

**Навигационный модуль
КНС ГЛОНАСС/GPS НАВ-01
РУКОВОДСТВО ПО
ПРОГРАММИРОВАНИЮ**



Список изменений

Дата	Версия	Изменения
20.10.11	1.0	Исходная версия документа.

Содержание

1	Назначение и принцип действия модуля	5
2	Поддерживаемые информационные протоколы	5
3	Описание протокола NMEA	5
3.1	GPGLGA: данные местоположения	6
3.2	GPGLSA: геометрический фактор ухудшения точности и активные спутники	6
3.3	GPGLSV: видимые спутники	7
3.4	GPGLRMC: минимальный рекомендованный набор данных	7
3.5	GPGLTXT: текстовая информация	8
3.6	GPGLVTG: скорость и курс относительно земли	8
3.7	GPGLZDA: время и дата	8
4	Описание бинарного протокола	8
4.1	Формат команд	9
4.2	Алгоритм накопления и анализа команд	9
4.3	Классификация и примеры команд	10
4.4	Описание бинарных команд	11
4.5	Описание используемых структур данных	14
5	Работа модуля с активной антенной	17

Данный документ предназначен для пользователей ГЛОНАСС/GPS модуля НАВ-01 и содержит описание информационных протоколов, используемых при эксплуатации модуля.

Документ состоит из пяти разделов следующего содержания:

- Раздел 1: Назначение и принцип действия модуля.
- Раздел 2: Поддерживаемые информационные протоколы.
- Раздел 3: Описание протокола NMEA.
- Раздел 4: Описание бинарного протокола.
- Раздел 5: Работа модуля с активной антенной.

1 Назначение и принцип действия модуля

Навигационный модуль КНС ГЛОНАСС/GPS НАВ-01 (далее по тексту – модуль) предназначен для приёма сигналов КНС ГЛОНАСС/GPS и вычисления текущих координат и скорости объекта в реальном масштабе времени, формирования секундной метки времени и обмена с внешним оборудованием по последовательному UART.

Область применения модуля – навигационная аппаратура.

Принцип действия модуля основан на параллельном приеме и обработке 24-мя измерительными каналами сигналов навигационных КА КНС ГЛОНАСС (СТ-код в L1 диапазоне) и GPS(C/A код на частоте L1).

2 Поддерживаемые информационные протоколы

Обмен информацией с навигационным модулем может производиться согласно протоколам NMEA v2.30 и бинарному протоколу NTL Binary.

Протокол NMEA используется для передачи данных от навигационного модуля к потребителю, описание протокола NMEA приведено в разделе 3.

Бинарный протокол предоставляет пользователю расширенный набор выходных данных. Также с его помощью производится управление модулем. Бинарный протокол включает в себя как входные, так и выходные сообщения. Описание бинарного протокола приводится в разделе 4.

После подачи питания навигационный модуль начинает работу в режиме IEC/NMEA. Для переключения модуля в бинарный режим необходима подача специальной управляющей команды (см. раздел 4).

3 Описание протокола NMEA

При работе в режиме NMEA навигационный модуль выдает результаты согласно стандарту: "NMEA 0183 Standard For Interfacing Marine Electronic Devices", Version 2.30, March 1, 1998 с некоторыми модификациями, вызванными совместным использованием спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС. Поддерживаются следующие типы передаваемых сообщений: GPGGA, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPTXT, GPVTG, GPZDA.

К отличительным особенностям относятся следующие дополнения:

- в сообщениях GPGSA и GPGSV дополнительно вводятся номера спутников с 65...88, соответствующие спутникам ГЛОНАСС с номерами 1...24;
- из-за большего числа видимых спутников увеличивается максимальное количество последовательно идущих сообщений типа GPGSV.

Все команды и сообщения NMEA передаются в текстовом виде в кодировке ASCII. Данные передаются в виде предложений.

Общий формат предложения NMEA следующий:

\$aaaaa[, <данные>]*hh<CR><LF>, где:

\$ - символ начала предложения;

aaaaa - адресное поле, предназначенное для идентификации источника и типа сообщения. Первые два символа указывают на источник сообщения, последующие три символа

Руководство по программированию
определяют формат и тип данных сообщения. В описываемом модуле используется код источника сообщения “GP”.

[, <данные>] - список полей данных, разделенных запятыми;

* - символ контрольной суммы;

hh - контрольная сумма. Значение суммы вычисляется как исключающее ИЛИ всех 8-битных символов, расположенных между "\$" и "*" (не включая эти символы). Шестнадцатеричное значение старших 4-х бит и младших 4-х бит преобразуются в два ASCII символа (0-9, A-F (верхний регистр)). Старший символ передается первым. Контрольная сумма передается во всех сообщениях;

<CR><LF> - завершающие символы переноса строки.

3.1 GPGBA: данные местоположения

\$GPGBA,hhmmss.ss,lll.ll,a,yyyyy.yy,a,r,SS,H.H,h.h,M,g.g,M,t.t,xxxx*hh<CR><LF>

hhmmss.ss	-	время UTC определения координат
lll.ll,a	-	географическая широта (N –северная, S – южная)
yyyyy.yy,a	-	географическая долгота (E –восточная, W – западная)
r	-	режим работы приемника ¹
SS	-	количество спутников в решении, 00-12(может отличаться от количества видимых)
H.H	-	HDOP
h.h,M	-	высота над средним уровнем моря, метров
g.g,M	-	высота над геоидом ² , метров
t.t	-	возраст дифференциальных поправок GPS
xxxx	-	идентификатор дифференциальной станции GPS

Примечания:

1) Режим работы приемника: 0 - координаты недоступны или недостоверны
1 - режим GPS SPS, координаты достоверны
2 - дифференциальный GPS, режим GPS SPS
6 - режим экстраполяции координат

2) Высота над геоидом: различие между поверхностью земного эллипсоида WGS-84 и средним уровнем моря (поверхностью геоида)

3.2 GPGBA: геометрический фактор ухудшения точности и активные спутники

\$GPGBA,r,n,ii,ii,ii,ii,ii,ii,ii,ii,ii,ii,p,p,h.h,v.v*hh<CR><LF>

r	-	режим: M - ручной, перевод в режим 2D или 3D A - автоматический, автоматическое переключение 2D/3D
n	-	режим: 1 - нет решения

		2 - 2D
		3 - 3D
ii,ii,ii,ii,ii,ii,ii,ii,ii,ii-		номера спутников, используемых в решении
p.p	-	PDOP
h.h	-	HDOP
v.v	-	VDOP

3.3 GPGSV: видимые спутники

\$GPGSV,a,n,SS,ii,cc,bbb,xx,.....,yy,yy,uuu,yy*hh<CR><LF>

a	-	общее количество последовательно идущих сообщений ¹
n	-	номер текущего сообщения ¹
SS	-	общее количество видимых спутников
ii	-	идентификатор спутника
cc	-	угол возвышения спутника, градусов
bbb	-	азимут спутника, градусов
xx	-	соотношение сигнал/шум спутника (C/N0, дБ-Гц), 0 если не в слежении
... yy,yy,uuu,yy-	-	аналогичная информация для трёх спутников ²

Примечания:

- 1) В одном сообщении передается информация о четырёх спутниках. Для передачи информации о спутниках может потребоваться передать несколько сообщений
- 2) Переменное количество наборов «номер спутника - угол возвышения – азимут - отношение сигнал/шум» позволяет передать в одном сообщении информацию не более чем о 4-х спутниках. Если передается информация менее чем о 4-х спутниках, то данные поля не используются

3.4 GPRMC: минимальный рекомендованный набор данных

\$GPRMC,hhmmss.ss,A,lll.ll,a,yyyyy.yy,a,x.x,k.k,ddmmyy,m.m,a,r*hh<CR><LF>

hhmmss.ss	-	время UTC определения координат
A	-	статус: A - данные достоверны V - данные не достоверны, предупреждение приёмника
lll.ll,a	-	географическая широта (N – северная, S – южная)
yyyyy.yy,a	-	географическая долгота (E – восточная, W – западная)
x.x	-	скорость относительно земли, узлов
k.k	-	курс, град (истинный)
ddmmyy	-	дата: ддммгг
m.m,a	-	магнитное склонение и индикатор направления
r	-	индикатор режима ¹

Примечания:

- 1) Индикатор режима:
A - автономный режим
D - дифференциальный режим

N - недостоверные данные

3.5 GPTXT: текстовая информация

\$GPTXT,xx,yy,zz,string*hh<CR><LF>

xx	-	общее количество сообщений, 01...99
yy	-	номер текущего сообщения, 01...99
zz	-	уровень важности сообщения ¹
string	-	текстовая строка в кодировке ASCII

Примечания:

1) Уровень важности: 00 – ошибка
 01 - предупреждение
 02 - уведомление

3.6 GPVTG: скорость и курс относительно земли

\$GPVTG,t.t,T,m.m,M,n.n,N,k.k,K,r*hh<CR><LF>

t.t,T	-	курс, град (на истинный полюс)
m.m,M	-	курс, град (магнитное склонение)
n.n,N	-	скорость относительно земли, узлов
k.k,K	-	скорость относительно земли, км/час
r	-	индикатор режима ¹

Примечания:

1) Индикатор режима:
 A - автономный режим
 D - дифференциальный режим
 N - недостоверные данные

3.7 GPZDA: время и дата

\$GPZDA,hhmmss.ss,dd,mm,yyyy,sh,sm*hh<CR><LF>

hhmmss.ss	-	время UTC
dd	-	день UTC, с 01 по 31
mm	-	месяц UTC, с 1 по 12
yyyy	-	год UTC
sh	-	сдвиг местного времени, часы
sm	-	сдвиг местного времени, минуты

4 Описание бинарного протокола

Бинарный протокол NTLab Binary предназначен для расширения функциональности и передачи дополнительной информации, не предусмотренной в протоколе NMEA. Особенностью бинарного протокола является компактность передаваемых данных и поддержка обратной связи с устройством посредством специальных управляющих команд.

4.1 Формат команд

Бинарная команда, независимо от её типа, состоит из следующих полей:

№ байта	0	1	2	3	4	5	6-1029	7-1030	8-1031
Назначение	<i>SyncByte1</i> <i>0x21</i> <i>ASCII '!'</i>	<i>SyncByte2</i> <i>0x4E</i> <i>ASCII 'N'</i>	<i>MsgType</i>	<i>MsgId</i>	<i>DataLenLow</i>	<i>DataLenHigh</i>	<i>Data</i>	<i>CheckSumA</i>	<i>CheckSumB</i>

1. Два байта синхронизации.
2. Байт типа команды, определяющий общее назначение команды.
3. Байт идентификатора команды, определяющий конкретную команду внутри класса.
4. Два байта, определяющие размер поля данных, передаваемого в команде.
5. Поле данных заявленной длины.
6. Два байта контрольной суммы.

Одна бинарная команда не может передавать более 1024 байт данных. Таким образом, максимальная длина команды не должна превышать 1032 байта. Каждая команда начинается с синхронизирующих байтов. Два байта контрольной суммы завершают команду, а также служат для контроля целостности передаваемых данных.

Контрольная сумма вычисляется по алгоритму Флетчера (два байта на выходе) для всех полей команды кроме первых двух (байты синхронизации). Пример оптимизированной реализации на Си:

```
void fletcher16(unsigned char* checkA, unsigned char* checkB, unsigned char* data, unsigned int len)
{
    unsigned int tlen;
    unsigned short sum1, sum2;

    sum1 = sum2 = 0xFF;

    while (len)
    {
        tlen = len > 21 ? 21 : len;
        len -= tlen;

        do
        {
            sum1 += *data++;
            sum2 += sum1;
        }
        while (--tlen);

        sum1 = (sum1 & 0xFF) + (sum1 >> 8);
        sum2 = (sum2 & 0xFF) + (sum2 >> 8);
    }

    sum1 = (sum1 & 0xFF) + (sum1 >> 8);
    sum2 = (sum2 & 0xFF) + (sum2 >> 8);

    *checkA = (unsigned char) sum1;
    *checkB = (unsigned char) sum2;
}
```

4.2 Алгоритм накопления и анализа команд

Устройство, обрабатывающее входящие команды по бинарному протоколу, должно:

1. Обнаружить 2 байта синхронизации начала сообщения.
2. Получить поле длины данных и проверить его значение на максимальное значение, если проверка не проходит – перейти к п.7.
3. Получить поле данных заявленной длины.
4. Получить два байта контрольной суммы.
5. Посчитать и сверить контрольную сумму команды. Если контрольная сумма не верна – перейти к п.7.
6. Дешифровать командный пакет и произвести требуемые действия.
7. Очистить буфер входящей команды и перейти к ожиданию новой команды – п. 1.

4.3 Классификация и примеры команд

Классификация команд производится на основе связки навигационный приёмник (НП) – персональный компьютер (ПК). При такой схеме НП выполняет решение навигационной задачи, а ПК – накопление, анализ полученных данных и управление параметрами решения навигационной задачи. С точки зрения ПК бинарные команды делятся на следующие типы:

1. Входящие команды:
 - 1.1. Статусные ответы на входящую команду управления (BMT_STATUS)
 - 1.2. Периодически генерируемые данные навигационного решения (BMT_DATA)
2. Исходящие команды:
 - 2.1. Тестовые команды (BMT_TESTING)
 - 2.2. Команды конфигурирования (BMT_CONFIG)
 - 2.3. Команды перезапуска (BMT_RESTART)
 - 2.4. Доступ к RFIC (BMT_RFIC)
 - 2.5. Обновление ПО (BMV_FIRMWARE)
 - 2.6. Доступ к содержимому даталоггера (BMT_LOGGER)
 - 2.7. Доступ к информации о порте общего назначения (BMT_GPIO)

При получении очередного навигационного решения НП осуществляет отправку периодически генерируемых данных (тип BMT_DATA). ПК осуществляет приём и анализ этих данных без формирования ответных команд.

При необходимости выполнить изменение настроек НП ПК отправляет соответствующие команды конфигурирования (тип BMT_CONFIG). В зависимости от результата НП присылает статусный ответ (тип BMT_STATUS).

Команды перезапуска (тип BMT_RESTART) используются для выполнения холодного, тёплого или горячего перезапуска приёмника.

Ниже приведены некоторые примеры управляющих бинарных команд и соответствующие статусные ответы:

Операция	Команда	Статусный ответ
Успешное переключение микромодуля в режим NMEA (текущий режим - бинарный)	21 4E 03 81 01 00 00 85 18	Ответ не формируется
Неудачное переключение микромодуля в режим NMEA (текущий режим - бинарный)	21 4E 03 81 01 00 00 85 18	21 4E 00 00 01 00 00 01 03
Успешное переключение микромодуля в бинарный режим (текущий режим – NMEA)	21 4E 03 81 01 00 01 86 19	21 4E 00 01 00 00 01 03

4.4 Описание бинарных команд

MsgType	Тип команды	MsgId (0-6)	MsgId (7)	Идентификатор команды	DataLen	Описание
0	Статусные ответы (BMT_STATUS)	0	X	RequestError	0	Последний запрос завершился ошибкой
		1	X	RequestCompleted	0	Последний запрос завершился успешно
		2	X	RequestReturnedData	1...1023	Последний запрос завершился успешно и вернул данные
1	Периодически генерируемые данные (BMT_DATA)	1	X	TXT_DATA	1...1023	ASCII-строка с текстовой информацией
		2	X	GGA_DATA	42	Структура данных BIN_GGA_DATA
		3	X	GSA_DATA	38	Структура данных BIN_GSA_DATA
		4	X	GSV_DATA	283	Структура данных BIN_GSV_DATA
		5	X	ZDA_DATA	8	Структура данных BIN_ZDA_DATA
		6	X	VTG_DATA	9	Структура данных BIN_VTG_DATA
		7	X	RMC_DATA	33	Структура данных BIN_RMC_DATA
		8	X	ANT_STATUS	3	Структура данных BIN_ANT_STATUS
2	Тестирование (BMT_TESTING)	0	1	LoopBack	1...1023	Тестирование интерфейса, чтение копии отправленных данных
3	Конфигурирование (BMT_CONFIG)	0	1	SetUartBaudRate	1	Установка нового значения скорости UART: 0 – 4800 бод, 1 – 9600 бод, 2 – 19200 бод, 3 – 57600 бод, 4 – 115200 бод
			0	GetUartBaudRate	0	Чтение текущего значения скорости UART
		1	1	SetInterfaceMode	1	Установка режима работы интерфейса: 0 – режим NMEA (версия 2.3), 1 – режим NTL Binary 2 – режим NMEA (версия 4.0)
			0	GetInterfaceMode	0	Чтение текущего режима работы интерфейса
		2	1	SetDataSet	4	Установка базового набора периодически генерируемых сообщений: бит 1 – TXT_DATA, бит 2 – GGA_DATA, бит 3 – GSA_DATA, бит 4 – GSV_DATA, бит 5 – ZDA_DATA, бит 6 – VTG_DATA, бит 7 – RMC_DATA, бит 8 – ANT_STATUS
			0	GetDataSet	0	Чтение текущего базового набора сообщений
		3	1	SetActiveGnss	1	Выбор навигационных систем, спутники которых участвуют в получении решения: 1 – только ГЛОНАСС, 2 – только GPS, 3 – совместное решение, GPS + ГЛОНАСС
			0	GetActiveGnss	0	Чтение значения используемых навигационных систем
		4	1	SetStaticMode	1	Включение/выключение статического режима (отсутствие навигационного решения при неподвижном приёмнике): 0 – нормальный режим, 1 – статический режим
			0	GetStaticMode	0	Чтение текущего значения режима
		5	1	SetSolutionRate	1	Установка значения частоты навигационных решений: 1 – 1 Гц, 2 – 2 Гц, 3 – 4 Гц, 4 – 5 Гц

			0	GetSolutionRate	0	Чтение значения частоты навигационных решений
		6	1	SetDynamicPlatform	1	Установка модели динамической платформы: 0 – Stationary(стационарная платформа), 1 – Pedestrian (подвижная платформа с низкой динамикой), 2 – Vehicle (подвижная платформа с высокой динамикой)
			0	GetDynamicPlatform	0	Чтение значения модели динамической платформы
		7	1	SetSolutionMask	3	Установка масок параметров решения: байт 0 – максимальное значение PDOP, при котором допустимо решение, байт 1 – минимальное значение угла возвышения спутников, используемых в решении, байт 2 – минимальное значение соотношения сигнал/шум (C/N0) спутников, используемых в решении
			0	GetSolutionMask	0	Чтение значения масок
		9	1	SetAntennaConfig	2	Установка параметров активной антенны: байт 0 – установка режима работы активной антенны (0 – детектор активной антенны выключен, ко входу РПУ подключен вход пассивной антенны; 1 – автоматический режим определения тока потребления активной антенны, детектирование короткого замыкания; 2 – пользовательский режим – ручная установка тока потребления антенны; при значениях 1 и 2 происходит автоматический выбор антенного входа), байт 1 – значение тока потребления антенны (действительно только для пользовательского режима)
			0	GetAntennaConfig	0	Чтение значения параметров активной антенны
4	Доступ к RFIC (BMT_RFIC)	0	1	SetRficRegister	2	Запись значения в регистр RFIC: байт 0 – адрес регистра, байт 1 – записываемое значение
			0	GetRficRegister	1	Чтение значения регистра RFIC: байт 0 – адрес регистра
6	Обновление ПО (BMT_FIRMWARE)	0	0	FirmwareVersion	0	Запрос информации о версии ПО. Данные возвращаются в структуре BIN_FIRMWARE_VERSION.
		1	1	EraseFirmwareSector	1	Стирание 64-кБ сектора памяти: байт 0 – порядковый номер сектора
		2	0	GetFirmwarePage	2	Чтение содержимое 512-байтной страницы памяти: байты 0 и 1 – значение индекса страницы памяти
			1	SetFirmwarePage	514	Запись 512-байтной страницы памяти: байты 0 и 1 – значение индекса страницы памяти, байты 2...513 – записываемые значения
		3	1	FirmAccess	1	1 – разрешить работу с ПЗУ программ, 0 – запретить
7	Перезапуск (BMT_RESTART)	0	1	RestartModule	1	Перезапуск навигационного приёмника: 1 – горячий перезапуск, 2 – тёплый, 3 – холодный
		1	1	ResetModule	0	Полная перезагрузка навигационного модуля
8	Даталоггер (BMT_LOGGER)	0	1	SetLoggerFlag	1	Установка флага работы даталоггера: 1 – даталоггер работает, 0 – даталоггер приостановлен
			0	GetLoggerFlag	0	Чтение значения флага работы даталоггера

		1	1	SetLoggerErase	0	Полное стирание содержимого памяти даталоггера
		2	0	GetLoggerState	0	Чтение текущего состояния даталоггера, возвращается массив из 6 байт: байты 0..2 – максимальное количество записей, байты 3...5 – текущее количество сохранённых записей
		3	0	GetLoggerData	0	Чтение всех сохранённых в памяти даталоггера записей. Каждая запись является структурой BIN_LOG_FLASH.
9	Порт общего назначения (BMT_GPIO)	0	1	SetPortDirection	2	Установка направления вывода общего назначения: байт 0 – номер вывода (допустимый диапазон 0...7), байт 1 – направление вывода (0 – вывод используется как вход, 1 – как выход)
			0	GetPortDirection	1	Чтение значения направления для вывода общего назначения байт 0 – номер вывода (допустимый диапазон 0...7)
		1	1	SetPortState	1	Запись состояния выводов, байт 0 – требуемое состояние выводов (0 или 1)
			0	GetPortState	0	Чтение состояния выводов

4.5 Описание используемых структур данных

В структурах бинарных команд используются следующие типы двоичных данных с соответствующими обозначениями:

Символ	Описание
S	Знаковое целое в дополнительном коде
U	Беззнаковое целое в прямом коде
Sgl	Число с плавающей запятой одинарной точности
Dbl	Число с плавающей запятой двойной точности

Порядок записи байт в поля структуры осуществляется по принципу little-endian (от младшего к старшему). Передача данных происходит начиная с младших бит.

Структура данных BIN_GGA_DATA содержит информацию о местоположении и времени. Общий размер структуры – 42 байта. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
Latitude	8 Dbl	секунды (градусы * 3600)	Географическая широта (положительное значение – северная широта, отрицательное – южная широта)
Longitude	8 Dbl	секунды (градусы * 3600)	Географическая долгота (положительное значение – восточная долгота, отрицательное – западная долгота)
Altitude	4 Sgl	метры	Высота над уровнем моря
HDOP	4 Sgl	–	Снижение точности в горизонтальной плоскости
HeightOfGeoid	4 S	–	Не используется
AgeOfDiffCorr	4 S	–	Не используется
DGPSID	4 S	–	Не используется
FixQuality	1 U	–	Статус решения: 0 – нет решения, 1 – обычное решение (2D/3D), 2 – дифференциальное решение
NumberOfUsedSV	1 U	–	Количество использованных в решении спутников
Utc	4 Sgl	секунды	Время UTC с начала суток

Структура данных BIN_GSA_DATA содержит информацию об используемых в навигационном решении спутниках и факторах снижения точности. Общий размер структуры – 38 байт. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
PDOP	4 Sgl	–	Снижение точности по позиции
HDOP	4 Sgl	–	Снижение точности в горизонтальной плоскости
VDOP	4 Sgl	–	Снижение точности в вертикальной плоскости
Mode	1 U	–	Индикатор режима: ‘М’ – принудительный выбор режима 2D/3D ‘А’ – автоматический выбор режима 2D/3D
FixMode	1 U	–	Статус определения позиции: 1 – позиция не найдена 2 – позиция найдена в режиме 2D 3 – позиция найдена в режиме 3D

PRN1... PRN24	1 U	–	Идентификаторы спутников, используемых в решении, 0 для незаполненных полей
---------------	-----	---	---

Структура данных BIN_GSV_DATA содержит информацию о видимых спутниках. Общий размер структуры – 283 байта. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
NumberOfSentences	1 U	–	Не используется
SequenceNumber	1 U	–	Не используется
NumberOfSatellites	1 U	–	Общее количество видимых спутников
SatellitePRN	1 U	–	Идентификатор спутника
Elevation	1 S	градусы	Угол возвышения спутника
Azimuth	2 U	градусы	Азимут спутника
SNR	1 S	дБ-Гц	Соотношение сигнал/шум спутника (C/N0)
SatellitePRN, Elevation, Azimuth, SNR	1 U, 1 S, 2 U, 1 S	–	Повторение полей для оставшихся 55 спутников

Структура данных BIN_ZDA_DATA содержит информацию о времени UTC. Общий размер структуры – 8 байт. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
UTC	4 Sgl	секунды	Время UTC с начала суток
Day	1 U	дни	День недели UTC
Month	1 U	месяцы	Месяц UTC
Year	2 U	годы	Год UTC

Структура данных BIN_VTG_DATA содержит информацию о направлении и скорости движения. Общий размер структуры – 9 байт. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
Heading	4 Sgl	градусы	Направление движения
GroundSpeed	4 Sgl	километры в час	Скорость движения
Mode	1 S	–	Статус данных: 'N' – недействительные данные, 'A' – действительные данные

Структура BIN_RMC_DATA содержит информацию о местоположении, скорости и направлении движения. Общий размер структуры – 33 байта. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
Latitude	8 Dbl	секунды (градусы * 3600)	Географическая широта (положительное значение – северная широта, отрицательное – южная)
Longitude	8 Dbl	секунды (градусы * 3600)	Географическая долгота (положительное значение – восточная долгота, отрицательное – западная)
GroundSpeed	4 Sgl	километры в час	Скорость движения
Heading	4 Sgl	градусы	Направление движения
Status	1 S	–	Статус решения: 'V' – недействительные данных, 'A' – действительные данные
Utc	4 Sgl	секунды	Время UTC с начала суток
Day	1 U	дни	День недели UTC
Month	1 U	месяцы	Месяц UTC
Year	2 U	годы	Год UTC

Структура данных BIN_ANT_STATUS содержит информацию о текущем состоянии активной антенны. Общий размер структуры – 3 байта. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
Mode	1 U	–	Режим работы антенны: 0 – детектор активной антенны выключен, ко входу РПУ подключен вход пассивной антенны; 1 – автоматический режим определения тока потребления активной антенны, детектирование короткого замыкания; 2 – пользовательский режим – ручная установка тока потребления антенны; при значениях 1 и 2 происходит автоматический выбор антенного входа
State	1 U	–	Текущее состояние антенны: 0 – выполняется настройка подходящего диапазона, 1 – антенна не подключена, 2 – нормальный режим работы, 3 – короткое замыкание
Current	1 U	мА	Средний ток потребления, действителен при нормальном режиме работы

Структура BIN_FIRMWARE_VERSION содержит информацию о версии ПО. Общий размер структуры – 8 байт. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
MajorVersion	1 U	–	Старший номер версии ПО
MinorVersion	1 U	–	Младший номер версии ПО
ReleaseYear	2 U	–	Год выпуска ПО
ReleaseMonth	1 U	–	Месяц выпуска ПО
ReleaseDay	1 U	–	День выпуска ПО
HardwareId	2 U	–	Идентификатор оборудования

Идентификатор оборудования HardwareId используется для получения информации о типах используемых микросхем модуля:

HardwareId <0:3>	Тип коррелятора	0 – неизвестен 1 – NT2000.1 2 – NT2000.2 3 – NT2000.3
HardwareId <4:7>	Тип РПУ	0 – неизвестен 1 – NT1020.1 2 – NT1020.2 3 – NT1026
HardwareId <8:11>	Тип флэш-памяти	0 – неизвестен 1 – AT25F2048 2 – AT26DF021 3 – AT26DF081

Структура данных BIN_LOG_FLASH используется при работе даталоггера и содержит информацию о местоположении и времени. Общий размер структуры – 24 байт. Описание структуры приведено в таблице:

Название	Тип данных и количество байт	Единицы измерения	Описание
Latitude	8 Dbl	секунды (градусы * 3600)	Географическая широта (положительное значение – северная широта, отрицательное – южная широта)
Longitude	8 Dbl	секунды (градусы * 3600)	Географическая долгота (положительное значение – восточная долгота, отрицательное – западная долгота)
Year	2 U	годы	Год UTC
Month	1 U	месяцы	Месяц UTC
Day	1 U	дни	День недели UTC
Hour	1 U	часы	Число часов UTC
Min	1 U	минуты	Число минут UTC
Sec	1 U	секунды	Число секунд UTC
FixQuality	1 U	–	Статус решения: 0 – нет решения, 1 – обычное решение (2D/3D), 2 – дифференциальное решение

5 Работа модуля с активной антенной

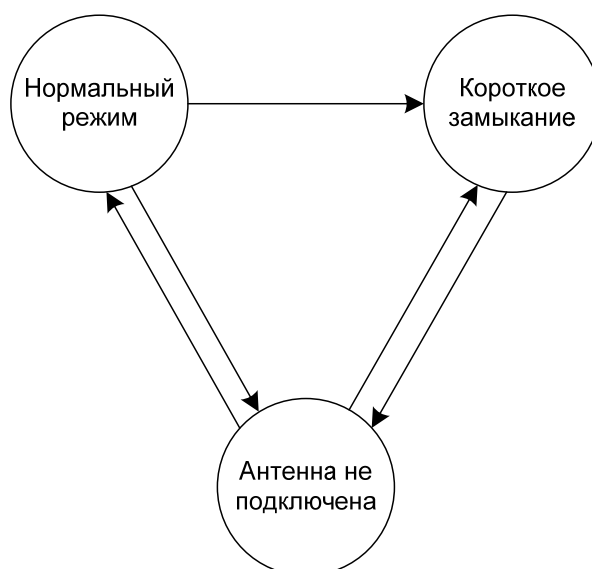
Навигационный модуль поддерживает работу с пассивной и активной антенной. Выбор соответствующего входа может производиться автоматически или в ручном режиме. Мониторинг состояния активной антенны осуществляется периодически генерируемым сообщением ANT_STATUS бинарного протокола, необходимое управление выполняют соответствующие бинарные команды SetAntennaConfig / GetAntennaConfig.

Детектор входа активной антенны может обнаруживать следующие состояния:

- антенна не подключена – значение тока потребления активной антенны не превышает порога детектирования, используется сигнал с входа пассивной антенны;
- антенна работает в нормальном режиме – значение тока потребления находится в допустимом диапазоне, используется сигнал с входа активной антенны;

- короткое замыкание антенны – аварийный режим, ток потребления превышает значение защитного порога;
- настройка – в текущий момент выполняется анализ состояния входа активной антенны.

Диаграмма переходов между указанными состояниями детектора активной антенны приведена на рисунке:



Следует обратить внимание на отсутствие варианта перехода из состояния короткого замыкания в нормальный режим. Это связано с ограничением тока потребления антенны при обнаружении короткого замыкания. Следовательно, переход в нормальный режим после устранения замыкания возможен путём физического отключения антенного входа или программного выключения и последующего включения детектора активной антенны.

В зависимости от используемого режима работы изменяется поведение модуля, а также пороговые значения тока потребления. Навигационным модулем поддерживаются следующие режимы работы:

- автоматический режим;
- пользовательский режим;
- отключение детектора активной антенны.

При работе в автоматическом режиме навигационный модуль осуществляет перебор всех поддерживаемых диапазонов тока потребления, измеряя средний ток потребления подключенной активной антенны и выбирая наиболее подходящий диапазон. Данный процесс подстройки выполняется при начальном включении модуля и при смене состояния детектора входа активной антенны. Пользовательский режим позволяет установить средний ток потребления активной антенны. Из поддерживаемых аппаратурой диапазонов выбирается наиболее близкий к запрашиваемому. При отключении детектора происходит переключение на вход пассивной антенны.

Перечень принятых сокращений

Ниже приведен перечень принятых сокращений:

КА:	космический аппарат
КНС:	космическая навигационная система
НП:	навигационный приёмник
ПК:	персональный компьютер
ГЛОНАСС:	глобальная навигационная спутниковая система (Россия)
GPS:	Global Positioning System (США)
UART:	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter