продукта относительно географической системы координат. Угловое соотношение между продуктом и указанной системой координат называется углом вывода, и значение конфигурации по умолчанию составляет [0,0,0] (heading, pitch, roll), то есть система координат продукта считается совпадающей с указанной системой координат. Если требуется выводить углы Эйлера указанной системы координат относительно географической системы координат, углы вывода должны быть настроены в соответствии с относительным соотношением между продуктом и указанной системой координат. Инструкции по настройке углов вывода следующие:

```
outputattituderotation angleZ angleX angleY
```

где angleZ, angleX и angleY - это настраиваемые значения угла вывода в градусах, представляющие углы от указанной системы координат до системы координат продукта в следующем порядке: heading, pitch, roll. Примечание: Эта функция не может использоваться совместно с настройкой установочного угла.

4.2.3 Обслуживание системы

Обновление прошивки

Для выполнения обновления прошивки следуйте инструкциям ниже:

- а) Подключите линию питания и линию связи, подключите порт COM1 к компьютеру и установите скорость передачи данных на 115200 бит/с;
- б) При включении системы интерфейс серийного порта отображает информацию о запуске. Прежде чем интерфейс отобразит "10 9 8 7 6 5 4 3 2 1" до 1, отправьте ":" (двоеточие, отменить отправку новой строки) в последовательный порт, и интерфейс отобразит информацию об обновлении прошивки;
- в) Выберите прошивку (обычно файл *.bin2) для обновления через серийный порт и отправьте ее;
- д) После завершения отправки программа автоматически перезагружается и запускается, отображается информация о запуске, и система запускается нормально;
- е) Обновление прошивки завершено.

Загрузка параметров

Обычно пользователю не требуется загружать калибровочные параметры, так как конфигурация выполняется на заводе перед отгрузкой. В особых случаях, если пользователю требуется загрузить и поддерживать параметры, следуйте следующим шагам:

- а) После того, как система успешно завершит информацию о запуске, вы можете запросить соответствующий номер системы через "log bdlst" / "log rxstatus";
- б) Отправьте команду "# modbd" в интегрированную навигационную систему через порт COM1 и загрузите файл калибровочных параметров "*.txt" через серийный порт после возврата к "cmd OK";
- в) После возврата на экран информации о калибровочных параметрах, отправьте команду "# saveconfig" / "saveconfig" для сохранения параметров, а затем перезагрузите систему, чтобы она работала нормально.

5. Меры предосторожности

Основные рекомендации следующие:

- а) Интервал времени между включением и выключением интегрированной навигационной системы должен быть не менее 30 секунд, иначе может произойти повреждение инерциальных устройств;
- б) Бережно обращайтесь при транспортировке, установке и использовании, чтобы избежать столкновений, падений и ударов;
- в) Не изменяйте конфигурацию вывода и скорость передачи данных порта COM2 спутниковой платы.

6. Приложения

6.1 Конфигурация вывода порта COM2 спутникового приемника

Интегрированная навигационная система получает информацию о спутниковой навигации через порт COM2 встроенного спутникового приемника. Команда конфигурации порта COM2 спутникового приемника выглядит следующим образом:

```
unlogall com2
serialconfig com2 115200
log com2 gprmc ontime 1
log com2 gpgga ontime 1
log com2 bestposa ontime 1
Log com2 rangesmpb ontime 1 (эта команда недействительна без исходных данных платы)
log com2 bestposb ontime 0.2
log com2 headingb onchanged
log com2 bestvelb ontime 0.2
log com2 psrdopb ontime 1
dualantennaalign enable 5 1
frequencyout enablesync 100000 1000000000
saveconfig
```

6.2 Описание дифференциальной конфигурации

Интегрированная навигационная система может получать информацию о дифференциальной коррекции, отправленную опорной станцией через коммуникационное соединение, работать в дифференциальном режиме и достигать точности позиционирования на уровне сантиметров. Дифференциальная конфигурация включает в себя три основных части: 1. Настройка опорной станции; 2. Настройка коммуникационного соединения; 3. Настройка подвижной станции. Схема передачи данных показана на следующей иллюстрации.

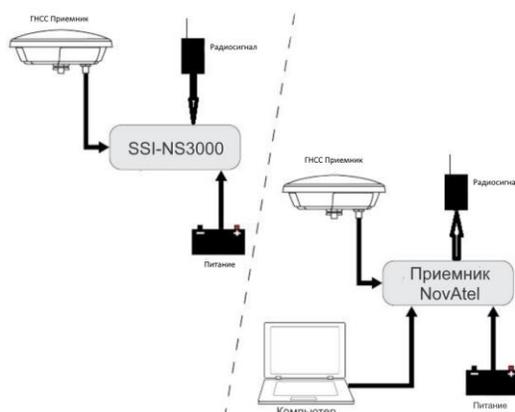


Рисунок 3. Конфигурация

7. Габаритные и присоединительные размеры

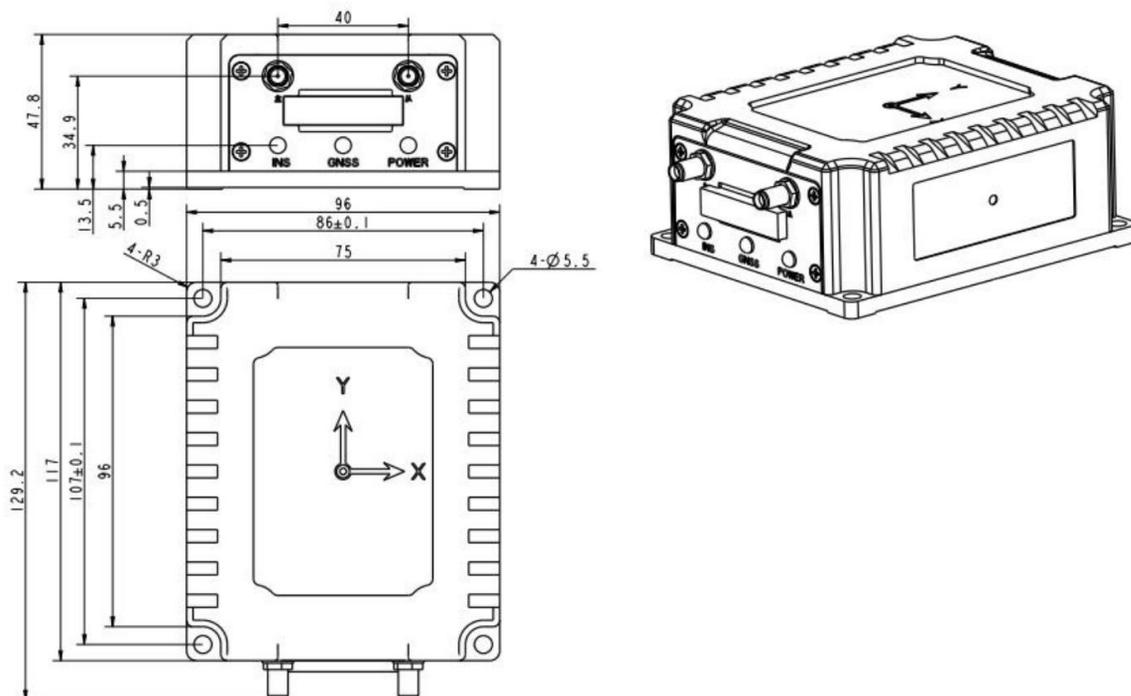
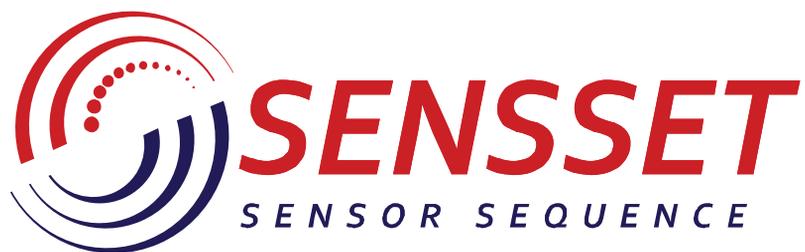


Рисунок 4. Габаритные и присоединительные размеры модуля



www.sensset.ru

8 (812) 309-58-32 доб. 150
info@sensset.ru

198099, г. Санкт-Петербург
ул. Калинина, дом 2, корпус 4, литера А.



Development, production and supply of high-tech sensors